

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年9月29日(29.09.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/152350 A1

- (51) 国際特許分類:
B22D 19/14 (2006.01) **C22C 1/10** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/054932
- (22) 国際出願日: 2016年2月19日(19.02.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-062785 2015年3月25日(25.03.2015) JP
- (71) 出願人: アイシン精機株式会社(AISIN SEIKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町二丁目一番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 皆木肇(MINAKI Hajime); 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町二丁目一番地 アイシン精機株式会社内 Aichi (JP). 金成 姫(JIN Chengji); 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町二丁目一番地 アイシン精機株式会社内 Aichi (JP). 太刀川 英男(TACHIKAWA Hideo); 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町二丁目一番地 アイシン精機株式会社内 Aichi (JP). 山口 修平(YAMAGUCHI Shuhei); 〒

4488650 愛知県刈谷市朝日町二丁目一番地 アイシン精機株式会社内 Aichi (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人 R & C (R&C IP LAW FIRM); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目3番3号 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロピア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) Title: DEVICE FOR PRODUCING METAL COMPOSITE MATERIAL

(54) 発明の名称: 金属複合材料の製造装置

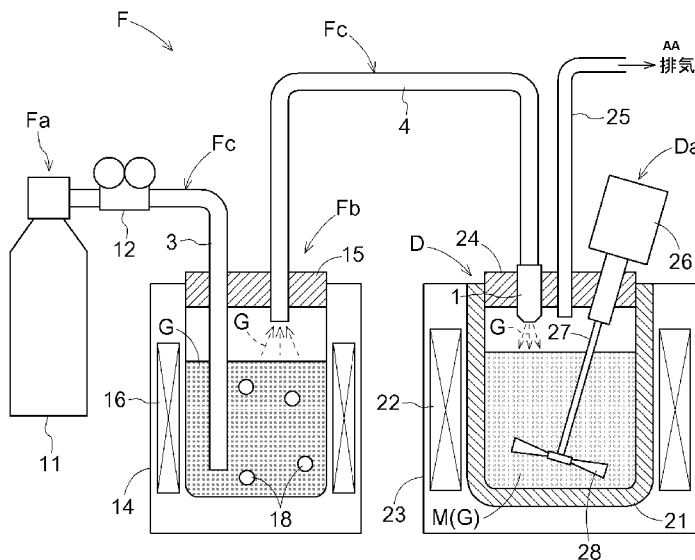


FIG. 1:
AA Gas discharge

(57) Abstract: The present invention configures a device for efficiently dispersing ceramic particles in a molten metal by simple steps. The device is equipped with: a ceramic particle supply part in which dry-state ceramic particles are made to fly off using the blowing of a carrier gas thereinto and from which the ceramic particles are ejected together with the carrier gas; a nozzle through which the ejected ceramic particles are jetted together with the carrier gas; and a melt reservoir part which retains a molten metal into which the ceramic particles are introduced by the jetting of the ceramic particles.

(57) 要約: 工程が単純で、金属溶湯に対してセラミックス粒子を効率的に分散させる装置を構成する。キャリアガスの吹込みを利用して乾燥状態のセラミックス粒子を飛散させキャリアガスと共にセラミックス粒子を吐出するセラミックス粒子供給部を備え、吐出されたセラミックス粒子をキャリアガスと共に噴射するノズルを備え、セラミックス粒子が噴射されることによりセラミックス粒子が混入する金属溶湯を貯留する溶湯貯留部を備えた。



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,

GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

— 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

明 細 書

発明の名称：金属複合材料の製造装置

技術分野

[0001] 本発明は、粒子を溶湯に混入させることにより金属複合材料を製造する装置に関する。

背景技術

[0002] 金属複合材料の製造装置として特許文献1には、金属蒸気発生室で発生させた金属蒸気と反応ガスとの混合により得られる金属化合物の微粒子を、ノズルから金属の溶湯に噴射して金属化合物の微粒子を金属溶湯に分散させることで、金属化合物粒子が分散した複合金属材料を製造する技術が示されている。

[0003] また、特許文献2には、セラミックス（S i C）粉末とマグネシウム（M g）粉末とを混合し、窒素雰囲気中でアルミニウム合金とともに加熱することにより、アルミニウム合金にセラミックス（S i C）粉末を浸透させて中間素材を得る。次に、中間素材を所定温度で熔解し、更に、別に熔解したアルミニウムを加え、攪拌機によって攪拌することにより、鑄造用金属－セラミックス複合材料を製造する技術が示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開昭63 - 125627号公報

特許文献2：特開2000 - 87156号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 例えば、アルミニウムに対してセラミックスを混入した金属複合材料は、アルミニウムの軽量を損なわずに、セラミックスによる剛性や耐摩耗性を向上させる。

[0006] 金属複合材料の製造では、特許文献1に記載されるように粒子の噴射によ

り、粒子を金属溶湯に対して混入し、分散させることにより、製造工程を単純化して効率的な製造を実現する。しかしながら、特許文献1に示されるように、金属蒸気と反応ガスとの反応により得られる金属化合物の微粒子を用いるものでは、粒子の種類が限られることになり改善の余地がある。

[0007] また、金属複合材料の製造を考えると、特許文献2にも示される如く攪拌によりセラミックス粒子の分散を図るものでは、濡れ性の低いセラミックス粒子であっても良好な分散が可能となる。しかしながら、特許文献2に示される製造方法では、金属複合材料を製造するために中間素材を製造する工程を必要とするため、製造工程が複雑化することになり改善の余地がある。

[0008] 即ち、金属複合材料の製造装置を考えると、工程を単純化しつつ、セラミックス粒子を効率的に分散させることが求められる。

課題を解決するための手段

[0009] 金属複合材料の製造装置の特徴構成は、キャリアガスの吹込みを利用して乾燥状態のセラミックス粒子を飛散させ当該キャリアガスと共に前記セラミックス粒子を吐出するセラミックス粒子供給部と、前記吐出された前記セラミックス粒子を前記キャリアガスと共に噴射するノズルと、前記噴射された前記セラミックス粒子が混入する金属溶湯を貯留する溶湯貯留部と、を備えている点にある。

[0010] この構成によると、セラミックス粒子供給部では、キャリアガスを吹き込むことにより乾燥状態のセラミックス粒子を飛散させるため、キャリアガスとともにセラミックス粒子を送り出すことが可能となる。また、溶湯貯留部に貯留されている金属溶湯に対して、ノズルからキャリアガスとともにセラミックス粒子が噴射されるため、噴射時にはキャリアガスから与えられる高い運動エネルギーによりセラミックス粒子を高速化できる。これにより、セラミックス粒子を金属溶湯の深い位置に刺さり込むように金属溶湯に混入させ、分散させることが可能となる。また、セラミックス粒子は乾燥状態にあるため、例えば、多数の粒子が塊となって噴出する不都合を招くことがない。更に、セラミックス粒子とともにノズルから噴射するキャリアガスは、セ

ラミックス粒子と比較して密度が低いため、金属溶湯内部まで混入することはない。そのため、キャリアガスとともに噴射されたセラミックス粒子のみを選択的に金属溶湯に混入させることができる。従って、工程を単純化しつつ、セラミックス粒子を効率的に分散させる金属複合材料の製造装置が構成された。

[0011] また、前記セラミックス粒子供給部が、粒子貯留部に貯留されている乾燥状態の前記セラミックス粒子を前記キャリアガスの吹き込みで流動させて送り出す流動層式に構成されても良い。

[0012] これによると、セラミックス粒子貯留部に対してキャリアガスを吹き込むだけで、セラミックス粒子を流動させ、この流動を利用してセラミックス粒子の一部をキャリアガス中に浮遊させて送り出すことが可能となる。このため、キャリアガスに対してセラミックス粒子を混合させるための専用の装置を必要としない。

[0013] また、前記セラミックス粒子供給部と前記ノズルとの間に設けられて前記セラミックス粒子を搬送する流路に対し、前記キャリアガスを追加供給するガス合流部を備えても良い。

[0014] これによると、セラミックス粒子供給部とノズルとの間にセラミックス粒子を搬送する流路に形成された合流部においてキャリアガスを合流させる形態で供給することにより、セラミックス粒子を含むキャリアガスに対して、キャリアガスを加えることが可能となる。その結果、セラミックス粒子を含むキャリアガスの流速と流量とを増大させ、ノズルから噴射するセラミックス粒子の流速の増大が可能となる。

[0015] また、前記セラミックス粒子供給部が前記溶湯貯留部の鉛直上方に隣接配置されても良い。

[0016] これによると、溶湯貯留部の熱を、セラミックス粒子供給部に対して空気等の対流と、熱の直接的な輻射との少なくとも一方により伝えることが可能となる。このため、セラミックス粒子供給部に特別の加熱装置を設けなくとも、セラミックス粒子供給部においてセラミックス粒子の乾燥と加熱とを良

好に行える。

[0017] また、前記セラミックス粒子供給部と前記ノズルとの間に設けられて前記セラミックス粒子を搬送する流路には、前記セラミックス粒子を加熱する加熱部が設けられていても良い。

[0018] ところで、ノズルから噴射されたセラミックス粒子が低温である場合、セラミックス粒子に接触した金属溶湯の表面から熱が奪われ、金属溶湯の粘性が増加する。その結果、続いて噴射されるセラミックス粒子が、粘性の増加した金属溶湯の表面から抵抗を受け、金属溶湯へのセラミックス粒子の投入が阻害されるおそれがある。

[0019] そこで、本構成のようにノズルの上流側流路に加熱部を設ければ、金属溶湯に噴射されるセラミックス粒子が高温に維持される。このため、セラミックス粒子によって金属溶湯の表面から熱が奪われ難く、金属溶湯の粘性の増加が抑制され、セラミックス粒子が金属溶湯の内部に円滑に投入される。また、金属溶湯の温度低下を見越して予め高温にする必要がないので、金属溶湯の高温酸化も防止され、金属複合材料の品質の向上を図ることができる。更に、セラミックス粒子が高温であるため、金属溶湯に対する濡れ性が高まり、セラミックス粒子と金属溶湯とが良好に密着して金属複合材料の強度を高めることができる。

[0020] また、前記加熱部は筒状のヒータを有し、当該ヒータの周りに前記流路を沿わせて配置していても良い。

[0021] 本構成のように、筒状のヒータの周りに流路を沿わせる構成であるので、製造装置の製作が容易である。また、セラミックス粒子の目標温度に応じて、ヒータの温度を設定したり、ヒータ周りの流路長を変更したりすればよく、温度制御が容易である。しかも、セラミックス粒子自体はノズルから噴射されるまで大気開放されないので、セラミックス粒子が酸化されて、品質低下を招くこともない。

[0022] また、前記金属溶湯に混入した前記セラミックス粒子は、球状であっても良い。

[0023] 本構成では、金属溶湯に混入したセラミックス粒子が球状であるので、凹凸の表面を有するセラミックス粒子に比べて、投入時に金属溶湯から受ける抵抗が小さく、セラミックス粒子と金属溶湯との密着性が高い。その結果、セラミックス粒子と金属溶湯との間の空隙を無くして、金属複合材料の強度を高めることができる。しかも、セラミックス粒子が球状であるため、金属複合材料に応力が付与された場合、セラミックス粒子と金属溶湯との界面に対する応力が分散され、疲労強度を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]金属複合材料の製造装置の全体構成を示す図である。

[図2]ノズルの断面図である。

[図3]別実施形態（a）の金属複合材料の製造装置の全体構成を示す図である。
。

[図4]別実施形態（b）の金属複合材料の製造装置の全体構成を示す図である。
。

[図5]別実施形態（c）の金属複合材料の製造装置の全体構成を示す図である。
。

[図6]別実施形態（d）の金属複合材料の製造装置の全体構成を示す図である。
。

[図7]別実施形態（e）の金属複合材料の製造装置の全体構成を示す図である。
。

[図8]金属複合材料の電子顕微鏡写真である。

[図9]金属複合材料の電子顕微鏡写真である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

〔装置の基本構成〕

図1に示すように、粒子噴射機構Fと、金属溶湯Mを貯留する溶湯貯留部Dとを備えて金属複合材料の製造装置が構成されている。粒子噴射機構Fは、キャリアガスを貯留するガス供給源F aと、貯留したセラミックス粒子G

(多数の粒子の総称をGとしている)を送り出す粒子供給部F b (セラミックス供給貯留部)と、先端にノズル1を有する配管流路F cとで構成されている。

[0026] この金属複合材料の製造装置は、溶湯貯留部Dにおいて金属複合材料の母材となるアルミニウム等の金属を溶解し、この金属溶湯Mに対して粒子噴射機構Fのノズル1からキャリアガスと共に微細なセラミックス粒子Gを噴射することにより、金属溶湯Mにセラミックス粒子Gを刺さり込むように混入させ、分散させるものである。更に、この装置では、溶湯貯留部Dで攪拌が行われることにより金属材料に対してセラミックス粒子Gが良好に分散した金属複合材料が製造される。

[0027] [粒子噴射機構]

ガス供給源F aは、窒素ガス、ヘリウムガス、アルゴンガス等の不活性ガスをキャリアガスとして圧縮状態で貯留するガスボンベ11を有すると共に、ガスボンベ11から供給されるキャリアガスを調圧バルブ12により圧力を設定して配管流路F c (流路の一例)に送り出すように構成されている。この配管流路F cは、粒子供給部F bとノズル1との間に設けられてセラミックス粒子Gを搬送する。尚、キャリアガスは、アルミニウム溶湯の酸化を抑制するために不活性ガスが好ましいが、乾燥空気を用いても良い。

[0028] 配管流路F cは、ガスボンベ11から送り出されるキャリアガスを粒子供給部F bに供給するガス流路3と、粒子供給部F bから送り出されるキャリアガスとセラミックス粒子Gとの混合流を送り出す混合流路4とを備えている。更に、混合流路4はノズル1に接続しており、この混合流路4から供給されるキャリアガスとセラミックス粒子Gとの混合流は、ノズル1から金属溶湯Mに向けて噴射される。

[0029] ノズル1は、耐摩耗性の高いセラミックス材料で筒状に形成されるものであり、図2に示すように、混合流路4に接続する部位の第1内径Q1と比較して、噴射口となる第2内径Q2を小さくした構造を有している。これにより、ノズル1の先端から噴射するセラミックス粒子Gの高速化が図られてい

る。

[0030] 粒子供給部F b（セラミックス粒子供給部）は、微細なセラミックス粒子G（多数の粒子の総称をGとしている）を貯留する有底筒状の粒子タンク14と、この粒子タンク14の上部の開口を閉じるキャップ15と、粒子タンク14を加熱する電気式の粒子加熱ヒータ16とを備えている。尚、セラミックス粒子Gの材料としては、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化ケイ素、炭化ケイ素、炭化チタン等が考えられるが、これに限るものではない。

[0031] 粒子タンク14にはセラミックス粒子Gが貯留され、キャップ15にはガス流路3と混合流路4とが上下方向に挿通している。ガス流路3の配管の下端部は粒子タンク14のセラミックス粒子Gの貯留面より下側まで挿入され、混合流路4を構成する配管の下端部はセラミックス粒子Gの貯留面より上側に配置されている。

[0032] 特に、この粒子供給部F bでは、ガス流路3からキャリアガスが吹き込まれることにより、微細なセラミックス粒子Gが粒子タンク14の内部で流動すると共に、その一部がキャリアガスによって吹き上げられる流動層式に構成されるものである。これにより、吹き上げられた微細なセラミックス粒子Gはキャリアガス中に浮遊することになり、粒子タンク14の上部空間においてキャリアガスと混合し、この混合状態で混合流路4から送り出すことが可能となる。特に、粒子タンク14の上部空間が、セラミックス粒子Gを合流させる合流空間として機能する。

[0033] [溶湯貯留部]

溶湯貯留部Dは、有底筒状の坩堝21と、この坩堝21を加熱する電気式の溶湯加熱ヒータ22と、これらを収容する溶湯部ケース23と、溶湯部ケース23の上部の開口を閉じる蓋部24と、を備えることで電気炉として構成されている。溶湯貯留部Dは、金属溶湯Mを攪拌する攪拌ユニットD aを備えており、蓋部24に対してノズル1が支持されている。このノズル1は、蓋部24に対して固定されるものであるが、例えば、ノズル1の先端から

溶湯面までの距離の調節、あるいは、溶湯面に対するセラミックス粒子Gの噴射位置を調節できるように電動式等のアクチュエータを備えても良い。

[0034] 攪拌ユニットDaは、電動モータ26駆動力で回転するシャフト27の先端にインペラ28を備えて構成されている。このインペラ28が金属溶湯Mの内部で回転することにより金属溶湯Mを坩堝21の内部で流動させ、金属溶湯Mに対するセラミックス粒子Gの分散を実現する。

[0035] この溶湯貯留部Dでは、蓋部24が坩堝21に貯留されている金属溶湯Mと外部の空気との接触を阻止し、蓋部24には前述したようにノズル1が支持されると共に、ノズル1から噴射されたキャリアガスを送り出す排気流路25が形成されている。尚、本実施形態においては、蓋部24を設けているが、蓋部24がない構成としても良い。この場合、ノズル1および排気流路25は、蓋部24以外の部材で支持される構成となる。

[0036] 尚、排気流路25から排出されるキャリアガスを積極的に排出するための排気用ポンプを備えても良い。このように排気用ポンプを備えることにより溶湯部ケース23の内部空間の減圧が可能となり、減圧状態でセラミックス粒子Gを金属溶湯Mに噴射した場合には粒子の速度の高速化を実現する。

[0037] [実施例：金属複合材料の製造]

この金属複合材料の製造装置による製造工程として、金属複合材料の製造のためにキャリアガスとして窒素ガスを用い、溶湯貯留部Dで熔解される金属材料としてアルミニウム合金を用い、セラミックス粒子Gとして酸化アルミニウム又は二酸化ケイ素を用いたものを例に挙げている。また、以下の説明では800gの金属材料を用いて金属複合材料を製造した際の具体的な数値を示している。

[0038] まず、セラミックス粒子Gを、150℃で1時間以上加熱することで水分を除去しておく。次に、このセラミックス粒子Gを複数の耐熱性樹脂ボール18と共に粒子タンク14に投入し、粒子加熱ヒータ16での加熱によりセラミックス粒子Gの温度を120℃に維持する。尚、耐熱性樹脂ボール18の直径は、混合流路4の内径より十分に大きい値に設定され、混合流路4に

流れ込まないものが使用される。

[0039] これと並行して、溶湯貯留部Dの坩堝21（溶湯容器の一例）に母材となるアルミニウム合金を投入し、溶湯加熱ヒータ22による加熱により熔解を行うと共に、金属溶融（アルミニウム合金溶湯）に含まれる介在物を除去するためにフラックス処理（脱ナトリウム・脱酸・脱ガス等）を行う。尚、このフラックス処理では攪拌ユニットDaで攪拌を行うことにより処理が促進される。

[0040] 次に、溶湯温度を800℃とした状態で、粒子供給部Fbに対してガス流路3からキャリアガス（窒素）を供給することで、この粒子供給部Fbでキャリアガスとセラミックス粒子Gとを混合し、ノズル1の先端から溶湯面に対してセラミックス粒子Gがキャリアガスと共に噴射される。

[0041] 特に、粒子供給部Fbに対してガス流路3からキャリアガス（窒素）を供給した場合には、キャリアガスがガス流路3から粒子タンク14の底部に供給されるため、セラミックス粒子Gが流動される。更に、耐熱性樹脂ボール18が粒子タンク14内部で運動するため、セラミックス粒子Gが攪拌される。この攪拌により、粒子タンク14の内部でセラミックス粒子Gの流動が促進され、セラミックス粒子Gの一部が浮遊し、このように浮遊するセラミックス粒子Gが混合流路4からキャリアガスと共に送り出される。

[0042] また、溶湯貯留部Dでは、ガスポンプ11からは0.25MPaの圧力で、20L/minの量のキャリアガス（窒素ガス）がノズル1から噴射される。この噴射の際には攪拌ユニットDaによる金属溶湯Mの攪拌が連続的に行われるが、この攪拌は分散の均一化を図る目的であるためインペラ28の回転は低速で行われる。

[0043] ノズル1からキャリアガスと共にセラミックス粒子Gが噴射された場合には、セラミックス粒子Gはキャリアガスから与えられる高い運動エネルギーにより高速で送り出され、金属溶湯Mに刺さり込むように金属溶湯Mに混入し、金属溶湯Mに分散する。尚、キャリアガスは、セラミックス粒子Gと比較して密度が低くエネルギーが小さいためセラミックス粒子Gの運動を妨げ

ることがなく、セラミックス粒子Gの刺さり込む深さを抑制することもない。また、金属溶湯Mは坩堝21の内部で対流するため、攪拌ユニットDaによる攪拌を積極的に行わずとも分散が行われる。

[0044] 特に、この装置では、セラミックス粒子Gが金属溶湯Mに対して高速で刺さり込むため、セラミックス粒子Gと金属溶湯Mとの間に強い剪断力が作用し、濡れ性が不良な材料のセラミックス粒子Gを用いる場合でも、金属溶湯Mに混合し良好な分散が実現する。従って、濡れ性を向上させるためのセラミックス粒子Gの表面処理を行う必要がなく、前処理のための設備も必要としない。更に、キャリアガスとして不活性ガスを用いたため、金属溶湯Mの酸化を抑制して高品質の金属複合材料の製造が可能となる。尚、セラミックス粒子Gとしてアルミニウムの比重より大きい比重の材料を用いた場合には、粒子が浮き上がることがないため、一層良好な分散が可能となる。

[0045] そして、セラミックス粒子Gの噴射を設定時間だけ行った後は、自然放熱を行うことにより、金属母材に対してセラミックス粒子Gが均一に分散した金属複合材料が得られるのである。セラミックス粒子Gの材料として二酸化ケイ素を用いた場合には、二酸化ケイ素が金属溶湯Mの主成分のアルミニウムと反応して高強度の金属複合材料を製造することが可能となる。また、本実施例のように酸化アルミニウム又は二酸化ケイ素を用いた場合は、安価に金属複合材料を製造できる。しかも、液体の金属溶湯Mにセラミックス粒子Gを不活性ガスと共に噴射して製造するため、粉末どうしを加熱して成形する場合に比べ、セラミックス粒子Gと金属溶湯Mとの間に空隙が少なくなり、不純物（粉末酸化物など）の混入もないので、機械的特性を安定的に向上させることができる。

[0046] 図8および図9には、上述したように製造された金属複合材料の電子顕微鏡写真が示される。ここで、図8は、セラミックス粒子Gの材料として酸化アルミニウムを用いた例であり、図9は、セラミックス粒子Gの材料として二酸化ケイ素を用いた例である。図面から、球状のセラミックス粒子Gは、金属溶湯Mに密着した状態で分散していることが理解される。つまり、球状

のセラミックス粒子Gは、比較的均一に分散しており、セラミックス粒子Gと金属溶湯Mとの界面では、顕著な隙間が見受けらず、良好な密着性が確認できた。

[0047] このように、セラミックス粒子Gを球状とすることで、セラミックス粒子Gの表面に凹凸がある場合に比べて、金属溶湯Mに対する濡れ性が高まり、良好な密着性が得られる。その結果、セラミックス粒子Gと金属溶湯Mとの間に空隙がほとんどなく、金属複合材料の強度を高めることができる。つまり、アルミニウム合金中に密着した硬質な酸化物を分散させることで、ヤング率や硬度といった機械的特性を向上させることができる。また、セラミックス粒子Gが球状であるため、金属複合材料に応力が付与された場合、セラミックス粒子Gと金属溶湯Mとの界面に対する応力が分散され、疲労強度を高めることができる。

[0048] [別実施形態]

本発明は、上記した実施形態以外に以下のように構成しても良い。以下に示す別実施形態では、実施形態と共通する構成に対し実施形態と共通する符号を付している。

[0049] (a) 図3に示すように、粒子噴射機構Fのガス供給源F aとして、キャリアガスを圧縮状態で貯留する2つのガスボンベ1 1を備える。そして、粒子噴射機構Fの配管流路F cとして一方のガスボンベ1 1からキャリアガスが送られるガス流路3と、他方のガスボンベ1 1からキャリアガスが送られる加圧流路5と、キャリアガスとセラミックス粒子Gとの混合流が送られる混合流路4を備える。

[0050] 粒子供給部F b(セラミックス粒子供給部)は、粒子タンク1 4の下部に対して、セラミックス粒子Gを送り出すホッパー部1 4 aと、これから下方に延びる供給筒1 4 bとを形成し、この供給筒1 4 bの下端に加圧流路5と混合流路4とを接続することで、この接続部位がキャリアガスを追加供給するガス合流部F mとして機能する。更に、ガス流路3からのキャリアガスを粒子タンク1 4の上部空間に供給するように接続する。

[0051] この構成により、ガス流路3から粒子タンク14の上部空間に供給されるキャリアガスの流れに伴い、粒子タンク14に貯留したセラミックス粒子Gの一部をキャリアガスと共に供給筒14bから送り出し、ガス合流部Fmにおいて加圧流路5に流れるキャリアガスが合流する。このように、加圧流路5からのキャリアガスがガス合流部Fmにおいて合流することにより、キャリアガスの流量が増大し、セラミックス粒子Gとキャリアガスとの流速を増大し、ノズル1から噴射させることが可能となる。また、ガス合流部Fmでは加圧流路5からのキャリアガスが粒子タンク14の方向に逆流しないようにガス流路3と加圧流路5との圧力関係が設定されている。尚、このような逆流を阻止するための構成をガス合流部Fmに備えても良い。

[0052] この別実施形態(a)では、実施形態と共通する構成の溶湯貯留部Dを備えており、ノズル1から金属溶湯Mに向けてキャリアガスとセラミックス粒子Gとの混合流を噴射することで、セラミックス粒子Gを金属溶湯Mに対して刺さり込むように混入させ金属複合材料の製造が実現する。

[0053] (b)図4に示すように、粒子噴射機構Fのガス供給源Faが、1つのガスボンベ11からのキャリアガスを、ガス流路3と加圧流路5とに分岐し、別実施形態(a)に示したものと同様の構成の粒子供給部Fbに供給するように構成する。つまり、単一のガスボンベ11を備えるだけで別実施形態(a)と同様に、粒子タンク14に貯留されたセラミックス粒子Gをガス流路3からキャリアガスと共に送り出し、キャリアガスを追加供給するガス合流部Fmにおいて加圧流路5のキャリアガスを合流させている。

[0054] この別実施形態(b)では、溶湯貯留部Dが実施形態と同様の構成を有しており、混合流路4から供給されるキャリアガスとセラミックス粒子Gとの混合流は、ノズル1から金属溶湯Mに向けて噴射され、セラミックス粒子Gを金属溶湯Mに対して刺さり込むように混入させ金属複合材料の製造が実現する。

[0055] (c)図5に示すように、粒子噴射機構Fのガス供給源Faが、1つのガスボンベ11からのキャリアガスを、ガス流路3と加圧流路5とに分岐し、別

実施形態（b）に示したものと同様の構成の粒子供給部F bに供給するように構成する。

[0056] この構成では、粒子供給部F b（セラミックス粒子供給部）を、溶湯部ケース2 3の内部に收容される状態で溶湯貯留部Dの鉛直上方に隣接配置し、粒子タンク1 4において鉛直下方に延びる供給筒1 4 bの延長線上に混合流路4を配置し、この混合流路4の下端位置にノズル1を備えている。このように粒子供給部F bを溶湯貯留部Dの直上位置に配置したため、溶湯貯留部Dの溶湯加熱ヒータ2 2の熱を、溶湯部ケース2 3の内部の空気の対流や、輻射により粒子供給部F bに作用させることが可能となり、粒子供給部F bにヒータを備えない構成となっている。

[0057] この別実施形態（c）では、溶湯貯留部Dが実施形態と同様の構成を有しており、混合流路4から供給されるキャリアガスとセラミックス粒子Gとの混合流は、ノズル1から金属溶湯Mに向けて噴射され、この混合流に含まれるセラミックス粒子Gを金属溶湯Mに対して刺さり込むように混入させ金属複合材料の製造が実現する。

[0058] 特に、この構成では、溶湯貯留部Dの廃熱を利用して粒子供給部F bに貯留されたセラミックス粒子Gの乾燥と温度上昇を容易に行うことが可能となる。しかも、粒子タンク1 4からのセラミックス粒子Gを供給筒1 4 bからノズル1に達する領域が直線的に形成されているので、セラミックス粒子Gを円滑に供給でき、キャリアガスの流速を減ずることがなく、金属溶湯Mに対するセラミックス粒子Gの分散を良好に行えるものとなる。尚、この別実施形態（c）の構成において、粒子供給部F bに対して加熱を補助するためのヒータを備えても良い。

[0059] （d）ノズル1から噴射されたセラミックス粒子Gは実施例のように1 2 0℃以下の低温である場合、セラミックス粒子Gに接触した高温（実施例では8 0 0℃）の金属溶湯Mの表面から熱が奪われ、金属溶湯Mの粘性が増加する。その結果、続いて噴射されるセラミックス粒子Gが、粘性の増加した金属溶湯Mの表面から抵抗を受け、金属溶湯Mへのセラミックス粒子Gの投入

が阻害されるおそれがある。

[0060] そこで、図6に示すように、別実施形態(a)～別実施形態(c)の製造装置において、粒子供給部F bとノズル1との間に設けられてセラミックス粒子Gを搬送する混合流路4(配管流路F c)には、セラミックス粒子Gを加熱する加熱部Kが設けられている。この加熱部Kは、配管流路F cのうち、ノズル1に隣接する配管流路F cに設けられている。加熱部Kで加熱されたセラミックス粒子Gの温度は、金属溶湯Mの融点以上で、セラミックス粒子Gの融点以下に制御される。

[0061] 本実施形態における加熱部Kは、円筒状に構成される電気式の加熱ヒータHを有し、加熱ヒータHの周りに配管流路F cを沿わせて配置している。具体的には、配管流路F cを加熱ヒータHの周りに螺旋状に包囲させ、加熱ヒータHから配管流路F cを介してセラミックス粒子Gを加熱する構成としている。また、加熱部Kは、配管流路F cがノズル1に至るまでセラミックス粒子Gを高温に維持するための断熱部30を有している。この断熱部30は、セラミックス粒子Gの温度に耐え得る断熱材で構成されている。また、ノズル1と配管流路F cとは螺合して接続されており、ノズル1と配管流路F cとの接続部にシール材Sを配置して気密性を高めている。

[0062] 尚、配管流路F cを加熱ヒータHの外周と一体に形成しても良いし、配管流路F cを直線状や屈曲形状で加熱ヒータHの周りに沿わせても良く、特に限定されない。また、加熱ヒータHの形状を角筒状に形成するなど、配管流路F cを沿わせることができればどのような形態であっても良いし、加熱ヒータHを高温の流体を流通させる構成としても良く、特に限定されない。更に、断熱部30に電気式のヒータを内蔵し、セラミックス粒子Gを高温に維持する構成としても良いし、ノズル1と配管流路F cとを嵌合や接着により接続しても良く特に限定されない。

[0063] このように、ノズル1の上流側にある配管流路F cに加熱部Kを設けることで、金属溶湯Mに噴射されるセラミックス粒子Gが高温に維持される。このため、セラミックス粒子Gによって金属溶湯Mの表面から熱が奪われ難く

、金属溶湯Mの粘性の増加が抑制され、セラミックス粒子Gは金属溶湯Mの内部に円滑に投入される。また、金属溶湯Mの温度低下を見越して金属溶湯Mを予め高温に設定する必要がないので、金属溶湯Mの高温酸化も防止され、品質の向上を図ることができる。更に、セラミックス粒子Gが高温であるため、金属溶湯Mに対する濡れ性が高まり、セラミックス粒子Gと金属溶湯Mとが良好に密着して金属複合材料の強度を高めることができる。

[0064] また、筒状の加熱ヒータHの周りに配管流路Fcを沿わせる構成であるので、製造装置の製作が容易である。また、セラミックス粒子Gの目標温度に応じて加熱ヒータHの温度を設定したり、加熱ヒータHの周りの配管流路Fcの流路長を変更したりすればよく、温度制御が容易である。しかも、セラミックス粒子G自体はノズル1から噴射されるまで大気開放されないので、セラミックス粒子Gが酸化されて品質低下を招くこともない。

[0065] (e) 図7に示すように、別実施形態(d)の加熱部Kに代えて、配管流路Fcと並行に設けられた燃焼ガス流路31を設けた加熱部Kaで構成する。この燃焼ガス流路31は、配管流路Fcを包囲しても良いし、配管流路Fcの一部に接触するものであっても良い。燃焼ガス流路31に供給される燃焼ガスは、例えばLNG（液化天然ガス）に酸素を供給して燃焼させたガスで構成される。尚、キャリアガスに酸素を用いて配管流路FcにLNGを供給し、ノズル1の噴射口で点火する構成としても良い。この場合、燃焼炎によって高温化しすぎるのを防止するため、ノズル1付近の断熱部30に冷却装置を設けるのが好ましい。

[0066] 本実施形態においても、ノズル1の上流側にある配管流路Fcに加熱部Kを設けることで、金属溶湯Mに噴射されるセラミックス粒子Gが高温に維持される。このため、セラミックス粒子Gによって金属溶湯Mの表面から熱が奪われ難く、金属溶湯Mの粘性の増加が抑制され、セラミックス粒子Gは金属溶湯Mの内部に円滑に投入される。特に、本実施形態では、高温の燃焼ガスを用いているので、セラミックス粒子Gの温度は速やか上昇するので、加熱部Kをコンパクトにすることができる。

- [0067] (f) 溶湯貯留部Dに攪拌ユニットDaを備えずに製造装置を構成する。この構成では、セラミックス粒子Gを高速で金属溶湯Mに供給するため、金属溶湯Mに対するセラミックス粒子Gの混入を良好に行える。また、金属溶湯Mは加熱により対流するため、この対流により自然な攪拌が行われ、セラミックス粒子Gが金属母材に均一に分散した金属複合材料を得ることになる。
- [0068] (g) 金属溶湯Mに対するセラミックス粒子Gの混入量を把握するために、粒子供給部Fbの全重量を計測する重量センサを備える。又は、溶湯貯留部Dの全重量を計測する重量センサを備える、これらの構成において、粒子供給部Fbに重量センサを備えたものでは、粒子供給部Fbで減少した重量を、金属溶湯Mに混入したセラミックス粒子Gの量とすることになる。また、溶湯貯留部Dに重量センサを備えるものでは、重量センサでの計測値の増大分を、金属溶湯Mに混入したセラミックス粒子Gの量とすることになる。これらの構成によれば、重量センサを備えているため、重量センサに基づきセラミックス粒子Gの供給量を制御することができ、高度に制御された金属複合材料の製造が実現できる。
- [0069] (h) 溶湯貯留部Dの坩堝21に貯留された金属を加熱するため、坩堝21の外周に誘導コイルを配置し、誘導コイルに高周波を供給することで、金属に過電流を生じさせ金属の電気抵抗によるジュール熱により金属を溶解するように構成しても良い。特に、このように誘導加熱を行う場合に、金属溶湯Mに作用する磁場と、金属溶湯Mに流れる電流とから、フレミングの左手の法則に従って金属溶湯Mが流動する電磁攪拌を利用できる。このように構成することにより、インペラ28を有した攪拌ユニットDaを用いずに済む。
- [0070] (i) 別実施形態(d)の加熱部Kを、配管流路Fcの周りに加熱ヒータHを配置する構成としても良い。この場合、既設の配管流路Fcを変更せずに加熱ヒータHを追加するだけで良いので、効率的である。

産業上の利用可能性

- [0071] 本発明は、金属溶湯にセラミックス粒子を分散させた金属複合材料を製造する装置に利用することができる。

符号の説明

[0072]	1	ノズル
	D	溶湯貯留部
	F b	セラミックス粒子供給部（粒子供給部）
	F c	流路（配管流路）
	F m	ガス合流部
	G	セラミックス粒子
	H	ヒータ（加熱ヒータ）
	K	加熱部

請求の範囲

- [請求項1] キャリアガスの吹込みを利用して乾燥状態のセラミックス粒子を飛散させ当該キャリアガスと共に前記セラミックス粒子を吐出するセラミックス粒子供給部と、
- 前記吐出された前記セラミックス粒子を前記キャリアガスと共に噴射するノズルと、
- 前記噴射された前記セラミックス粒子が混入する金属溶湯を貯留する溶湯貯留部と、を備えた金属複合材料の製造装置。
- [請求項2] 前記セラミックス粒子供給部が、粒子貯留部に貯留されている乾燥状態の前記セラミックス粒子を前記キャリアガスの吹き込みで流動させて送り出す流動層式に構成されている請求項1記載の金属複合材料の製造装置。
- [請求項3] 前記セラミックス粒子供給部と前記ノズルとの間に設けられて前記セラミックス粒子を搬送する流路に対し、前記キャリアガスを追加供給するガス合流部を備えている請求項1又は2に記載の金属複合材料の製造装置。
- [請求項4] 前記セラミックス粒子供給部が前記溶湯貯留部の鉛直上方に隣接配置されている請求項1～3のいずれか一項に記載の金属複合材料の製造装置。
- [請求項5] 前記セラミックス粒子供給部と前記ノズルとの間に設けられて前記セラミックス粒子を搬送する流路には、前記セラミックス粒子を加熱する加熱部が設けられている請求項1～4のいずれか一項に記載の金属複合材料の製造装置。
- [請求項6] 前記加熱部は筒状のヒータを有し、当該ヒータの周りに前記流路を沿わせて配置している請求項5に記載の金属複合材料の製造装置。
- [請求項7] 前記金属溶湯に混入した前記セラミックス粒子は、球状である請求項1～6のいずれか一項に記載の金属複合材料の製造装置。

補正された請求の範囲
[2016年7月6日(06.07.2016) 国際事務局受理]

[請求項 1] (補正後)

キャリアガスの吹込みを利用して乾燥状態のセラミックス粒子を飛散させ当該キャリアガスと共に前記セラミックス粒子を吐出するセラミックス粒子供給部と、

前記吐出された前記セラミックス粒子を前記キャリアガスと共に噴射するノズルと、

前記噴射された前記セラミックス粒子が混入する金属溶湯を貯留する溶湯貯留部と、を
備え、

前記セラミックス粒子供給部と前記ノズルとの間に設けられて前記セラミックス粒子を搬送する流路には、前記セラミックス粒子を加熱する加熱部が設けられている金属複合材料の製造装置。

[請求項 2]

前記セラミックス粒子供給部が、粒子貯留部に貯留されている乾燥状態の前記セラミックス粒子を前記キャリアガスの吹き込みで流動させて送り出す流動層式に構成されている請求項 1 記載の金属複合材料の製造装置。

[請求項 3]

前記セラミックス粒子供給部と前記ノズルとの間に設けられて前記セラミックス粒子を搬送する流路に対し、前記キャリアガスを追加供給するガス合流部を備えている請求項 1 又は 2 に記載の金属複合材料の製造装置。

[請求項 4]

前記セラミックス粒子供給部が前記溶湯貯留部の鉛直上方に隣接配置されている請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の金属複合材料の製造装置。

[請求項 5] (削除)

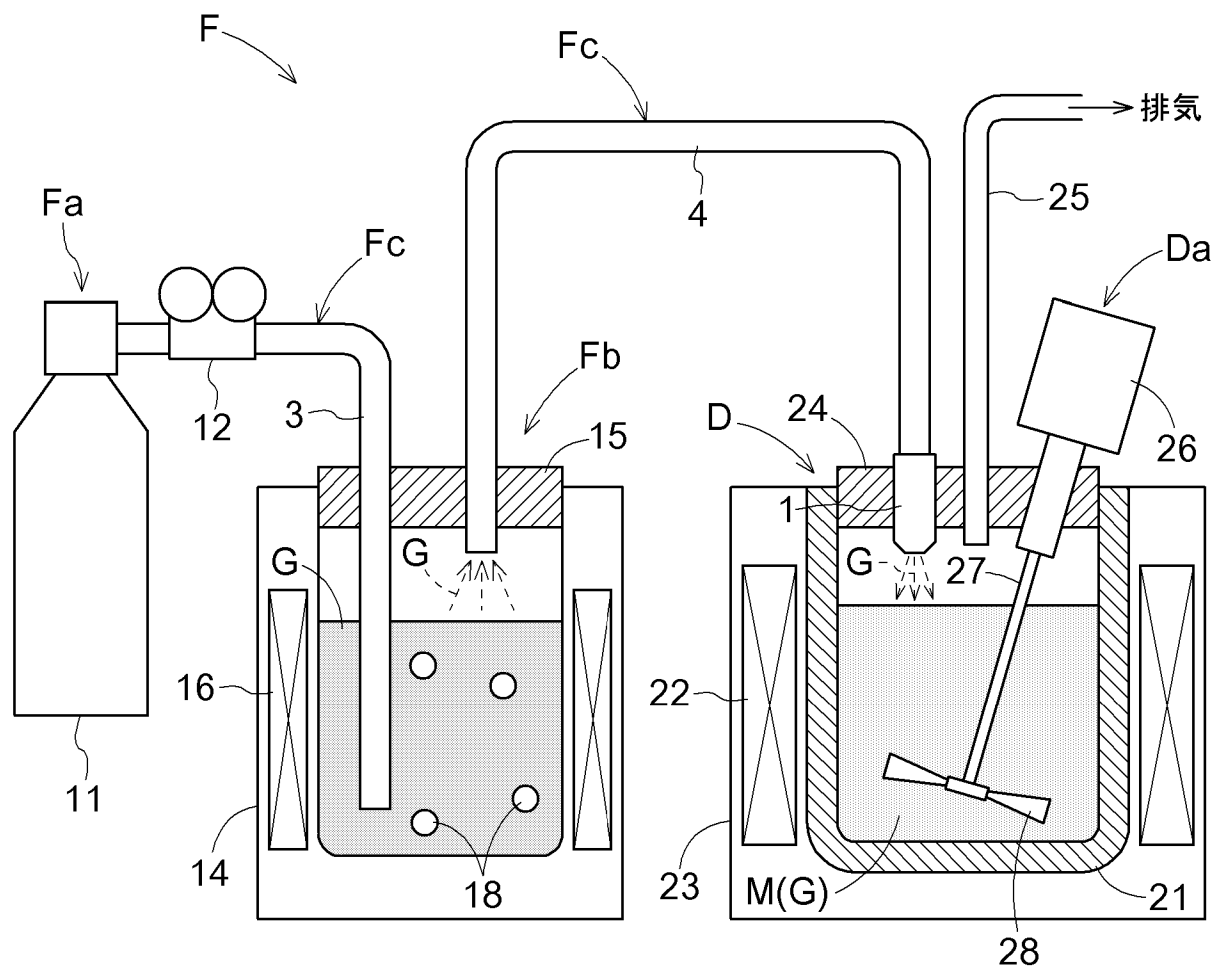
[請求項 6] (補正後)

前記加熱部は筒状のヒータを有し、当該ヒータの周りに前記流路を沿わせて配置している請求項 1 に記載の金属複合材料の製造装置。

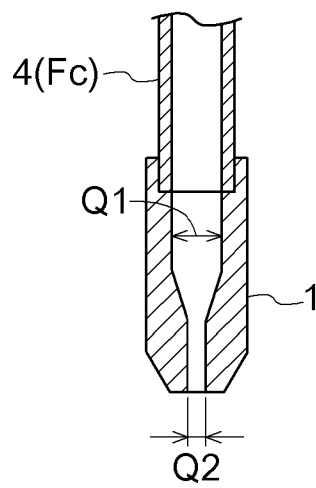
[請求項 7] (補正後)

前記金属溶湯に混入した前記セラミックス粒子は、球状である請求項 1 ～ 4 及び請求項 6 のいずれか一項に記載の金属複合材料の製造装置。

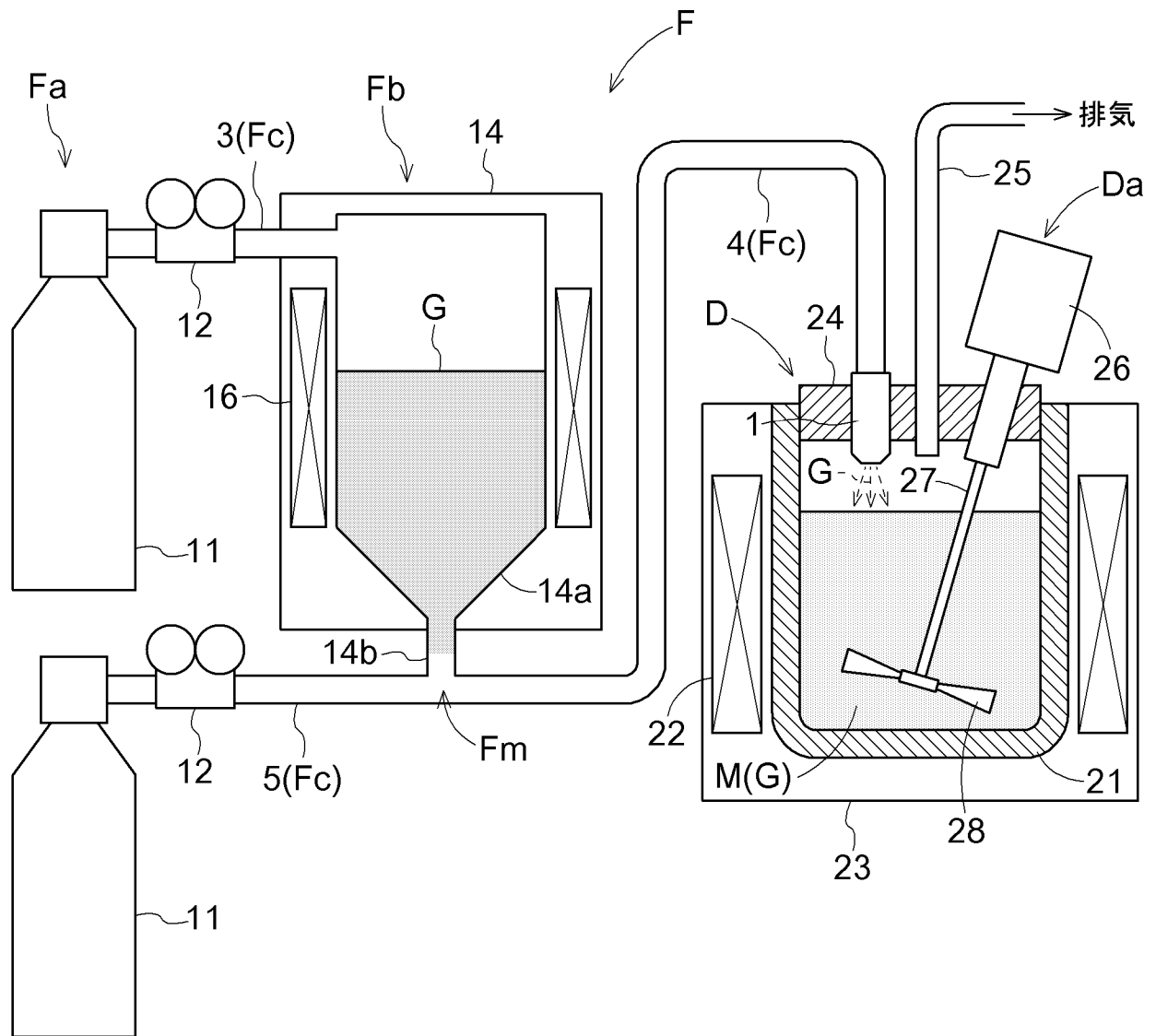
[図1]



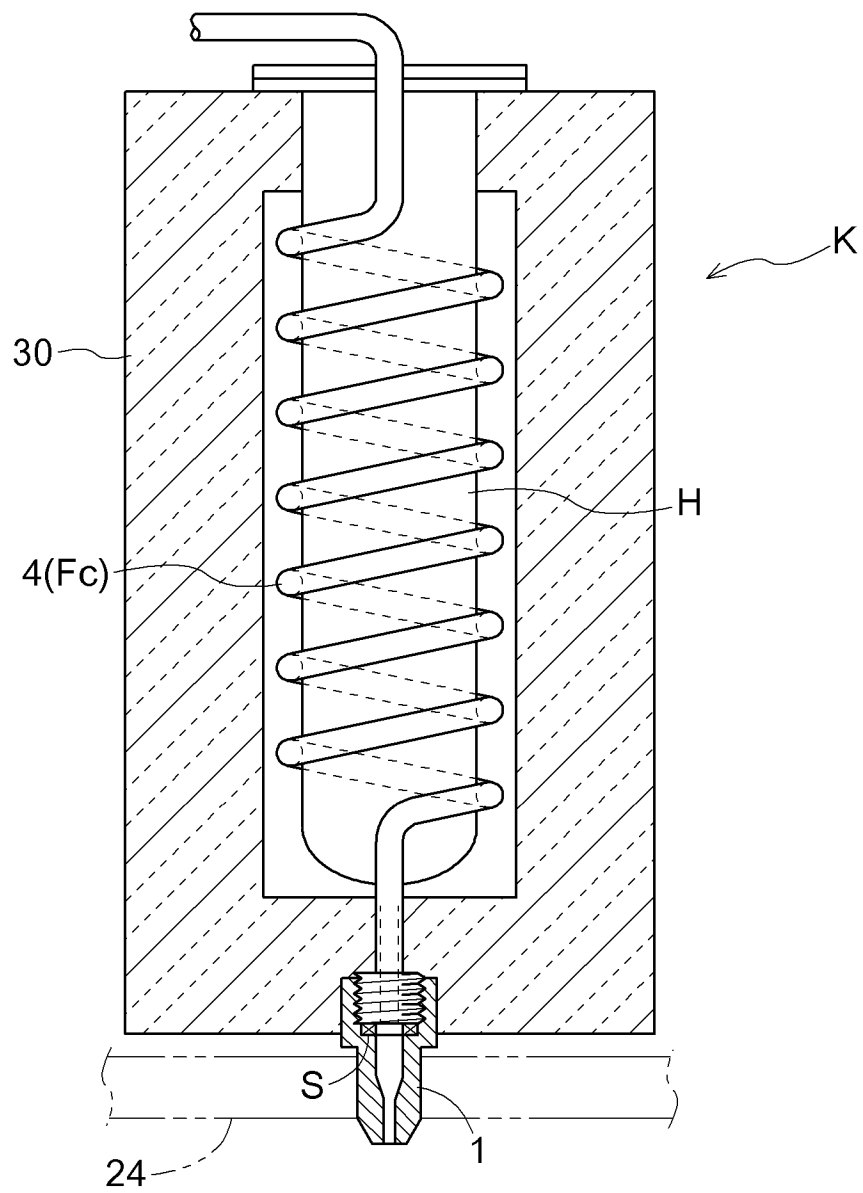
[図2]



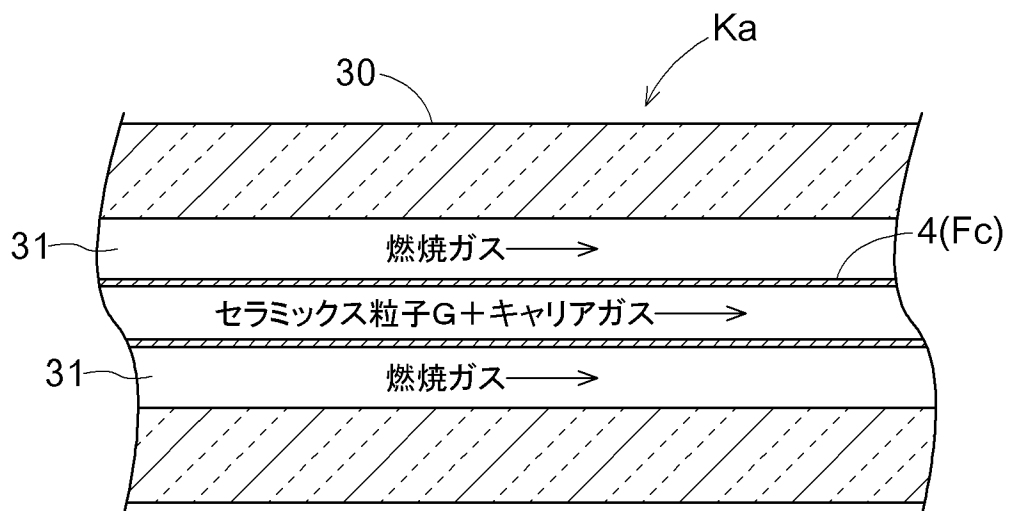
[図3]



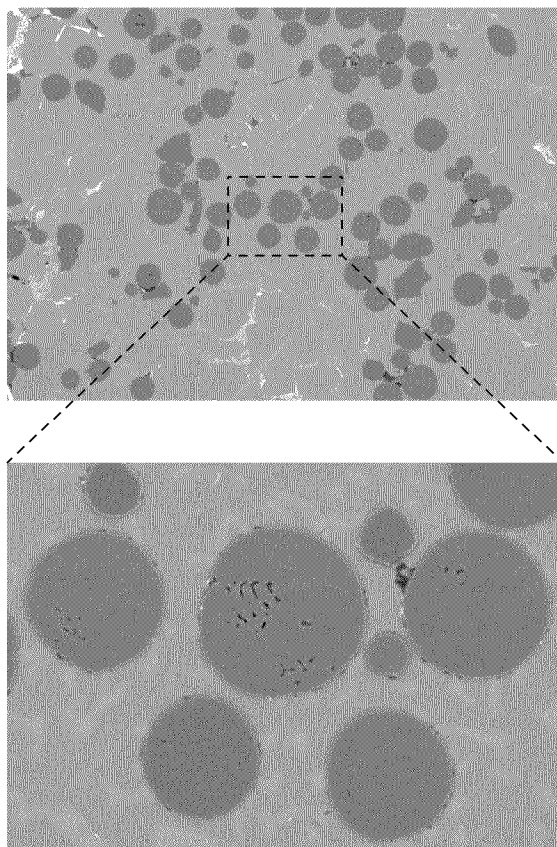
[図6]



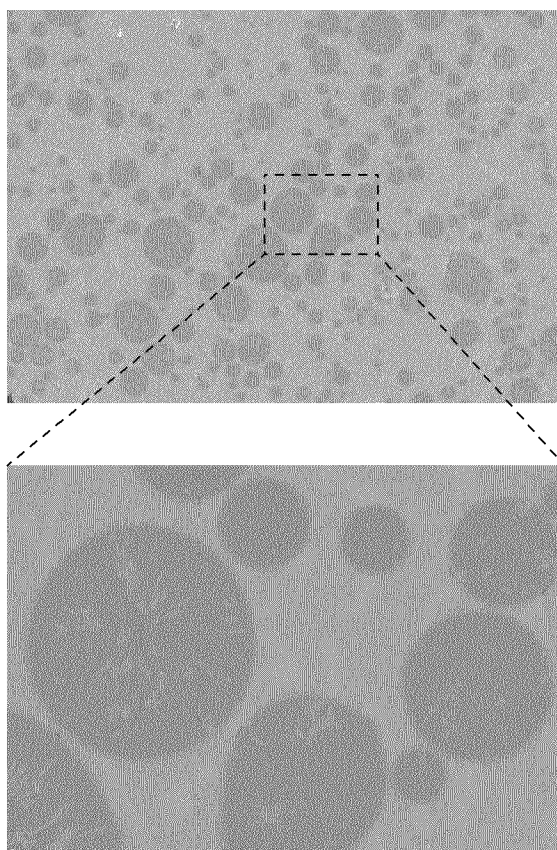
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/054932

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B22D19/14(2006.01)i, C22C1/10(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B22D19/14, C22C1/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X <u>Y</u> A	JP 62-116740 A (Toyota Motor Corp.), 28 May 1987 (28.05.1987), claims; page 2, upper left column, line 15 to page 3, upper left column, line 7; fig. 1 (Family: none)	1 <u>2-4, 7</u> 5, 6
X <u>Y</u> A	JP 2-282440 A (Odai Iron Works Co., Ltd.), 20 November 1990 (20.11.1990), claims; page 4, lower left column, line 20 to page 5, upper right column, line 17; fig. 1, 4 (Family: none)	1 <u>2-4, 7</u> 5, 6
X <u>Y</u> A	JP 54-16305 A (Hitachi Zosen Corp.), 06 February 1979 (06.02.1979), page 1, lower left column, lines 12 to 20 (Family: none)	1 <u>2-4, 7</u> 5, 6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 April 2016 (08.04.16)

Date of mailing of the international search report
19 April 2016 (19.04.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/054932

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 32388/1993 (Laid-open No. 3743/1995) (Chiron Japan Kabushiki Kaisha), 20 January 1995 (20.01.1995), fig. 1 (Family: none)	2-4, 7
Y	JP 9-327259 A (Earth Kankyo Service Kabushiki Kaisha), 22 December 1997 (22.12.1997), claims; paragraphs [0011] to [0016]; fig. 1 (Family: none)	3, 4, 7
A	US 6491423 B1 (SKIBO, D. Michael), 10 December 2002 (10.12.2002), entire text & US 6547850 B1	1-7
A	JP 2-22430 A (Toyota Motor Corp.), 25 January 1990 (25.01.1990), entire text (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B22D19/14(2006.01)i, C22C1/10(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B22D19/14, C22C1/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 62-116740 A（トヨタ自動車株式会社）1987.05.28, 特許請求の範囲、第2頁左上欄第15行－第3頁左上欄7行、 第1図（ファミリーなし）	1 <u>2-4, 7</u> 5, 6
X Y A	JP 2-282440 A（小田井鉄工株式会社）1990.11.20, 特許請求の範囲、第4頁左下欄第20行－第5頁右上欄第17行、 第1図、第4図（ファミリーなし）	1 <u>2-4, 7</u> 5, 6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08.04.2016

国際調査報告の発送日

19.04.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

池ノ谷 秀行

4E

4142

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 54-16305 A (日立造船株式会社) 1979. 02. 06, 第1頁左下欄第12-20行 (ファミリーなし)	1 <u>2-4, 7</u> 5, 6
Y	日本国実用新案登録出願 5-32388 号(日本国実用新案登録出願公開 7-3743 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (チロン・ジャパン株式会社) 1995. 01. 20, 図1 (ファミリーなし)	2-4, 7
Y	JP 9-327259 A (アース環境サービス株式会社) 1997. 12. 22, 特許請求の範囲、[0011] - [0016]、図1 (ファミリーなし)	3, 4, 7
A	US 6491423 B1 (SKIBO, D. Michael) 2002. 12. 10, 全文 & US 6547850 B1	1-7
A	JP 2-22430 A (トヨタ自動車株式会社) 1990. 01. 25, 全文 (ファミリーなし)	1-7