

(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2006-207838

(P2006-207838A)

(43) 公開日 平成18年8月10日(2006.8.10)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 2 7 B 3/16 (2006.01)	F 2 7 B 3/16	3 K 0 8 4
C 2 2 B 9/22 (2006.01)	C 2 2 B 9/22	4 K 0 0 1
F 2 7 D 11/08 (2006.01)	F 2 7 D 11/08 D	4 K 0 4 5
H 0 5 B 7/00 (2006.01)	H 0 5 B 7/00 B	4 K 0 6 3
H 0 5 B 7/02 (2006.01)	H 0 5 B 7/02 C	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2005-16396 (P2005-16396)
 (22) 出願日 平成17年1月25日 (2005.1.25)

(71) 出願人 390007227
 東邦チタニウム株式会社
 神奈川県茅ヶ崎市茅ヶ崎三丁目3番5号
 (74) 代理人 100096884
 弁理士 末成 幹生
 (72) 発明者 八太 好弘
 神奈川県茅ヶ崎市茅ヶ崎3-3-5 東邦
 チタニウム株式会社内
 Fターム(参考) 3K084 AB04
 4K001 AA27 BA23 EA08 FA13 GA16
 4K045 AA04 BA03 RA09 RA16 RB06
 4K063 AA04 AA12 BA03 CA03 EA04
 FA57

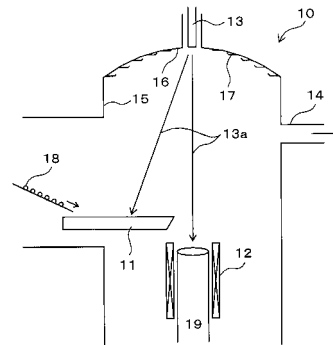
(54) 【発明の名称】 電子ビーム溶解装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 スポンジチタンやチタンスクラップを溶解してチタンインゴットを溶製するに際し、溶製時に新たな不純物の発生を抑制するとともに、ハースや鋳型内の熔融プールから一旦蒸発した不純物が熔融プールに再び混入し難い電子ビーム溶解装置を提供する。

【解決手段】 原料を供給する原料供給部と、上記原料供給部から連なるとともに炉壁15と天井壁16とにより画成され、少なくともハース11、水冷鋳型12および電子銃13を備える原料溶融部と、上記原料溶融部から連なる排気部14とからなり、上記炉壁および天井壁の少なくとも一方に、チタンまたはステンレス鋼によってライニングを施すとともに、上記天井壁に、チタンまたはステンレス鋼で構成した複数のフィン形状部材17を設ける。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

原料を供給する原料供給部と、前記原料供給部から連なるとともに炉壁と天井壁とにより画成され、少なくともハース、水冷鋳型および電子銃を備える原料溶融部と、前記原料溶融部から連なる排気部とからなる、チタン材を溶解する電子ビーム溶解装置において、前記炉壁および天井壁の少なくとも一方に、チタンまたはステンレス鋼によってライニングを施すとともに、前記天井壁に、チタンまたはステンレス鋼で構成した複数のフィン形状部材を設けたことを特徴とする電子ビーム溶解装置。

【請求項 2】

前記炉壁に、装置の側方視で前記炉壁から装置の中央方向かつ上方に延在する、遮蔽部材を配置したことを特徴とする請求項 1 に記載の電子ビーム溶解装置。 10

【請求項 3】

前記遮蔽部材がチタンよりも融点の高い金属またはセラミックから構成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の電子ビーム溶解装置。

【請求項 4】

前記遮蔽部材を構成する金属またはセラミックの温度を、チタンの融点未満に保持したことを特徴とする請求項 3 に記載の電子ビーム溶解装置。

【請求項 5】

前記遮蔽部材を構成する金属が、モリブデンまたはタンタルであることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の電子ビーム溶解装置。 20

【請求項 6】

前記遮蔽部材を構成するセラミックが、カルシア、イットリア、またはこれらを複合したものであることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の電子ビーム溶解装置。

【請求項 7】

前記排気部の下流側に、チタン蒸気の凝縮管を配置したことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の電子ビーム溶解装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、チタンインゴットを溶製するための、電子ビーム溶解装置に係り、特に、LD 30
I (low density inclusions) 等の汚染源のインゴットへの混入を抑えることのできる電子ビーム溶解技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、チタンインゴットは、通常、クロール法で製造されたスポンジチタンを圧縮成形してブリケットとし、このブリケットを複数組み合わせることで消耗電極として、これを真空アーク炉にて溶解することにより製造されていた。

【0003】

しかしながら、近年においては、チタンインゴットの高純度化の要求を満足するため、上記の真空アーク炉に代えて電子ビーム溶解炉を用いる場合が多く、電子ビーム溶解炉の中 40
中でも、特に、精製効果に優れたハース式電子ビーム溶解炉が頻りに利用されている。

【0004】

このような電子ビーム溶解炉を利用する場合には、炉内圧力を $10^{-3} \sim 10^{-4}$ Torr レベルの減圧雰囲気下に保持してチタンインゴットの溶解が行われる。このため、不純物のみならずチタン自体の蒸発も伴い、電子ビーム溶解炉の炉壁や天井壁に、凝縮、析出した不純物やチタンが付着するとともに、炉壁や天井壁の構成材と上記不純物やチタンとが化合物を生成するという問題がある。

【0005】

このように、炉壁等において生成した上記不純物や化合物（以下、「不純物等」と称する場合がある）は、消耗電極の溶解の回数に比例して増加する。このような状況下におい 50

ては、炉壁等への不純物等の付着を放置すると、不純物等自体が自重に耐え切れず、炉の下方に落下するおそれがある。この不純物等が鑄型あるいはハース内の溶湯に落下した場合には、鑄型等に不純物が新たに混入することにより、インゴットの品質を劣化させることになる。

【0006】

このため、近年においては、上記事情に鑑み、特に、電子ビーム溶解炉の天井壁等には種々の工夫がなされている。例えば、凹面水冷表面を有する部分が炉床上に配置されて、炉床内で処理される合金の蒸発成分の凝集物を採集する低温炉床精錬用の凝縮物保持装置が開示されている（特許文献1参照）。特許文献1に記載の技術には、電子ビーム溶解炉の天井壁に、バチ構造と呼ばれる楔型の多数の凹部が敷設されているため、この凹部に固形不純物が析出しても当該不純物が下方に落下し難いという効果がある。

10

【0007】

また、真空下で加熱手段によりNb-Al合金を溶解し、溶解炉内に配置されたハース上に溜めつつAlを蒸発させることによりNbを精製する工程と、精製したNbを水冷ルツボに移してNbインゴットを鑄造する工程と、水冷ルツボ上に冷却手段付きの回転体を設け、この回転体の下部にステンレス製線材を織編したネットを着脱可能に取り付けることにより蒸発Alをネット上にほぼ均一かつ緻密に付着凝固させる工程とを含む、溶解炉における不純物蒸発金属の凝固物落下防止方法が開示されている（特許文献2参照）。特許文献2に記載の技術では、鑄型内に保持された溶融プールの上方空間部に網目状の円板を回転保持して、溶融プールから揮発する不純物やチタン蒸気を凝縮させ、これらの電子ビーム溶解装置の天井壁への付着を防止することができる。

20

【0008】

さらに、電子ビームのハース全域をその直上に設けた凝縮板で覆い、これにハースから揮発した不純物を捕集して、天井壁への不純物の付着を防止する技術が開示されている（特許文献3参照）。

【0009】

【特許文献1】特開平11-132664号公報（発明の詳細な説明）

【特許文献2】特開平11-061288号公報（発明の詳細な説明）

【特許文献3】USP（United States Patent）5222547号公報

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

上記した特許文献1～3に記載の技術は、いずれもハースあるいは鑄型内に保持されたチタン溶融層から揮発するチタン蒸気あるいは不純物を天井壁あるいは天井壁に至るまでに捕集しようとするものであり、いずれも固形物が析出することに違いはないが、その析出の度合いによっては、固形物が溶湯プールに落下しないという保証はない。

【0011】

とりわけ、HDI（high density inclusions）やLDI（low density inclusions）の混入を極度に嫌う航空機向けのチタンインゴットを溶製する場合には、インゴットへの不純物の混入は微量であっても許容されず、このような用途においては、不純物の混入を極力抑えたチタンインゴットの溶解装置の開発が要請されている。

40

【0012】

本発明は、上記要請に鑑みてなされたものであり、スポンジチタンやチタンスクラップを溶解してチタンインゴットを溶製するに際し、溶製時に新たな不純物の発生を抑制するとともに、ハースや鑄型内の溶融プールから一旦蒸発した不純物が溶融プールに再び混入し難い電子ビーム溶解装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0013】

発明者は、このような事情に鑑み、ハースや鑄型内の溶融プールから蒸発した不純物が溶融プールに再び混入することを抑制することができる電子ビーム溶解装置について鋭意

50

検討を重ねた。その結果、炉壁および天井壁の内面の少なくとも一方をチタンまたはステンレス鋼でライニングするとともに、上記天井壁にフィン形状部材を設けることで、凝縮した不純物をフィン形状部材の上面に留め、炉内の下方に不純物が落下することを抑制することができるとの知見を得た。

【0014】

なお、発明者は、上記フィン形状部材は、チタンあるいはステンレス鋼で構成することが好適であり、このような場合には、ハースや鋳型内部の溶融プールから蒸発したチタン蒸気による炉壁や天井壁の腐蝕を効果的に抑制することができるとの知見も得た。本発明はこのような知見に鑑みてなされたものである。

【0015】

即ち、本発明の電子ビーム溶解装置は、以上の知見に基づいてなされたものであり、原料を供給する原料供給部と、上記原料供給部から連なるとともに炉壁と天井壁とにより画成され、少なくともハース、水冷鋳型および電子銃を備える原料溶融部と、上記原料溶融部から連なる排気部とからなり、上記炉壁および天井壁の少なくとも一方に、チタンまたはステンレス鋼によってライニングを施すとともに、上記天井壁に、チタンまたはステンレス鋼で構成した複数のフィン形状部材を設けたことを特徴としている。

【0016】

さらに、発明者は、ハースや水冷鋳型の溶融プールから蒸発したチタンや不純物が天井壁に到達する経路を遮断すべく、上記天井壁の下方に遮蔽部材が位置するように、上記炉壁に遮蔽部材を配置することで、溶融プールから発生するチタン蒸気が天井壁に凝縮する量を効果的に抑制することができるとの知見を得た。なお、発明者は、上記遮蔽部材を電子ビーム溶解装置の側方視で上記炉壁から装置の中央方向かつ上方に延在させると、上記抑制効果が十分に発揮されるとの知見も併せて得た。以下に示す発明は、これらの知見に基づいてなされたものである。

【0017】

すなわち、上記電子ビーム溶解装置においては、上記炉壁に、装置の側方視で上記炉壁から装置の中央方向かつ上方に延在する、遮蔽部材を配置することが望ましく、上記遮蔽部材をチタンよりも融点の高い金属またはセラミックから構成したことがさらに望ましい。また、上記遮蔽部材を構成する金属またはセラミックの温度を、チタンの融点未満に保持することが極めて望ましい。このような金属としては、モリブデンまたはタンタルが、セラミックとしては、カルシアまたはイットリア、またはこれらを複合したものを使用することが好適である。

【0018】

加えて、発明者は、溶融プールから一旦蒸発したチタン蒸気や不純物を、装置内の排気部の下流に別途設けた冷却部（以下「凝縮管」と称する場合がある。）において捕集して分離回収することにより、チタン蒸気や不純物と炉壁や天井壁の構成材との化合を高いレベルで抑制し、不純物等の溶融プールへの混入をさらに防止することができるとの知見を得た。これにより、ハースや水冷金型内の溶融チタンの純度をさらに一層高め、ひいてはインゴットの純度を極めて高いレベルに保持することができる。以下に示す発明は、このような知見に基づいてなされたものである。

【0019】

すなわち、上記電子ビーム溶解装置においては、排気部の下流側に、チタン蒸気の凝縮管を配置することがさらに好適である。なお、この凝縮管は、電子ビーム溶解装置と一体的に設けることも、また別体として設けることもできる。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、装置内の炉壁や天井壁の少なくとも表面素材の適正化を図ることにより、チタン溶製時に新たな不純物の生成を抑制することができるとともに、遮蔽部材の設置、あるいは上記凝縮管の配置により、溶融プールから一旦蒸発して天井壁で凝縮した不純物が溶融プールに混入することを効果的に抑制することができる。その結果、インゴッ

10

20

30

40

50

トの品質を極めて高いレベルに保持することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下に、本発明の好適な実施形態を図面を参照して説明する。

図1は、本発明の電子ビーム溶解装置の好適例を示す側面図である。この電子ビーム溶解装置10には、同図に示すように、チタンを溶解するハース11と、ハース11から溶解チタンを流し込む水冷鑄型12と、ハース11や水冷鑄型12の溶解プールに電子ビーム13aを照射する電子銃13と、図示しない減圧装置と連通した排気ノズル14とがそれぞれ設けられている。なお、同図において、原料供給部とは、ハース11よりも左側の領域を意味し、原料溶解部とは、ハース11の左端から排気ノズル14の付け根までの領域を意味し、排気部とは、排気ノズル14の付け根から右側の領域を意味する。

10

【0022】

また、図1に示す電子ビーム溶解装置10においては、炉壁15とドーム形状の天井壁16とが連なっており、この天井壁16には、複数のフィン形状部材17が取り付けられている。炉壁15、天井壁16及びフィン形状部材17は、チタンまたはステンレス鋼で構成することが好ましいが、その他の材料にステンレス鋼あるいはチタンによってライニングしたものを使用することもできる。なお、天井壁16をドーム形状としたのは、天井壁16への複数のフィン形状部材17の取り付けを容易にするためである。

【0023】

このような装置構成の下、実際にスポンジチタンを溶解してチタンインゴットを得る場合には、まず、原料であるチタン材18を原料供給部からハース11に送り込み、電子銃13によりこれを溶解する。次いで、ハース11内で生成した溶解チタンを水冷鑄型12に流し込み、電子銃13によって温度を調整しながら、インゴット19を形成しつつ、下方に引き抜く。

20

【0024】

このような電子ビーム溶解装置10によれば、炉壁15および天井壁16が高防蝕性のチタンによりライニングされていることから、溶製時に炉内の温度が相当高くなっても、炉壁15や天井壁16の構成材が、ハース11や水冷鑄型12中の溶解チタンプールから蒸発したチタン蒸気や不純物により腐蝕されず、インゴットを安定して製造することができる。

30

【0025】

また、上記した一連の工程においては、ハース11または水冷鑄型12中の溶解チタンプールからチタンや不純物が蒸気となって装置内の上方に移動する際に、蒸発したチタンや不純物の一部が排気ノズル14を介して外部に排出されるが、蒸発したチタンや不純物の大半は、炉壁15や天井壁16に達して凝縮する。

【0026】

このように、蒸発したチタンや不純物の大半は、炉壁15や天井壁16に到達して凝縮するが、溶製の回数が増すにつれてその量が増加して自重により下方に落下する傾向にある。しかしながら、天井壁16には本発明に係る発明の構成要素である複数のフィン形状部材17が配置されているため、このフィン形状部材17が凝縮したチタンや不純物の受け皿としての役割を果たし、不純物等のハース11や水冷鑄型12の溶解プールへの落下を効果的に抑制することができる。なお、フィン形状部材17は、図1に示すように、その自由端側を折り曲げ形状とすることで、フィン形状部材17に積載したチタンや不純物の落下をより効果的に抑制することができる。

40

【0027】

以上のような作用、効果により、図1に示す電子ビーム溶解装置を使用した場合には、炉壁15および天井壁16へのライニング施工により、新たな不純物の発生を効果的に防止でき、また、天井壁16への複数のフィン形状部材17の設置により、チタンや不純物の落下に伴うインゴットの品質低下を効果的に抑制することができる。

【0028】

50

図2は、本発明の電子ビーム溶解装置の他の好適例を示す側面図である。図2に示す装置の基本構成は図1に示す装置の基本構成と同じである。よって、本例においても、原料供給部とは、ハース11よりも左側の領域を意味し、原料溶融部とは、ハース11の左端から排気ノズル14の付け根までの領域を意味し、排気部とは、排気ノズル14の付け根から右側の領域を意味する。

【0029】

図2に示す例では、遮蔽部材20を炉壁15に追加配置することで、天井壁16の下方にこの遮蔽部材20が位置するようにしている。遮蔽部材20は、ハース11や水冷鋳型12の溶融プールから蒸発したチタンや不純物が天井壁16に到達する経路を遮断するために配置されるものである。遮断部材20は、図2に示すように、電子ビーム13aが通過する開口部を中心部に備える逆コーン形状とすることが好ましいが、これ以外の形状も適宜選択することができる。なお、本例では、遮蔽部材20を、逆コーン形状、即ち装置の側方視で炉壁15から装置の中央方向かつ上方に延在する構造としており、これにより、仮に不純物等がフィン形状部材17から落下した場合であっても、不純物等を遮蔽部材20上に堆積させ、不純物等の遮蔽部材20より下方への落下を防止することができる。

10

【0030】

遮蔽部材20は、MoやTaのようなチタンよりも融点の高い材料で構成することが好ましい。遮蔽部材20の温度は、チタンインゴットの溶製時には、当該部材20を1000~1600、好ましくは、1300~1600付近まで加熱しておくことがより好ましい。ただし、チタンの融点に達すると、蒸発したチタンと合金を生成してインゴットの強度が低下するおそれがあるので、チタンの融点に達しないように保持することが好ましい。

20

【0031】

遮蔽部材20の温度は、電子ビーム13aによる照射あるいはヒーターを装着しておくことで上記温度範囲に保持することができる。このような温度領域に加熱保持しておくことで、遮蔽部材20の下面においては、ハース11や水冷鋳型12から蒸発したチタン蒸気の析出を防止することができる。以上のような作用により、LDIやHDIの発生原因となり得る固形不純物のハース11や水冷鋳型12への落下混入を抑制することができる。これによりチタンインゴットの品質劣化を効果的に抑制することができる。

【0032】

一方、遮蔽部材20は、その上面においては、上述したように、フィン形状部材17の下面に析出、固化して自重に耐え切れなくなったチタンや不純物が落下した場合の捕集部材として機能させることができる。

30

【0033】

また、上記遮蔽部材20は、カルシアまたはイットリア、あるいはこれらの複合したセラミックで構成することもできる。この場合においても、遮蔽部材20の温度は、やはり、1000~1600、さらに、1300~1600の高温域に保持しておくことが好ましい。また、遮蔽部材20を上記のセラミックで構成する際には、ヒーターを装着して上記温度範囲に保持することが好ましい。このような高温域に遮蔽部材20を保持することで、チタン蒸気の凝縮・析出を抑制し、その結果インゴットへの不純物混入を効果的に抑制することができる。

40

【0034】

このような温度に保持された遮蔽部材20に達したチタン蒸気は、遮蔽部材20の表面で一部凝縮しつつ気相のまま傾斜した遮蔽部材20の内面に沿って斜め下方に流れ、図示しない炉外に排出される。

【0035】

図3は、本発明の電子ビーム溶解装置の他の好適例を示す側面図である。図3に示す例は、ハース11や水冷鋳型12内の溶融チタンプールから蒸発したチタン蒸気や不純物を、排気部の下流側に溶解装置10とは別個に設けた凝縮管21に高温のまま導き、チタン蒸気や不純物を凝縮管21内で冷却して分離回収するよう構成されている。この例では、

50

2基の電子銃13, 22を配置し、電子銃13からは電子ビーム13aを水冷鋳型12の溶融チタンプールに照射するとともに、電子銃22からは電子ビーム22aをハース11の溶融チタンプールに照射する。なお、同図において、原料供給部とは、ハース11よりも左側の領域を意味し、原料溶融部とは、ハース11の左端から炉壁15と天井壁16とからなる先細り形状のテーパ部よりも左側部分までの領域を意味し、排気部とは、上記テーパ部領域を意味する。

【0036】

図3に示す例においては、溶解装置10の天井壁16のみならず側壁15の内面に、高温に加熱した耐蝕性を有する加熱板23が配置されている。加熱板23は、溶融プールから蒸発したチタン蒸気が加熱板23に凝縮し難いような高温域に保持しておくことが好ましい。具体的には、1000～1600程度に保持しておくことが好ましく、チタンの融点に達しないように保持しておくことが肝要である。このような高温域とすることで、上記チタン蒸気や不純物の大半は、加熱板23に凝縮することなく凝縮管21に導かれる。このため、不純物等がハース11や水冷鋳型12に混入することなく、凝縮管21内で付着物24または堆積物25となって分離回収される。なお、加熱板23は、上記の高温域に耐え得るモリブデンあるいはタンタルで構成しておくことが好ましい。

10

【0037】

また、凝縮管21の下流に、図示しない別の凝縮管を配置することで、より一層チタン蒸気や不純物の回収を効率的に行うことができる。以上のような装置構成とすることで、凝縮管21の下流に設けられた真空排気設備26に到達する金属粉またはダストの量を抑制することができ、真空排気設備26の寿命を延ばすことができる。

20

【実施例1】

【0038】

以下に、本発明の実施例を示し、本発明の効果を検証する。

< 発明例 >

図1～図3に示す構成の装置をそれぞれ用いて、スポンジチタン1000kgを電子ビーム溶解し、チタンインゴットを得る操作を行った。この操作をそれぞれの装置を用いて5回ずつ繰り返し、生成されたチタンインゴット中のLDIを調査したが、いずれのチタンインゴット中にもLDIは検出されなかった。LDIは、生成したインゴットを鍛造圧延して薄板としX線透視により観察した。

30

【0039】

< 比較例 >

図1に示す構成の装置において、炉壁15および天井壁16にライニングを施さず、天井壁16にフィン形状部材17を有しない装置を用い、上記発明例と同様にチタンインゴットを得て、チタンインゴット中のLDIの有無を調査したところ、5回の溶解試験のうち、1回目と4回目に溶製したインゴット中に粒径が1～2mm程度のLDIがそれぞれ1個ずつ検出された。

【産業上の利用可能性】

【0040】

本発明は、LDIの混入を高いレベルで抑制することが望まれている航空機向けのチタンインゴットを溶製する際に有用な技術である。

40

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】本発明の電子ビーム溶解装置の好適例を示す側面図である。

【図2】本発明の電子ビーム溶解装置の他の好適例を示す側面図である。

【図3】本発明の電子ビーム溶解装置の他の好適例を示す側面図である。

【符号の説明】

【0042】

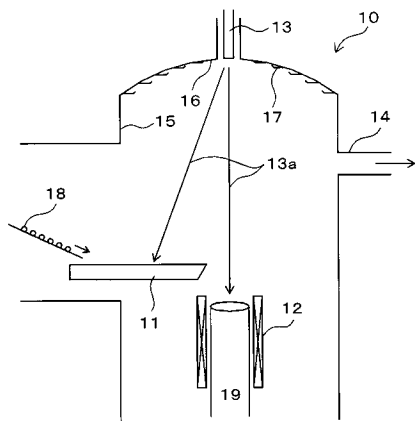
10 ... 電子ビーム溶解装置

11 ... ハース

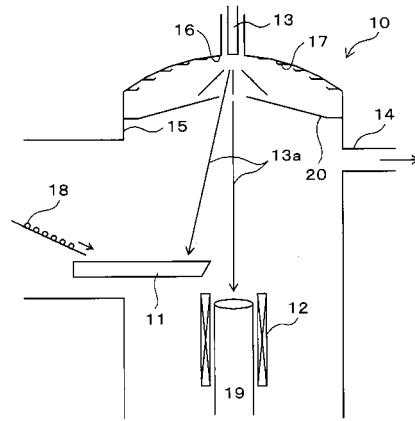
50

- 1 2 ... 水冷鑄型
- 1 3 ... 電子銃
- 1 3 a ... 電子ビーム
- 1 4 ... 排出ノズル
- 1 5 ... 炉壁
- 1 6 ... 天井壁
- 1 7 ... フィン形状部材
- 1 8 ... チタン材
- 1 9 ... インゴット

【図 1】



【図 2】



【 図 3 】

