

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2024-166345
(P2024-166345A)

(43)公開日 令和6年11月28日(2024.11.28)

(51)国際特許分類

C 22 B 7/00 (2006.01)

F I

C 22 B

7/00

F

審査請求 有 請求項の数 14 O L (全31頁)

(21)出願番号 特願2024-160707(P2024-160707)
 (22)出願日 令和6年9月18日(2024.9.18)
 (62)分割の表示 特願2022-565673(P2022-565673)
)の分割
 原出願日 令和3年4月29日(2021.4.29)
 (31)優先権主張番号 63/017,409
 (32)優先日 令和2年4月29日(2020.4.29)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 米国(US)

(71)出願人 506110243
 ノベリス・インコーポレイテッド
 N O V E L I S I N C .
 アメリカ合衆国, ジョージア 3032
 6, アトランタ, ピーチツリー ロード
 3550, ワン フィップス ブラザ, ス
 イート 1100
 (74)代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74)代理人 100123582
 弁理士 三橋 真二
 (74)代理人 100123593
 弁理士 関根 宣夫
 (74)代理人 100208225
 弁理士 青木 修二郎

最終頁に続く

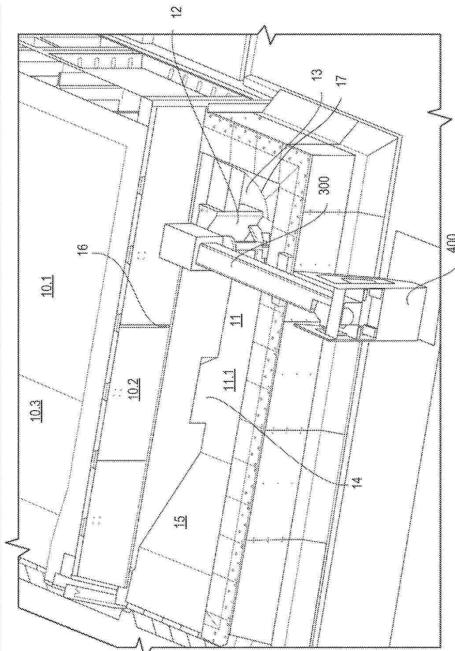
(54)【発明の名称】 スクラップ浸漬装置及び関連プロセス

(57)【要約】

【課題】溶融金属の混合、搬送、処理及び/または保持用の炉、溶融金属格納構造、及びスクラップ浸漬装置のための装置及びプロセスの提供。

【解決手段】炉内で溶融金属を混合するためのスクラップ浸漬装置は、上部構造、上部構造から下方に延在するシャフト、及びシャフトの下端にあるインペラを含むことができる。インペラは、複数のブレード及びプレートを含むことができる。複数のブレードのそれぞれは、ブレード高さ及びブレード半径を有することができる。ブレード半径に対するブレード高さの比率は、約0.3から約1であり得る。

【選択図】図2F



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

炉内で溶融金属を混合するためのスクラップ浸漬装置であって、
上部構造と、
前記上部構造から下に延在するシャフトと、
前記シャフトの下端にあるインペラであって、
複数のブレードであって、それぞれがブレード高さ及びブレード半径を有する、前記
複数のブレードと、
プレートと、を備え、
前記ブレード半径に対する前記ブレード高さの比率は約 0.3 から約 1 である、
前記インペラと、
を備える、前記スクラップ浸漬装置。

【請求項 2】

前記プレートが、前記複数のブレードの合計直径よりも小さい幅を備え、
前記プレートの下面が、前記複数のブレードのそれぞれの下面と整列される、
請求項 1 に記載のスクラップ浸漬装置。

【請求項 3】

前記複数のブレードのうちの少なくとも 1 つが、前記複数のブレードのうちの前記少な
くとも 1 つの前面上の最外縁部からほぼ接線方向に延在する半径方向延長部を備える、請求
項 1 または 2 に記載のスクラップ浸漬装置。

【請求項 4】

前記複数のブレードのうちの少なくとも 1 つが、前記複数のブレードのうちの前記少な
くとも 1 つの前面上の上縁部からほぼ接線方向に延在する上部延長部を備える、請求項 1
から 3 のいずれか 1 項に記載のスクラップ浸漬装置。

【請求項 5】

前記インペラが前記インペラの周囲に延在するリングを備え、前記リングは前記複数の
ブレードのそれぞれの最外縁部に取り付けられる、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載
のスクラップ浸漬装置。

【請求項 6】

前記シャフトが、
前記シャフトの残りの部分よりも大きな外形寸法を備えるショルダと、
前記ショルダの上に配置されたカップリングと、
を備える、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のスクラップ浸漬装置。

【請求項 7】

前記インペラが前記炉の内側に配置されるとき、前記インペラは、前記インペラの半径
方向流路がデフレクタブロックから約 1 インチ ~ 5 インチ、オフセットされるように配置
される、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載のスクラップ浸漬装置。

【請求項 8】

前記炉が、主炉床、サイドウェル、及び前記主炉床を前記サイドウェルから分離する仕
切り壁を備え、

前記デフレクタブロックが前記仕切り壁に取り付けられる、
請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載のスクラップ浸漬装置。

【請求項 9】

前記上部構造から延在するアームをさらに備え、前記デフレクタブロックは前記アーム
に取り外し可能に取り付けられる、請求項 8 のいずれか 1 項に記載のスクラップ浸漬装置
。

【請求項 10】

前記サイドウェルが、溶融金属が通って前記サイドウェルに入る入口ポートと、前記溶
融金属が通って前記サイドウェルから流れて出る出口ポートとを有し、
前記出口ポートの面積は前記入口ポートの面積の 50 % ~ 100 % である、

10

20

30

40

50

請求項 8 または 9 に記載のスクラップ浸漬装置。

【請求項 1 1】

前記サイドウェルが、溶融金属が通って前記サイドウェルに入る入口ポートと、前記溶融金属が通って前記サイドウェルから出る出口ポートとを有し、

前記出口ポートの面積は、前記入口ポートの面積よりも小さい、

請求項 8 から 10 のいずれか 1 項に記載のスクラップ浸漬装置。

【請求項 1 2】

主炉床、サイドウェル、及び前記主炉床を前記サイドウェルから分離する仕切り壁を備える炉であって、前記仕切り壁は、(i) 溶融金属が前記サイドウェルに入る入口ポートと、及び(ii) 溶融金属が前記サイドウェルを出る出口ポートを備える、前記炉と、
10

前記炉内で溶融金属を混合するためのスクラップ浸漬装置であって、

上部構造と、

前記上部構造から下に延在するシャフトと、

前記シャフトの下端にあるインペラと、

を備える前記スクラップ浸漬装置と、

を含み、

前記インペラは、前記サイドウェル内に、

前記インペラの半径方向流路が、デフレクタブロックから約 1 インチから 5 インチ、
オフセットされ、

前記インペラの前記半径方向流路の前縁は、前記入口ポートの縁部と整列される、
20

ように配置される、

溶融金属リサイクルシステム。

【請求項 1 3】

前記デフレクタブロックが前記仕切り壁に取り付けられる、請求項 1 2 に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【請求項 1 4】

前記上部構造から延在するアームをさらに備え、前記デフレクタブロックが前記アームに取り外し可能に取り付けられる、請求項 1 2 または 1 3 に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【請求項 1 5】

前記インペラが前記インペラの周囲に延在するリングを備え、前記リングは複数のブレードのそれぞれの最外縁部に取り付けられる、請求項 1 2 から 1 4 のいずれか 1 項に記載の溶融金属リサイクルシステム。
30

【請求項 1 6】

前記出口ポートの面積が、前記入口ポートの面積の 50 % ~ 100 % である、請求項 1 2 から 1 5 のいずれか 1 項に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【請求項 1 7】

前記インペラの回転速度が、前記サイドウェル内の前記溶融金属の深さに基づいて制御される、請求項 1 2 から 1 6 のいずれか 1 項に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【請求項 1 8】

前記サイドウェル内の前記サイドウェルのフロアに対する前記インペラの高さが、前記サイドウェル内の前記溶融金属の深さに基づいて制御される、請求項 1 2 から 1 7 のいずれか 1 項に記載の溶融金属リサイクルシステム。
40

【請求項 1 9】

前記インペラが複数のブレードを備え、

前記複数のブレードの各ブレードについて、ブレード半径に対するブレード高さの比率は、約 0.3 から約 1 である、

請求項 1 2 から 1 8 のいずれか 1 項に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【請求項 2 0】

前記複数のブレードのうちの少なくとも 1 つが、前記複数のブレードのうちの前記少な
50

くとも 1 つの前面上の最外縁部からほぼ接線方向に延在する半径方向延長部を備える、請求項 19 に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【請求項 21】

前記複数のブレードのうちの少なくとも 1 つが、前記複数のブレードのうちの前記少なくとも 1 つの前面上の上縁部からほぼ接線方向に延在する上部延長部を備える、請求項 19 または 20 に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【請求項 22】

前記インペラが、前記複数のブレードの合計直径よりも小さい幅を有するプレートを備える、請求項 19 から 21 のいずれか 1 項に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【請求項 23】

前記プレートの下面が、前記複数のブレードのそれぞれの下面と整列される、請求項 19 から 22 のいずれか 1 項に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【請求項 24】

前記出口ポートが出口ポート中心軸を備え、前記入口ポートが入口ポート中心軸を備え、前記出口ポート中心軸は前記入口ポート中心軸と平行でない、請求項 12 に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【請求項 25】

前記出口ポート中心軸と前記入口ポート中心軸との間の角度が 0° から 45° である、請求項 24 に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【請求項 26】

前記出口ポート中心軸と前記入口ポート中心軸との間の角度が、前記サイドウェルの容積または前記主炉床の表面積のうちの少なくとも 1 つに基づく、請求項 24 または 25 に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の参照

本出願は、参照によりその内容が全体として本明細書に組み込まれる、2020年4月29日に出願され、「SCRAP SUBMERSION DEVICE AND RELATED PROCESSES」と題する米国仮出願第63/017,409号の利益を主張する。

【0002】

本開示は、一般に冶金学に関し、より具体的には、溶融金属の混合、搬送、処理及び/または保持用の炉、溶融金属格納構造、及びスクラップ浸漬装置のための装置及びプロセスに関する。

【背景技術】

【0003】

材料（例えば、アルミニウム）を非鉄溶融金属炉（溶解炉または保持炉など）に流すことは、多くの理由で望ましい。いくつかの場合では、使用済み飲料缶（UBC）やその他のスクラップなどのリサイクル材料を溶かしてから、他の材料源と組み合わせて、それからインゴットやその他の鋳造製品として鋳造する。

【0004】

溶融アルミニウムは熱伝導率が低い。炉内の材料の表面に到達する熱は、材料の反対側の表面にゆっくりと到達する。ホットスポットが表面に発生して酸化を促進する可能性があるが、固体金属は炉の他の部分では比較的冷たいままである。混合されていない容積の材料は、反対側との間（または上部と下部の間）に大きな温度差がある場合がある。材料を攪拌すると対流が起こり、それは温度が均一になるのを助け、つまり、全体が同じ温度になる。混合は、リサイクル材料をより速く溶融するのにも役立つ。固体金属を溶融浴に混合すると、熱伝達が高くなり、固体が急速に溶融する。ブラックスの同時添加により、金属から汚染物質と酸化物が除去され、金属の品質と金属の回収率が向上する。

10

20

30

40

50

【発明の概要】**【0005】**

実施形態という用語及び同様の用語は広義には、本開示の主題及び以下の特許請求の範囲のすべてを指すものとする。これらの用語を含む記述は、本明細書に記載された主題を限定するものではなく、以下の特許請求の範囲の意味または範囲を限定するものでもないと理解されるべきである。本明細書で網羅される本開示の実施形態は、この発明の概要ではなく、以下の特許請求の範囲によって定義される。この発明の概要は、開示の様々な態様の大まかな概要であり、以下の発明を実施するための形態のセクションでさらに説明される概念のいくつかを紹介する。この発明の概要は、特許請求される主題の重要なまたは本質的な特徴を特定することを意図しておらず、特許請求される主題の範囲を決定するために単独で使用されることも意図していない。この主題は、本開示の明細書全体、任意またはすべての図面、及び各請求項の適切な部分を参照することによって理解されるべきである。

【0006】

本発明の特定の実施形態によれば、炉内で溶融金属を混合するためのスクラップ浸漬装置は、上部構造と、上部構造から下に伸びるシャフトと、シャフトの下端にあるインペラであって、複数のブレードであって、それぞれがブレード高さ及びブレード半径を有する複数のブレードと、プレートとを備え、ブレード半径に対するブレード高さの比が約0.3～約1である、インペラと、を備える。

【0007】

本発明の特定の実施形態によれば、溶融金属リサイクルシステムは、主炉床と、サイドウェルと、主炉床をサイドウェルから分離する仕切り壁とを備える炉であって、この仕切り壁が、(i)溶融金属がサイドウェルに入る入口ポートと、(ii)溶融金属がサイドウェルから出る出口ポートとを備える、炉と、炉内で溶融金属を混合するためのスクラップ浸漬装置であって、上部構造と、上部構造から下に延在するシャフトと、シャフトの下端のインペラとを備える、スクラップ浸漬装置とを備え、インペラは、インペラの半径方向流路がデフレクタブロックから約1インチから5インチ、オフセットされており、インペラの半径方向流路の前縁が入口ポートの縁部と整列される、ようにサイドウェル内に配置される。

【0008】

他の目的及び利点は、以下の非限定的実施例の詳細な説明から明らかとなるであろう。

【0009】

本明細書は、以下の添付の図を参照しており、異なる図中での同様の参照番号の使用は、同様のまたは類似の構成要素を例示することを意図している。

【図面の簡単な説明】**【0010】**

【図1】本発明の特定の実施例によるスクラップ浸漬装置の概略側面図である。

【図2A】本発明の特定の実施形態による炉の斜視図である。

【図2B】図2Aの炉のサイドウェルの上面図である。

【図2C】図2Bのサイドウェルの側面図である。

【図2D】図2Bのサイドウェルのデフレクタブロックの上面図である。

【図2E】図2Aの炉のサイドウェルの別の実施例の上面図である。

【図2F】図2Aのサイドウェルの斜視図である。

【図3】図2Bのサイドウェルのデフレクタブロックの斜視図である。

【図4】本発明の特定の実施例によるスクラップ浸漬装置の斜視図である。

【図5】A、B及びCは、図1のスクラップ浸漬装置のインペラアセンブリの斜視図である。

【図6】図1のスクラップ浸漬装置のインペラアセンブリの斜視図である。

【図7A】図1のスクラップ浸漬装置のインペラアセンブリの上面図である。

【図7B】図7Aのインペラアセンブリの断面図である。

10

20

30

40

50

【図8】図1のスクラップ浸漬装置のインペラアセンブリの斜視図である。

【図9】図1のスクラップ浸漬装置のインペラアセンブリの概略上面図である。

【図10A】図1のスクラップ浸漬装置のインペラアセンブリの底面斜視図である。

【図10B】図1のスクラップ浸漬装置のインペラアセンブリの上面斜視図である。

【図10C】図1のスクラップ浸漬装置のインペラアセンブリの底面斜視図である。

【図11】実施形態による炉の上面図である。

【図12】図11の線12-12に沿った図11の炉の断面図である。

【図13】図11の線13-13に沿った図11の炉の断面図である。

【図14】図11の炉のサイドウェルの一部分の上面図である。

【図15】実施形態による炉のサイドウェルの上面図である。

【図16】実施形態による炉のサイドウェルの上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本開示の実施形態の主題は、法定要件を満たすために特異性をもって本明細書に説明されているが、この説明は、必ずしも特許請求の範囲を限定することを意図していない。特許請求された主題は、他の方法で具現化され得、異なる要素またはステップを含み得、他の既存のまたは将来の技術と併せて使用され得る。この説明は、個々のステップの順序または要素の配置が明示的に記述されている場合を除き、多様なステップまたは要素の中のまたはそれらの間の特定の順序または配置を暗示するとして解釈されるべきではない。「上」、「下」、「上部」、「底部」、「左」、「右」、「前部」、及び「後部」などの方向の参照は、とりわけ構成要素及び方向が参照している1つの図（または複数の図）中に示され、説明される向きを参照することを意図している。

【0012】

本明細書に開示の範囲はすべて、それらに包含される任意のあらゆる部分範囲を包含すると理解されるべきである。例えば、記載されている「1～10」という範囲には、最小値1と最大値10の間のあらゆる部分範囲（1及び10を含む）が含まれるとみなすべきであり、すなわち、すべての部分範囲は、1以上の最小値（例えば、1～6.1）から開始され、かつ10以下の最大値（例えば、5.5～10）で終了する。

【0013】

本明細書で使用される場合、「a」、「an」、及び「the」の意味は、別段文脈により明確に指示されない限り、単数形及び複数形の言及を含む。

【0014】

スクラップ浸漬装置及びリサイクルシステム

図1は、インペラ100、シャフト200、上部構造300、及びカウンターウェイト400を含むことができるスクラップ浸漬装置1000を示す。スクラップ浸漬装置1000は、炉10に隣接して配置される（図2A参照）。スクラップ浸漬装置1000は、リサイクルシステムのコンポーネントとして炉10と組み合わせることができる。コントローラ（図示せず）は、スクラップ浸漬装置1000及び/またはリサイクルシステムに設けられてもよく、スクラップ浸漬装置1000及び/またはリサイクルシステム（またはスクラップ浸漬装置1000を利用する他のシステム）の様々なコンポーネントまたはサブコンポーネントに通信可能に結合され得て、使用中のスクラップ浸漬装置1000及び/またはリサイクルシステムの様々な態様を制御することができる。いくつかの非限定的な例として、以下で詳細に説明するように、コントローラを利用して、質量流量、スクラップ浸漬装置1000の回転速度、溶融金属内のスクラップ浸漬装置1000の高さ、炉10の表面に対するスクラップ浸漬装置1000の高さ、スクラップ浸漬装置1000の角度、他のコンポーネントに対するスクラップ浸漬装置1000の位置、インペラのポンピング数（インペラ100の効率の尺度を提供する）、インペラのポンピング速度、それらの組み合わせなどの、スクラップ浸漬装置1000及び/またはリサイクルシステムの態様、または、スクラップ浸漬装置1000及び/またはリサイクルシステムの他の適切な態様を制御することができる。

10

20

30

40

50

【0015】

いくつかの場合では、スクラップ浸漬装置 1000 は、インペラ 100 及びシャフト 200 の少なくとも一部分を、炉 10 のサイドウェル 11 に出入りするように上昇及び下降させる。スクラップ浸漬装置 1000 は、インペラ 100 がサイドウェル 11 内の溶融金属に沈められる動作位置と、サイドウェル 11 内の溶融金属と接触しないようにインペラ 100 がサイドウェル 11 から持ち上げられる後退位置とを有することができる。以下により詳細に説明するように、インペラ 100 は、インペラ 100 及びブレード（複数可）101 がシャフト 200 の軸 V の周りを回転するように、少なくとも 1 つのブレード 101 を含む。インペラ 100 及びブレード（複数可）101 の回転は、細断された UBC または他のスクラップ材料を混合し、サイドウェル 11 内の溶融アルミニウム中に沈める。

10

【0016】

図 2 A に示すように、炉 10 は、炉 10 の主炉床 10.1 をサイドウェル 11 から分離する仕切り壁 10.2 を含むことができる。仕切り壁 10.2 は、入口ポート 13 及び出口ポート 14 を含み、溶融金属が主炉床 10.1 とサイドウェル 11 との間を移動できるようにすることができる。主炉床 10.1 は、主炉床ランプ 10.3 を含むことができる（図 2 F を参照）。いくつかの例では、入口ポート 13 は、デフレクタブロック 12 の近くに配置される。図 2 B は、サイドウェル 11 の上面図を示し、インペラ 100 によって生成される半径方向流路 100.1 を示す（すなわち、インペラ 100 の全運動経路を示す）。いくつかの例では、インペラ 100 は、出口ポート 14 よりも入口ポート 13 の近くに配置される。炉 10 は、約 700 から 900 の温度の溶融アルミニウムを含むことができるが、他の温度を使用することもできる。様々な例において、図 2 A、2 B、及び 2 E に最もよく示されているように、入口ポート 13 の下流側のサイドウェル 11 の部分 17 は、任意選択で、丸みを帯びた表面を有し得る。特定の態様では、サイドウェル 11 の部分 17 は、デフレクタブロック 12 に近接していてもよい。部分 17 の丸みを帯びた表面は、インペラ 100 への溶融金属の流れを方向付け及び / または促進することができ、溶融金属内の潜在的なデッドゾーン（すなわち、流れが減少する領域）を減少させることができる。

20

【0017】

いくつかの例では、デフレクタブロック 12 は、仕切り壁 10.2 に取り付けることができ、インペラ 100 に面するほぼ平坦な表面 12.1 を有することができる（図 2 D）。図 2 D に示されるように、デフレクタブロック 12 はまた、前面 12.2 及び後面 12.3 を有することができる。いくつかの例では、サイドウェル 11 内の溶融金属の流れを最適化するために、インペラ 100 とデフレクタブロック 12 との間の相対的な位置が制御される。例えば、図 2 B 及び 2 D に示すように、インペラ 100（またはインペラ 100 のブレード 101）とデフレクタブロック 12 のほぼ平坦な表面 12.1 との間の距離は、距離 X として定義される。いくつかの場合では、インペラ 100（またはブレード 101）の半径方向流路 100.1 の最も前方のポイント（図 2 B のポイント Z を参照）は、デフレクタブロック 12 の前面 12.2 とほぼ整列されている。インペラ 100 の半径方向流路 100.1 の最も前方のポイントが入口ポート 13 の縁部と整列するように、前面 12.2 はまた入口ポート 13 の一方の縁部と整列され得る。いくつかの例では、距離 X は約 0 インチから 10 インチ（0 cm から 25.4 cm）であるが、炉 10 及びサイドウェル 11 の全体的な構成及びサイズに応じて、他の距離を使用することができる。いくつかの場合では、距離 X は約 1 インチから 5 インチ（2.5 cm から 12.7 cm）である。いくつかの例では、距離 X は、約 3 インチから 4 インチ（7.62 cm から 10.2 cm）である。

30

【0018】

デフレクタブロック 12 に対するインペラ 100 の位置を最適化すると、サイドウェル 11 内に流れ込む溶融金属の質量流量（いくつかの場合では、金属はオレンジ色に見える）、渦のサイズ（これは、スクラップが下方に引っ張られるように浸漬効率に影響するが、過剰な酸化を引き起こすほど大きくはならない）、以下により詳細に説明するような、

40

50

生成されるドロスボールのサイズ、及び／またはサイドウェル11内の溶融金属の流れのパターン、のうち少なくとも1つに影響を与えることができる。さらに、インペラ100の最適な位置は、デフレクターブロック12の浸食及びサイドウェル11内の材料の蓄積により、経時的に変化する可能性がある。侵食に基づいて、いくつかの場合では、インペラ100（または少なくとも1つのブレード101）は、約10日から40日の運転ごとに交換されるべきである。図2Fに示されるように、サイドウェル11は、出口ポート14を越えてインペラ100からサイドウェル11の反対側の端部に炉床ランプ15を含むことができる。

【0019】

入口ポート13及び出口ポート14はそれぞれ、サイドウェル11を通る溶融金属の流れを最適化する寸法及び断面積を有することができる（図2B及び2Cを参照）。いくつかの例では、入口ポート13は、約30インチから42インチ（76.2cmから106.7cm）の入口幅 W_i と、約12インチから24インチ（30.5cmから61cm）の入口高さ H_i を有するが、他の幅と高さも想定される。いくつかの場合では、入口幅 W_i は約34インチから38インチ（86.4cmから96.5cm）であり、入口高さ H_i は約16インチから20インチ（40.6cmから50.8cm）である。入口幅 W_i は約35.8インチ（91cm）であってもよく、入口高さ H_i は約18.1インチ（46cm）であってもよい。いくつかの例では、出口ポート14は、約30インチから42インチ（76.2cmから106.7cm）である出口幅 W_e と、約3インチから15インチ（7.62cmから38.1cm）である出口高さ H_e とを有するが、他の幅と高さも想定される。特定の例では、出口高さ H_e は任意選択で入口高さ H_i よりも小さい。様々な態様において、出口高さ H_e 及び入口高さ H_i はそれぞれ、炉内の最低溶融金属レベルよりも低い。いくつかの場合では、出口幅 W_e は約34インチから38インチ（86.4cmから96.5cm）であり、出口高さ H_e は約7インチから11インチ（17.8cmから27.9cm）である。出口幅 W_e は約35.8インチ（91cm）であり、出口高さ H_{ie} は約9.1インチ（23cm）である。

【0020】

いくつかの例では、入口ポート13は、約42インチ（106.7cm）の入口幅 W_i 及び約21インチ（53.3cm）の入口高さ H_i を有し、上部コーナーはそれぞれ半径4インチのフィレットを含み得る（図2Cに示されるように、上部コーナー13.1）。いくつかの場合では、出口ポート14は、約40インチ（101.6cm）の出口幅 W_e 及び約16インチ（40.6cm）の出口高さ H_e を有し、上部コーナーはそれぞれ半径4インチのフィレットを含み得る（図2Cに示されるように、上部コーナー14.1）。図2E及び2Fに示されるように、出口ポート14は、仕切り壁10.2に対して角度で角度付けられ得、出口ポート14は、仕切り壁10.2に対して垂直ではなくなり、出口ポート14を通る流れの少なくとも一部が主炉床ランプ10.3を上る方向に向けられる。特定の場合では、入口ポート13は仕切り壁10.2に対して実質的に垂直であり、出口ポート14の中心軸が入口ポート13の中心軸と平行にならないように、出口ポート14は入口ポート13に対して角度 θ で延在する。いくつかの場合では、角度 θ は、約0°よりも大きく約45°までであるが、他の適切な角度が使用されてもよい。例えば、他の場合では、角度 θ は約10°から約50°である。非限定的な一例では、角度 θ は約30°である。特定の態様では、角度 θ は、溶融金属が主炉床に戻る流れを促進することができる。いくつかの態様では、角度 θ は、サイドウェル11の容積または表面積、及び主炉床10.1の容積または表面積に依存し得る。

【0021】

入口ポート13の面積と出口ポート14の面積との間に比率があってもよい。入口ポート13及び出口ポート14の面積は、上述のそれぞれの幅と高さの積に基づいて計算することができる。いくつかの例では、サイドウェル11内の循環流を最適化するために、出口ポート14の面積（出口幅 W_e ×出口高さ H_e ）は、入口ポート13の面積（入口幅 W_i ×入口高さ H_i ）よりも小さい。例えば、出口ポート14の面積は、入口ポート13の

10

20

30

40

50

面積の 50 % ~ 90 % からなど、入口ポート 13 の面積の約 50 % ~ 100 % であり得る。入口ポート 13 よりも小さい出口ポート 14 を構築することは、サイドウェル 11 内に背圧を生じさせることができて、サイドウェル 11 内の溶融金属のより良好な攪拌を可能にすることができる。いくつかの場合では、出口ポート 14 の面積は、入口ポート 13 の面積の約 70 % から 80 % であるが、他の比率を使用することもできる。出口ポート 14 の面積は、入口ポート 13 の面積の約 76 % であってもよい。実験に基づいて、出口ポート 14 が大きすぎると、主炉床 10 . 1 内の速度が遅くなり、サイドウェル 11 の質量流量が高くなる可能性があることがわかっている。出口ポート 14 が小さすぎると、主炉床 10 . 1 内の速度が速くなり、サイドウェル 11 で質量流量が低くなる可能性がある。

【0022】

10

デフレクタブロックを含まないサイドウェル 11 と比較して、デフレクタブロック 12 の追加は、スクラップ浸漬装置 1000 の動作中の質量流量を例えれば 20 ~ 30 % 以上増加させることができる。いくつかの場合では、デフレクタブロック 12 を追加すると、スクラップ浸漬装置 1000 の動作中の質量流量が約 24 . 5 % 増加する。この効果は、デフレクタブロック 12 がない場合、インペラ 100 が入口ポート 13 のすぐ下流に渦流を生じさせ、溶融金属の流れが粘性消散及び運動量伝達のために自由表面に向かって上向きに移動するにつれて質量流量を減少させるためである。デフレクタブロック 12 を追加すると、入口ポート 13 のすぐ下流で渦流が減少し、したがって、溶融金属がより均一にインペラ 100 に向けられる。

【0023】

20

図 3 に示されるように、いくつかの例では、デフレクタブロック 12 は、湾曲したデフレクタブロック 12a に置き換えられ得る。湾曲したデフレクタブロック 12a は、デフレクタブロック 12 のほぼ平坦な表面 12 . 1 (インペラ 100 から距離 X だけオフセット) が曲面 12a . 1 に置き換えられていることを除いて、デフレクタブロック 12 と同様である。いくつかの場合では、曲面 12a . 1 の曲率は、インペラ 100 の曲率に関連しない。他の例では、曲面 12a . 1 の曲率は、インペラ 100 の曲率とほぼ一致しており、その結果、曲面 12a . 1 はインペラ 100 の中心を中心として置かれ、曲面 12a . 1 の半径はインペラ 100 の半径よりわずかに大きい。曲面 12a . 1 とインペラ 100 との間のそのような関係に基づいて、いくつかの場合では、曲面 12a . 1 とインペラ 100 との間のオフセット距離 (例えば、図 2B 及び 2D の距離 X を参照) は、曲面 12a . 1 の長さに沿ってほぼ一定である。いくつかの例では、湾曲したデフレクタブロック 12a は、デフレクタブロック 12 の耐用年数と比較して改善された耐用年数を有する。

【0024】

30

図 4 に示されるように、デフレクタブロック 12 (またはデフレクタブロック 12a) は、デフレクタブロック 12 が炉 10 のサイドウェル 11 から取り外し可能であるように、スクラップ浸漬装置 1000 に取り付けることができる。いくつかの例では、アーム 12 . 4 が上部構造 300 から延在し、デフレクタブロック 12 がアーム 12 . 4 に取り外し可能に取り付けられる。いくつかの例では、アーム 12 . 4 は、上部構造 300 に取り外し可能に取り付けられる。この配置に基づいて、デフレクタブロック 12 は、溶融金属の炉を空にすることなく (すなわち、オンザフライで) 交換することができ、ダウンタイムを短縮し、リサイクルプロセスの全体的な効率を高める。さらに、スクラップ浸漬装置 1000 に対してデフレクタブロック 12 (またはデフレクタブロック 12a) を取り付けることにより、デフレクタブロック 12 の繰り返し可能な、一定の、予測可能な位置が可能になる。上述のように、いくつかの場合では、デフレクタブロック 12 (またはデフレクタブロック 12a) とインペラ 100 との間の相対的な位置が、溶融金属の流れ及びリサイクルシステムの全体的な効率に影響を与える。

【0025】

40

いくつかの場合では、デフレクタブロック 12 (またはデフレクタブロック 12a) の材料は、低セメント耐火スラリー及びステンレス鋼纖維または炭素纖維を含むプレキャスト耐火複合材料を含む。いくつかの例では、デフレクタブロック 12 (またはデフレクタ

50

ブロック 12 a) の材料は、セラミック及び金属材料を含む。酸化物ベースの耐火材料は溶融アルミニウムに対する合理的な化学的 / 冶金的耐性を有するが、デフレクタブロック 12 を十分に支持するのに十分な強度を有していない可能性がある（特に、上述のようにデフレクタブロック 12 がスクラップ浸漬装置 1000 に取り付けられ、炉 10 から分離されているとき）。いくつかの場合では、デフレクタブロック 12 （またはデフレクタブロック 12 a ）は、酸化物ベースの耐火材料によって少なくとも部分的にカプセル化された骨格として機能する金属プリフォームを含む。金属プリフォームは、鋼、ステンレス鋼、鉄、鋳鉄、チタン、マグネシウム、インコネル、または他の適切な材料であってもよい。いくつかの場合では、金属プリフォームは 310 ステンレス鋼である。酸化物ベースの耐火材料内に金属合金プリフォームをカプセル化することにより、必要な機械的強度と必要な化学的 / 冶金的耐性の両方を備えたブロックを製造できる。

10

【 0 0 2 6 】

インペラの構成と材料

インペラ 100 の様々な例が、図 5 A ~ 10 C に示されている。インペラ 100 の図示された例は 3 つのブレード 101 を含むが、インペラ 100 は、たった 1 つという場合も含んで任意の数のブレード 101 を含むことができる。インペラ 100 は、ブレード（複数可）101 がシャフト 200 から半径方向に延在するように、シャフト 200 の下端近くに取り付けられてもよい。いくつかの例では、インペラ 100 は、ブレード（複数可）101 を接続するプレート 102 を含む。図 5 A 及び 5 B に示すように、プレート 102 は、プレート 102 の下面がブレード（複数可）101 の下面と整列されるように、ブレード（複数可）101 の下縁部（複数可）に取り付けられてもよい。他の例では、プレート 102 は、ブレード（複数可）101 の他の部分（複数可）に取り付けられる。例えば、図 5 C に示されるように、プレート 102 は、ブレード（複数可）101 の下縁部（複数可）と上縁部（複数可）との間のほぼ中間に取り付けられ得る。プレート 102 は、例えば、三角形、長方形、または正方形を含む任意の適切な形状を有することができる。図 5 A ~ 7 A に示されるように、プレート 102 は円板形状を有し得る。プレート 102 の幅 / 直径は、プレート 102 が各ブレード 101 の最外縁部まで延在するように、ブレード（複数可）の合計直径 D に等しくてもよく（図 7 A 及び 9 を参照）、または、図面に示されるように、プレート 102 の幅 / 直径は、プレート 102 が各ブレード 101 の最外縁部まで延在しないように、ブレード（複数可）101 の合計直径 D よりも小さくてもよい。いくつかの例では、プレート 102 の幅 / 直径は、ブレード（複数可）101 の合計直径 D の約半分である。プレート 102 は、ブレード 101 及びインペラ 100 全体に強度を加えると同時に、また溶融金属内の上向きの渦を最小限に抑え、下向きの渦を誘発してリサイクル材料（例えば、細断された UBC または他のスクラップ）を沈め、混合するのを助けることができるようとする。

20

【 0 0 2 7 】

図 6 及び 7 B に示すように、シャフト 200 は、ショルダ 201 及びカップリング 202 を含み得る。カップリング 202 は、インペラ 100 が上部構造 300 に取り外し可能に取り付けられることを可能にする。ショルダ 201 は、カップリング 202 を保護し、カップリング 202 に到達する溶融金属のスプラッシュを減少させる。いくつかの例では、カップリング 202 は、上部構造 300 に取り付けるためのねじ穴 203 を含む。

30

【 0 0 2 8 】

いくつかの場合では、インペラ 100 及びブレード 101 の材料は、（1）内部骨格、及び（2）内部骨格の少なくとも一部分が外部コーティングによって封入される外部コーティングを含む。図 7 B に示すように、内部骨格は、シャフト骨格 200.1、少なくとも 1 つのブレード骨格 101.1、及びプレート骨格 102.1 を含むことができる。外部コーティングは、シャフトコーティング 200.2、少なくとも 1 つのブレードコーティング 101.2、及びプレートコーティング 102.2 を含むことができる。各ブレード骨格 101.1 は、外部コーティングの材料が少なくとも 1 つの穴 103 を通って流れ、内部骨格と外部コーティング間のアタッチメントの強度 / 完全性を強化するように、

40

50

少なくとも1つの穴103を含むことができる。いくつかの例では、内部骨格は、鋼、ステンレス鋼、鉄、チタン、マグネシウム、インコネル、または任意の他の適切な材料である。いくつかの場合では、内部骨格は鋳鉄である。外部コーティングは、低セメント耐火性スラリー及び金属材料（例えば、ステンレス鋼纖維または針）を含む耐火複合材料であってもよい。いくつかの例では、インペラ100及びブレード101の材料は、セラミック及び金属材料を含む。いくつかの場合では、インペラ100及びブレード101の材料は、およそ5%～50%ステンレス鋼の針を含む。ステンレス鋼は、310ステンレス鋼または任意の他の適切なステンレス鋼を含むことができる。

【0029】

インペラ／ブレード形状及び性能

10

いくつかの例では、スクラップ浸漬装置1000は、サイドウェル11内に攪拌を生じさせ、これは、リサイクル材料を溶融金属と混合及び溶融するのを助ける。インペラ100を溶融金属内に挿入し、回転させて、各インペラブレード101に隣接する溶融金属内にバルク運動及び小規模運動渦の両方を生じさせることができる（乱流を仮定）。インペラ100を回転させるには機械的エネルギーが必要であり、これはエネルギーを溶融金属に伝達する。

【0030】

各ブレード101は、ブレード101の中心面がインペラ100の軸Vと交差する（及び／または同一平面上にある）ように設計されているので、インペラ100は、主に溶融金属に半径方向の流れを生じさせるように設計することができる（図6参照）。本明細書に記載される半径方向の流れとは、インペラ100の軸Vに垂直な平面内で発生する流れを指す。代替のインペラ構成には、例えば、傾斜ブレード（インペラ100の軸Vと交差する、または同一平面上にないブレード101の中心面を持たない）が含まれる。傾斜ブレード構成は、流れのより重要な部分がインペラ（例えば、ボートのプロペラ）の軸Vに平行になるように、より多くの軸方向成分を有する流れを作り出す。図8は、インペラ100のシャフト200の直径がその長さに沿って変化するインペラ100の別の例を示す。図8に示すように、シャフト200の直径は、ショルダ201の近くで直径が増加するように先細になっていてもよい。

20

【0031】

図9は、3つのブレード101を含むインペラ100の概略上面図を示す。インペラ100の時計回りの回転は、各ブレード101の前面31に隣接する溶融金属内に増加した（正の）圧力を生成し、後面32に隣接する溶融金属内に減少した（負の）圧力を生成する。インペラ100が回転すると、流体（溶融金属）が各ブレード101の表面に沿ってブレード101の最外先端101.3（または最外縁部）の周りで半径方向に流れ、流体はより低速の他の流体と混合し、自由渦41を作成することができる。インペラ100が浸漬されているため（以下に説明するように、溶融金属の表面よりもサイドウェル11のフロア11.1に近い）、流体の少なくとも一部がインペラ100に向かって下方に引っ張られる。この下向きの流れは、リサイクル材料（例えば、細断されたUBCまたは他のスクラップ）が溶融金属の表面から下向きに引っ張られるように観察され得る。いくつかの場合では、下向きの流れは、シャフト200及び／または軸Vを中心とする渦も含む（図6を参照）。ブレード101の最外先端101.3の周りで半径方向に移動する流れに加えて、各ブレード101はまた、ブレード101の上縁部またはブレード101の下縁部を越えて移動する（ブレード101の前面31からブレード101の後面32までのような）接線方向の流れを誘発することができる。いくつかの場合では、ブレード101の上部及び／または底部にわたる流れは線形渦を生成する。いくつかの非限定的な例では、約10インチ以下の高さC（図6参照）を有するブレード101について、流れは、ブレード101の上部を流れる部分とブレード101の下を流れる部分との間でほぼバランスが取れている。いくつかの非限定的な例では、約10インチ以上の高さCを有するブレード101について、ブレード101の下を移動する流れと比較して、より高い割合の流れがブレード101の上部を移動する。いくつかの場合では、ブレードの高さ（すなわち、

30

40

50

高さ C) が増加すると、ブレード 101 の後面 32 での渦度が増加し、後続のブレードの前面 31 から追加の溶融金属を引き込み、金属の最上部表面での下方への浸漬が増加する。

【 0032 】

いくつかの場合では、(ブレード 101 の底部とサイドウェル 11 のフロア 11.1 との間の距離に起因して) ブレード 101 の底部に向かって移動する流れは、後面 32 からのブレード 101 の前面 31 まで上方にその上にわたって向け直される。さらに、ブレード 101 の底部に向かって移動する流れの一部は、ブレート 102 と相互作用し、ブレード 101 の半径方向下部先端(すなわち、最外先端 101.3 の底部)に向け直され、全体の効率を高める。

10

【 0033 】

無次元ポンピング数は、インペラ 100 の効率の尺度を提供する。いくつかの例では、ポンピング数 N_p は、

【 数 1 】

$$N_p = \frac{Q}{N * D^3}$$

20

として定義され、ここで、Q はインペラのポンピング速度 (m³ / 分)、N はインペラの速度 (RPM)、D はインペラの直径 (メートル) である。

【 0034 】

ブレード(複数可) 101 を含むインペラ 100 の形状は、スクラップ浸漬装置 100 の効率を最適化するように調整することができる。例えば、各ブレードの半径、またはシャフト 200 の外面から各ブレード 101 の最外先端 101.3 までの長さ(半径寸法)(図 5A、5B、及び 7B の半径 A 及び B を参照)を変更して、特定の炉 10 の特性に合わせる、及び/またはスクラップ浸漬装置 100 の性能を最適化することができる。いくつかの場合では、図 5A に示すように、半径 A は約 14 インチから 18 インチ(35.6 cm から 45.7 cm)であるが、他の適切な寸法を使用することができる。インペラの全体の直径は、約 32 インチから 38 インチ(81.3 cm から 96.5 cm)とすることができるが、他の適切な直径を使用することができる。いくつかの例では、半径 A は約 16 インチ(40.6 cm)であり、インペラの合計直径 D は約 35 インチ(88.9 cm)であるが、他の適切な寸法を使用することができる。半径 A は、約 14.5 インチ(36.8 cm)であり得る。いくつかの場合では、図 5B に示すように、半径 B は約 10 インチから 14 インチ(25.4 cm から 35.6 cm)であるが、他の適切な長さを使用することができる。インペラの合計直径 D は、約 24 インチから 30 インチ(61 cm から 76.2 cm)であり得るが、他の適切な寸法を使用することができる。いくつかの例では、半径 B は約 12 インチ(30.5 cm)であり、インペラの合計直径 D は約 27 インチ(68.6 cm)である。シャフト 200 の直径は、約 1 インチから 5 インチ(2.54 cm から 12.7 cm)とすることができますが、他の適切な寸法を使用することができます。いくつかの例では、シャフト 200 の直径は約 3 インチ(7.62 cm)である。いくつかの場合では、シャフト 200 の直径は約 6 インチ(15.2 cm)である。図 8 に示すように、いくつかの場合では、シャフト 200 の直径は、シャフトの長さに沿って変化し、ショルダ 201 に向かって上に移動するとき、概して増加する。

30

【 0035 】

各ブレード 101 の高さ(垂直寸法)も、特定の炉 10 の特定の必要性に適合するように、及び/またはスクラップ浸漬装置 100 の性能を最適化するように変えることができる。いくつかの場合では、高さ C(図 6 及び 7B を参照)は約 5 インチから 16 インチ(12.7 cm から 40.6 cm)であるが、他の適切な高さを使用することもできる。

40

50

いくつかの例では、高さ C は約 7.75 インチ (19.7 cm) である。いくつかの場合では、高さ C は約 10 インチ (25.4 cm) である。いくつかの例では、高さ C は約 13 インチ (33 cm) である。いくつかの場合では、ブレード 101 の高さを高くすると、サイドウェル 11 を通過する質量流量、及び溶融金属内でリサイクル材料の固体片を混合及び溶融する能力に関連するより良い結果が生じる。ブレード 101 の高さを高くすることは、サイドウェル 11 と主炉床 10.1 の両方でより強い渦に寄与することもでき、これにより溶融速度が改善される。入口ポート 13 付近に形成された渦は、サイドウェル 11 を通過する質量流量の減少に寄与することができ、そのような渦の形成は、ブレードの高さとともに増加し得る。いくつかの例では、様々な要因（例えば、形状、インペラ速度など）が調整されるとき、入口ポート 13 を通る質量流量が脈動し、それによりインペラの形状、インペラの位置、デフレクタブロックの位置、及び溶融金属レベルの組み合わせが、炉性能の対応する増加を引き起こす共振挙動を励起することができる。いくつかの場合では、フロア 11.1 に近く、及びインペラ 100 の下でのより高い速度は、サイドウェル 11 を通る流れを増加させることができる。

【0036】

ブレード高さ C とブレード半径（すなわち、半径 A または半径 B）との比率は、約 0.43 から約 1.14、または他の適切な比率とすることができる。いくつかの例では、ブレード高さ C のブレード半径に対する比率は、約 0.5 から約 1 など、約 0.3 から約 1 である。いくつかの場合では、ブレード高さ C とブレード半径の比率は約 0.9 である。

【0037】

図 10A ~ 10C に示すように、ブレード 101 は、インペラ 100 に隣接する溶融金属の流れの効率を高めるように設計された追加の特徴を含むことができる。一例として、ブレード 101 は、最外先端 101.3 に半径方向延長部 104 を含むことができる。半径方向延長部 104 は、ブレード 101 の前面 31 からほぼ接線方向に延在することができる。半径方向延長部 104 は、最外先端 101.3（自由渦に関連する）での損失を減少させることができ、したがってポンピング数を増加させる。いくつかの例では、半径方向延長部 104 は、前面 31 の先端に鋭いナイフエッジを有する。図 10B に示すように、インペラ 100 は、各ブレード 101 の最外先端 101.3 に取り付けられる、インペラ 100 の全周の周りに延在するリング 105 を含み得る。いくつかの場合では、図示のように、リング 105 は、最外先端 101.3 の底部に取り付けられ、ブレード 101 のこの部分を補強する。図 10C に示すように、ブレード 101 は、ブレード 101 の上縁部に上部延長部 106 を含むことができる。上部延長部 106 は、ブレード 101 の前面 31 からほぼ接線方向に延在することができる。上部延長部 106 は、ブレード 101 の上縁部での損失を減少させることができ、したがってポンピング数を増加させる。いくつかの例では、上部延長部 106 は、前面 31 の先端に湾曲した形状、尖った形状、または鋭いナイフエッジを有する。図 10C は、上部延長部 106 と半径方向延長部 104 の両方を含むが、リング 105 を含まない例を示しているが、インペラ 100 は、これらの特徴の任意の組み合わせ（例えば、これらの特徴の 1 つ、2 つ、または 3 つすべての任意の組み合わせ）を含むことができる。図 10C の構成は、半径方向延長部 104 がブレード 101 の側面に沿って延在し、上部延長部がブレード 101 の上縁部に沿って延在しており、インペラ 100 が回転するにつれて溶融金属にかかる圧力が増加する。

【0038】

塩とドロスの形成

炉 10 のサイドウェル 11 への塩フラックス（塩とも呼ばれる）の添加は、炉 10 及びリサイクルプロセスの効率を高める。塩は、塩供給管 16（図 2F 参照）を通して加えることができる。いくつかの例では、塩供給管 16 は、入口ポート 13 と出口ポート 14 との間の仕切り壁 10.2 に配置される。いくつかの場合では、塩が細断された材料に混ぜられることがある。いくつかの場合では、中空インペラを通して塩を添加してもよい。そのような例では、インペラのシャフトは中空であってもよく、中空シャフトによって塩が注入されることを可能にできる。いくつかの場合では、加える塩の量はチャージ投入重量

10

20

30

40

50

の約1%から3%である。いくつかの例では、加える塩の量はチャージ投入重量の約2%から5%である。いくつかの場合では、加える塩の量はチャージ投入重量の約2%である。

【0039】

リサイクルプロセスの効率を最大化するには、炉から除去される溶融金属の量を最小限に抑えることと同時に、可能な限り不純物（ドロスなど）を溶融金属から除去する必要がある。スクラップ浸漬装置1000及びスクラップ浸漬装置1000によって生成される関連する流体の流れは、溶融金属を循環させ、ドロスを蓄積させる。いくつかの場合では、ドロスが球状（ドロスボールとも呼ばれる）の形で蓄積する。ドロスボールは、主に塩、酸化物、酸化被膜、スピネル、及びケイ酸塩を含んでいる可能性がある。いくつかの場合では、塩フラックス投入は、ドロスボールの特性に基づいて適応される必要があり、それにより、（i）ドロスボールが溶融金属（例えば、アルミニウム）に完全に覆われている場合、より多くの塩が必要であり、（ii）ドロスボールがアルミニウムから完全に脱湿されている場合は、塩の添加は中断する必要がある。塩が多すぎると、ドロスボールが付着して凝集する可能性がある。塩は、溶融金属の融点と比較して、より低い融点（約657）を有し得る。しかしながら、炉に入れても塩はすぐには分解及び/または溶融されない。ドロス層に塩を加えることにより、塩には、インペラ100にあるリサイクル材料の近くで溶けてドロスボールの生成を開始する時間が与えられる。いくつかの例では、塩の追加の頻度と場所も、リサイクルプロセスの効率に影響を与える。いくつかの場合では、塩にはNaCl及び/またはKClが含まれ、活性フッ化物成分も含まれ得る。いくつかの例では、塩は、47.5%の塩化ナトリウム、47.5%の塩化カリウム、及び5%の氷晶石を含む。

10

20

30

40

【0040】

ドロスボールを最適化する（すなわち、炉から除去される不純物を最大化する一方で、炉から除去される溶融金属を最小化もする）ために、いくつかの場合では、ドロスボールは、形成された後、インペラ100の近くで生成される渦に少なくとも1回押し込まれ、これにより、各ボールに収集される酸化物の量が増加する。いくつかの例では、ドロスボールは、サイドウェル11の炉床ランプ15の近くに蓄積する（図2Fを参照）。ドロスボールの直径は、約0.3インチから2.5インチ（0.76cmから6.35cm）であり得るが、他のサイズも想定される。いくつかの例では、ドロスボールの平均サイズは、約1インチから2インチ（2.5cmから5cm）である。いくつかの場合では、ドロスボールの平均サイズは約1インチである。ドロスボールのサイズは、塩の投入量、インペラ100とデフレクタブロック12との間の間隙の大きさ、スクラップ浸漬装置1000の回転速度、及び他の要因によって影響を受ける可能性がある。本明細書に開示される溶融アルミニウム炉のいくつかの例では、ドロスボールは少量のアルミニウムを含み、いくつかの場合では約3%のアルミニウムである。いくつかの例では、ドロスボールには3%~15%のアルミニウムが含まれる。いくつかの場合では、ドロスボールには5%~7%のアルミニウムが含まれる。これは、収集されたドロスが35%~85%のアルミニウムを含む従来のアルミニウム炉（例えば、循環ポンプ及び別個の混合装置を含むもの）からのドロスよりも大幅に少なくなる。これらの従来の炉は、ドロスを生成する可能性があるが、ドロスボールは生成しない。ドロスボールは、アルミニウムの量が少ないため、（従来の炉で収集されたドロスと比較して）取り扱い及び溶融金属からの分離が容易である。さらに、ドロスボールは発煙やテルミット反応しない。いくつかの場合では、ドロスボールの平均組成は、65%の固体物（例えば、スピネル、酸化アルミニウム、ケイ酸塩を含む）、8%のアルミニウム、25%の塩（例えば、NaCl、KCl、微量フッ化物）、2%のAl₄C₃であり、AlNは、検出される場合も検出されない場合もある。従来のドロスと比較して、ドロスボールに含まれるアルミニウムの量が大幅に少ないため、アルミニウムの製造に必要なコストとエネルギーが削減される。

【0041】

ドロスボールは蓄積し、炉床ランプ15の近くにドロスボールの深い層を形成する可能

50

性がある。インペラ 100 に隣接する領域は、ドロスボールの濃度が最も低いか、またはドロスボールの薄い層を有し得る。炉 10 内の溶融金属の容積は、ドロスボールが主炉床 10.1 内に移動するのを防止するために、金属の表面（ドロスボールが位置する場所）が出口ポート 14 の上に留まるように制御することができる。スクラップ浸漬装置 100 の作動中、小さいボールは酸化物の除去及び塩の吸収においてより効果的であるため、小さいボールを残しつつ大きいドロスボールを除去することが有用であり得る。ドロスボールは、ドロス層の下部でより大きくなる。したがって、大きなドロスボールを取り除くには、表面の小さなドロスボールの層を押しのけて、下にある大きなボールを露出させる必要があり得る。

【0042】

10

インペラの速度と位置

スクラップ浸漬装置 1000 の動作中、インペラ 100 の位置及び回転速度を調整して、混合及びリサイクルプロセスの全体効率を最適化することができる。いくつかの場合では、インペラ 100 の速度は、炉内の金属の量に基づいて変化する。いくつかの場合では、インペラ 100 の速度は 40 ~ 100 RPM であり得る。炉内の溶融金属の量が少ないとき、インペラ 100 は、サイドウェル 11 内の下方に（すなわち、サイドウェル 11 のフロア 11.1 により近く）配置される。炉内の溶融金属の容積が増加するにつれて、インペラ 100 はフロア 11.1 から持ち上げられる。インペラ 100 の回転速度もまた、溶融金属の容積の増加とともに増加する必要がある。非限定的な一例において、リサイクル材料（例えば細断 UBC または他のスクラップ）が溶融金属の約 31 インチ (78.7 cm) の深さに対して約 19,000 ポンド / 時 (1 b / hr) の速度で炉に加えられるいくつかの場合では、インペラ 100 は約 58 ~ 60 RPM で回転するが、他の速度を利用することもできる。別の非限定的な例において、いくつかの場合では、溶融金属の約 35 インチ (88.9 cm) の深さに対して、インペラ 100 は約 67 ~ 69 RPM で回転することができる（約 19,000 lb / hr の同じ供給速度で）が、他の速度を使用することもできる。インペラ 100 の速度もまた、より高い供給速度で増加する必要があり得る。非限定的な一例において、リサイクル材料（例えば細断された UBC または他のスクラップ）が溶融金属の約 28 インチ (71.1 cm) の深さに対して約 24,000 lb / hr ~ 29,000 lb / hr の速度で炉に加えられるいくつかの場合では、インペラ 100 は約 63 ~ 67 RPM で回転するべきであるが、他の速度を利用してもよい。別の非限定的な例において、いくつかの場合では、溶融金属の約 32 インチ (81.3 cm) の深さに対して、インペラ 100 は約 67 ~ 71 RPM で回転すべきである（約 24,000 lb / hr ~ 29,000 lb / hr の同じ供給速度で）が、他の速度を使用することもできる。高い供給速度（約 24,000 lb / hr ~ 29,000 lb / hr）によってより多くの細断された材料が溶融金属の表面に存在するようになり、安定化効果があり、その結果、形成される渦が少なくなり、溶融材料の表面でのスプラッシュが少なくなり、したがってインペラ 100 の回転速度が高くなる。いくつかの例では、所与の供給速度に対して、インペラ 100 の最大回転速度とサイドウェル 11 内の溶融金属の深さは、ほぼ線形の関係を有する。様々な場合において、インペラ 100 の回転速度は、サイドウェル 11 内の溶融金属の深さに基づいて制御され得る。いくつかの例では、インペラ 100 の回転速度は、溶融金属の深さがより高いときに任意選択で増加され、溶融金属の深さがより低いときに任意選択で減少され得る。いくつかの場合では、インペラ 100 の底部は、サイドウェル 11 のフロア 11.1 から約 2 インチから 10 インチ (5.1 cm から 25.4 cm) に位置する。いくつかの例では、インペラ 100 の底部は、サイドウェル 11 のフロア 11.1 から約 6 インチ (15.2 cm) に位置する。換言すれば、インペラ 100 は、典型的には、インペラ 100 の高さの中心が溶融金属の深さの中間点より下に位置するように配置される（すなわち、インペラは、溶融金属の深さの中心より下に浸漬される）。

【0043】

いくつかの場合では、サイドウェル 11 のフロアの上のインペラ 100 の高さ（つまり

20

30

40

50

サイドウェル 1 1 のフロアからインペラ 1 0 0 までの距離) は、サイドウェル 1 1 内の溶融金属の量に基づいて制御され得る。非限定的な例として、インペラ 1 0 0 は、サイドウェル 1 1 内の溶融金属の量または深さがより高いときにインペラ 1 0 0 の高さが増加し、サイドウェル 1 1 内の溶融金属の量または深さがより低いときに減少するように制御され得る。

【 0 0 4 4 】

さらに、デフレクタブロック 1 2 (またはデフレクタブロック 1 2 a) に対するインペラ 1 0 0 の位置も、スクラップ浸漬装置 1 0 0 0 の動作中に変更する必要がある場合がある。例えば、サイドウェル 1 1 内の様々な表面上に材料が蓄積または堆積するにつれて、インペラ 1 0 0 は、デフレクタブロック 1 2 (またはデフレクタブロック 1 2 a) から離れて移動し、これらの構成要素間の最適なオフセット (例えば、上記で説明した距離 X) を確保する必要がある場合がある。

【 0 0 4 5 】

炉 1 0 を備えたスクラップ浸漬装置 1 0 0 0 を操作する方法は、溶融金属を炉 1 0 に追加することと、インペラ 1 0 0 をサイドウェル 1 1 内の溶融金属に挿入することと、リサイクル材料をサイドウェルに追加することと、インペラ 1 0 0 をその垂直軸 V を中心に回転させることと、を含むことができる。いくつかの実施形態では、塩フラックスは、リサイクル材料の量に比例して添加され得る。デフレクタブロック 1 2 (またはデフレクタブロック 1 2 a) は、インペラ 1 0 0 に対して、及び / または主炉床 1 0 . 1 とサイドウェル 1 1 の間の仕切り壁 1 0 . 2 の入口ポート 1 3 に対して配置することができる。いくつかの場合では、デフレクタブロック 1 2 (またはデフレクタブロック 1 2 a) は、仕切り壁 1 0 . 2 に取り付けられてもよく、他の例では、デフレクタブロック 1 2 (またはデフレクタブロック 1 2 a) は、上部構造 3 0 0 から下方に延在するアーム 1 2 . 4 に取り付けられる。

【 0 0 4 6 】

図 1 1 ~ 1 4 は、実施形態による炉 2 0 1 0 の別の例を示す。炉 2 0 1 0 は、主炉床 2 0 1 0 . 1 及びサイドウェル 2 0 1 1 を含み、これらは炉 1 0 の主炉床 1 0 . 1 及びサイドウェル 1 1 と同様であってもよい。炉 1 0 と同様に、炉 2 0 1 0 は主炉床ランプ 2 0 1 0 . 3 を含む。加熱要素 2 0 1 9 (バーナーを含むがこれに限定されない) は、主炉床 2 0 1 0 . 1 に対して支持され、熱を主炉床 2 0 1 0 . 1 に導くことができる。

【 0 0 4 7 】

仕切り壁 2 0 1 0 . 2 は、主炉床 2 0 1 0 . 1 をサイドウェル 2 0 1 1 から分離する。仕切り壁 2 0 1 0 . 2 は、入口ポート 2 0 1 3 及び出口ポート 2 0 1 4 を含み、これらは、入口ポート 1 3 及び出口ポート 1 4 に関して前述したように、サイズ設定、寸法設定、または他の方法で制御され得る。サイドウェル 1 1 と同様に、図 1 1 及び 1 4 に最もよく示されているように、サイドウェル 2 0 1 1 は、インペラへの溶融金属の流れを方向付ける、及び / または促進する丸みを帯びた表面を有する部分 1 7 を含む (簡潔にするために、インペラは図 1 1 ~ 1 4 には示されていない)。サイドウェル 1 1 と同様に、サイドウェル 2 0 1 1 は、サイドウェル 1 1 の入口ポート 2 0 1 3 とは反対側の端部に、任意選択で出口ポート 2 0 1 4 を越えて炉床ランプ 2 0 1 5 を含むことができる。図 1 1 に最もよく示されているように、サイドウェル 2 0 1 1 の遠位壁 2 0 1 1 . 2 はランプ (ランプ 1 . 3 など) を含まない。換言すれば、遠位壁 2 0 1 1 . 2 は、全体にわたって延在し、オフセット部分を含まない。

【 0 0 4 8 】

図 1 1 ~ 1 3 に最もよく示されているように、様々な例において、サイドウェル 2 0 1 1 は、入口ポート 2 0 1 3 と出口ポート 2 0 1 4 との間のサイドウェル 2 0 1 1 内に仕切り壁 2 0 2 1 を含む。仕切り壁 2 0 2 1 は、湾曲したまたは丸みを帯びた表面 2 0 2 3 を含んでもよい。いくつかの例では、面 2 0 2 3 の曲率はインペラの曲率に依存し得るが、他の例ではそうである必要はない。仕切り壁 2 0 2 1 は、仕切り壁 2 0 2 1 が仕切り壁 2 0 2 1 の端部 2 0 3 1 と、溶融金属が、インペラによって混合された後、出口ポート 2 0

10

20

30

40

50

14を介して出る前に流れるサイドウェル2011の壁2011.2との間に流路2033を画定するように、サイドウェル2011内に（そして仕切り壁2010.2から離れて）所定の距離、延在し得る。流路2033は、サイドウェル2011の幅2029よりも小さい流路幅2027を有する。様々な例において、仕切り壁2021の表面2023の曲率及び仕切り壁2021によって画定される流路2033は、インペラによる溶融金属の混合を改善することができ、サイドウェル2011を通る溶融金属の全体の流れを改善することができる。

【0049】

図15及び16はそれぞれ、様々な実施形態による炉のサイドウェルの上面図である。図15に示すサイドウェル11は、図2Bに示すサイドウェル11と実質的に同様であり、図16に示されるサイドウェル11は、図15及び16のサイドウェル11が個別にそれぞれランプ11.3を含むということを除いて、図2Eに示されるサイドウェル11と実質的に同様である。図15及び16に示されるように、ランプ11.3では、インペラ100に隣接する遠位壁11.2の部分は、遠位壁11.2の他の部分よりもさらにサイドウェル11の中心に向かって（すなわち、インペラ100により近く）突出する。ランプ11.3のオフセット距離（長さY）は、約3.94インチから19.7インチ（10cmから50cm）とすることができますが、他の長さを使用することもできる。他の例では、図2B及び2Eにおけるように、長さYは0cmであってもよく、またはサイドウェル11はオフセット部分を有していない。いくつかの例では、長さYは約11.8インチ（30cm）である。インペラ100の中心とサイドウェル11の遠位壁11.2との間の距離（長さT）は、約19.7インチから39.4インチ（50cmから100cm）とすることができますが、他の距離を使用することもできる。いくつかの例では、長さTは約29.9インチ（76cm）である。

10

20

30

【0050】

本明細書に記載された概念による、様々な例示的な実施形態のさらなる説明を提供する「例示」として明示的に列挙された少なくともいくつかを含む、例示的な実施形態の集合体が以下に提供される。これらの例示は、相互に排他的、網羅的、または限定的であることを意図するものではなく、本開示は、これらの例の例示に限定されるのではなく、むしろ発行された特許請求の範囲及びそれらの均等物の範囲内のすべての実現可能な修正形態及び変形形態を包含する。

【0051】

例示A. 炉内で溶融金属を混合するためのスクラップ浸漬装置であって、上部構造と、前記上部構造から下に延在するシャフトと、前記シャフトの下端にあるインペラであって、複数のブレードであって、それぞれがブレード高さ及びブレード半径を有する、前記複数のブレードと、プレートと、を備え、ブレード半径に対するブレード高さの比率は約0.3から約1である、前記インペラと、を備える、前記スクラップ浸漬装置。

【0052】

例示B. 動作位置において、前記インペラは、前記インペラの半径方向流路がデフレクタプロックから約1インチ～5インチ、オフセットされるように配置される、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載のスクラップ浸漬装置。

40

【0053】

例示C. 前記炉が、主炉床、サイドウェル、及び前記主炉床を前記サイドウェルから分離する仕切り壁を備え、前記デフレクタプロックが前記仕切り壁に取り付けられる、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載のスクラップ浸漬装置。

【0054】

例示D. 前記上部構造から延在するアームをさらに備え、前記デフレクタプロックは前記アームに取り外し可能に取り付けられる、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載のスクラップ浸漬装置。

【0055】

例示E. 前記プレートが、前記複数のブレードの合計直径よりも小さい幅を備え、前記

50

プレートの下面が、前記複数のブレードのそれぞれの下面と整列される、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載のスクラップ浸漬装置。

【0056】

例示F. 前記サイドウェルが、溶融金属が通って前記サイドウェルに入る入口ポートと、前記溶融金属が通って前記サイドウェルから出る出口ポートとを有し、前記出口ポートの面積は前記入口ポートの面積の50%～100%である、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載のスクラップ浸漬装置。

【0057】

例示G. 前記サイドウェルが、溶融金属が通って前記サイドウェルに入る入口ポートと、前記溶融金属が通って前記サイドウェルから出る出口ポートとを有し、前記出口ポートの面積は前記入口ポートの面積よりも小さい、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載のスクラップ浸漬装置。

10

【0058】

例示H. 前記複数のブレードのうちの少なくとも1つが、前記複数のブレードのうちの前記少なくとも1つの前面上の最外縁部からほぼ接線方向に延在する半径方向延長部を備える、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載のスクラップ浸漬装置。

【0059】

例示I. 前記複数のブレードのうちの少なくとも1つが、前記複数のブレードのうちの前記少なくとも1つの前面上の上縁部からほぼ接線方向に延在する上部延長部を備える、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載のスクラップ浸漬装置。

20

【0060】

例示J. 前記インペラが、前記インペラの周囲に延在するリングを備え、前記リングは前記複数のブレードのそれぞれの最外縁部に取り付けられる、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載のスクラップ浸漬装置。

【0061】

例示K. 前記シャフトが、前記シャフトの残りの部分よりも大きな外形寸法を備えるショルダと、前記ショルダの上に配置されたカップリングと、を備える、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載のスクラップ浸漬装置。

30

【0062】

例示L. 主炉床、サイドウェル、及び前記主炉床を前記サイドウェルから分離する仕切り壁を備える炉であって、前記仕切り壁は、(i)溶融金属が前記サイドウェルに入る入口ポート、及び(ii)溶融金属が前記サイドウェルを出る出口ポートを備える、前記炉と、前記炉内で溶融金属を混合するためのスクラップ浸漬装置であって、上部構造と、前記上部構造から下に延在するシャフトと、前記シャフトの下端にあるインペラと、を備える前記スクラップ浸漬装置と、を含み、前記インペラは、前記サイドウェル内に、前記インペラの半径方向流路が、デフレクタブロックから約1インチから5インチ、オフセットされ、前記インペラの前記半径方向流路の前縁は、入口ポートの縁部と整列される、よう配置される、溶融金属リサイクルシステム。

【0063】

例示M. 前記インペラが複数のブレードを備え、前記複数のブレードの各ブレードについて、ブレード半径に対するブレード高さの比率は、約0.7から約1である、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載の溶融金属リサイクルシステム。

40

【0064】

例示N. 前記複数のブレードのうちの少なくとも1つが、前記複数のブレードのうちの前記少なくとも1つの前面上の最外縁部からほぼ接線方向に延在する半径方向延長部を備える、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載の溶融金属リサイクルシステム。

【0065】

例示O. 前記複数のブレードのうちの少なくとも1つが、前記複数のブレードのうちの

50

前記少なくとも 1 つの前面上の上縁部からほぼ接線方向に延在する上部延長部を備える、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載の溶融金属リサイクルシステム。

【 0 0 6 6 】

例示 P . 前記インペラが、前記複数のブレードの合計直径よりも小さい幅を有するプレートを備える、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載の溶融金属リサイクルシステム。

【 0 0 6 7 】

例示 Q . 前記プレートの下面が、前記複数のブレードのそれぞれの下面と整列される、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載の溶融金属リサイクルシステム。

【 0 0 6 8 】

例示 R . 前記デフレクタブロックが前記仕切り壁に取り付けられる、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載の溶融金属リサイクルシステム。

【 0 0 6 9 】

例示 S . 前記上部構造から延在するアームをさらに備え、前記デフレクタブロックが前記アームに取り外し可能に取り付けられる、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載の溶融金属リサイクルシステム。

【 0 0 7 0 】

例示 T . 前記インペラが前記インペラの周囲に延在するリングを備え、前記リングは複数のブレードのそれぞれの最外縁部に取り付けられる、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載の溶融金属リサイクルシステム。

【 0 0 7 1 】

例示 U . 前記出口ポートの面積が、前記入口ポートの面積の 50 % ~ 100 % である、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載の溶融金属リサイクルシステム。

【 0 0 7 2 】

例示 V . 前記出口ポートが出口ポート中心軸を備え、前記入口ポートが入口ポート中心軸を備え、前記出口ポート中心軸は前記入口ポート中心軸と平行でない、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載の溶融金属リサイクルシステム。

【 0 0 7 3 】

例示 W . 前記出口ポート中心軸と前記入口ポート中心軸との間の角度が 0 ° から 45 ° である、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載の溶融金属リサイクルシステム。

【 0 0 7 4 】

例示 X . 前記出口ポート中心軸と前記入口ポート中心軸との間の角度が、前記サイドウェルの容積または前記主炉床の表面積のうちの少なくとも 1 つに基づく、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載の溶融金属リサイクルシステム。

【 0 0 7 5 】

例示 Y . 前記インペラの回転速度が、前記サイドウェル内の前記溶融金属の深さに基づいて制御される、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載の溶融金属リサイクルシステム。

【 0 0 7 6 】

例示 Z . 前記サイドウェル内の前記サイドウェルのフロアに対する前記インペラの高さが、前記サイドウェル内の前記溶融金属の深さに基づいて制御される、先行または後続の例示または例示の組み合わせのいずれかに記載の溶融金属リサイクルシステム。

【 0 0 7 7 】

図面に示されているか、または上記で説明されているオブジェクトの異なる配置、ならびに図示または説明されていない特徴及びステップが可能である。同様に、一部の機能及びサブコンピネーションは有用であり、他の機能及びサブコンピネーションを参照せずに

10

20

30

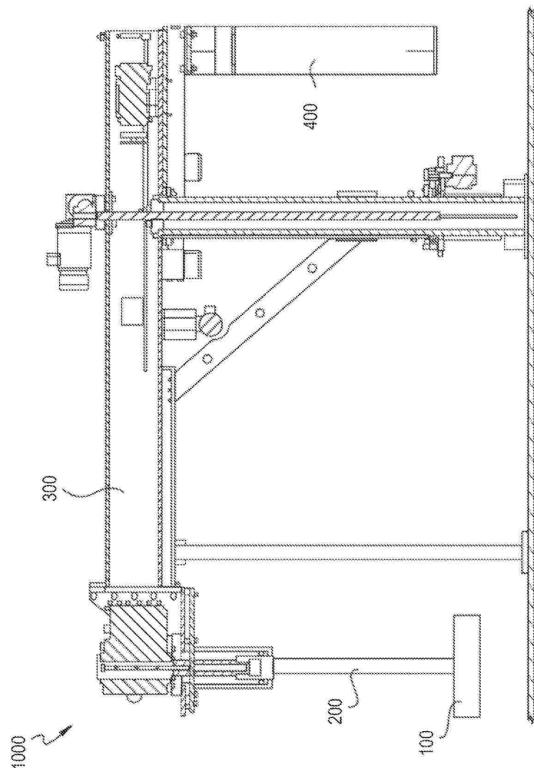
40

50

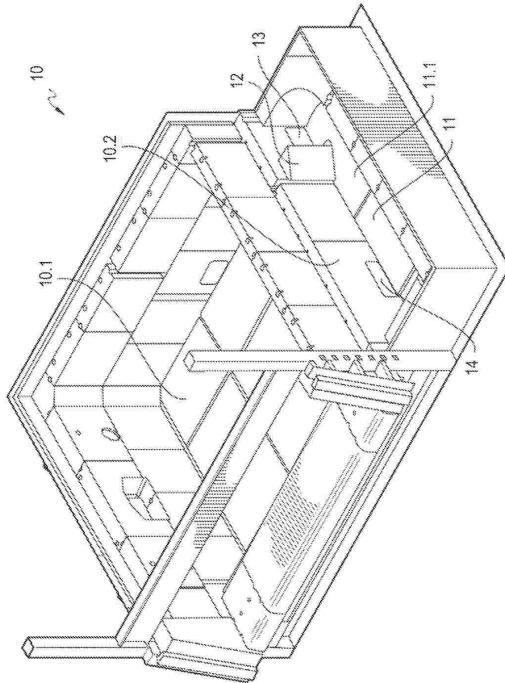
使用することができる。本発明の実施形態は、限定ではなく例示の目的で説明されたものであり、本特許の読者には代替実施形態が明らかになるであろう。したがって、本発明は、上記で説明した、または図面に示される実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲から逸脱することなく、様々な実施形態及び変更を行うことができる。

【 図面 】

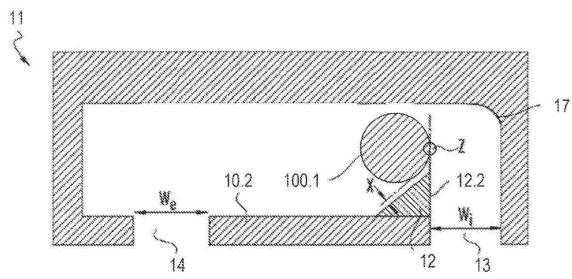
【 囮 1 】



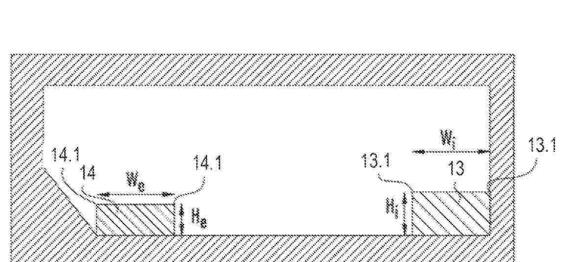
【 図 2 A 】



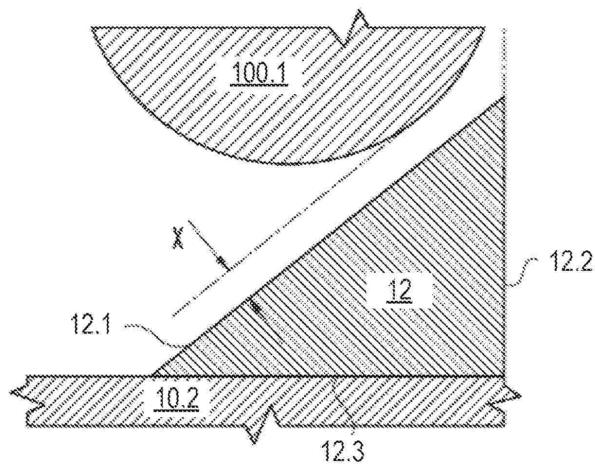
【 図 2 B 】



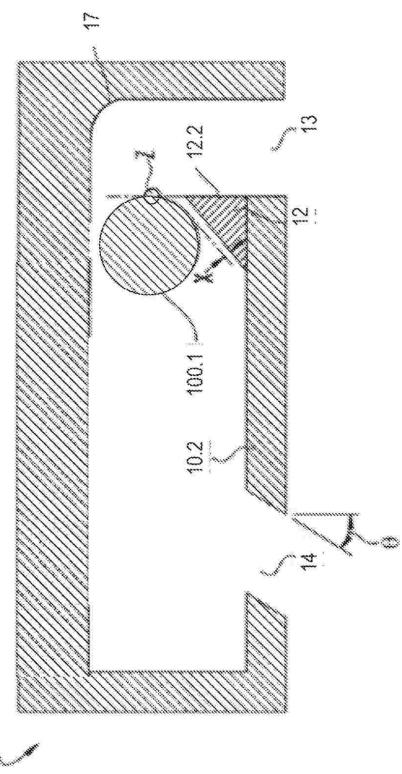
【 図 2 C 】



【図2D】



【図2E】



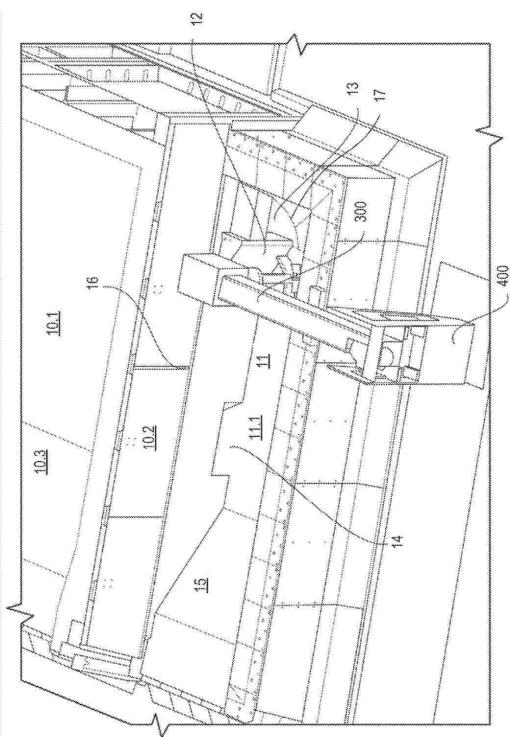
10

20

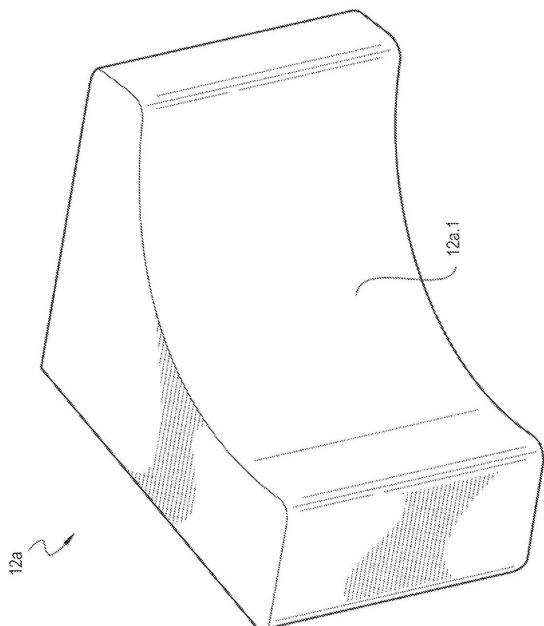
30

40

【図2F】

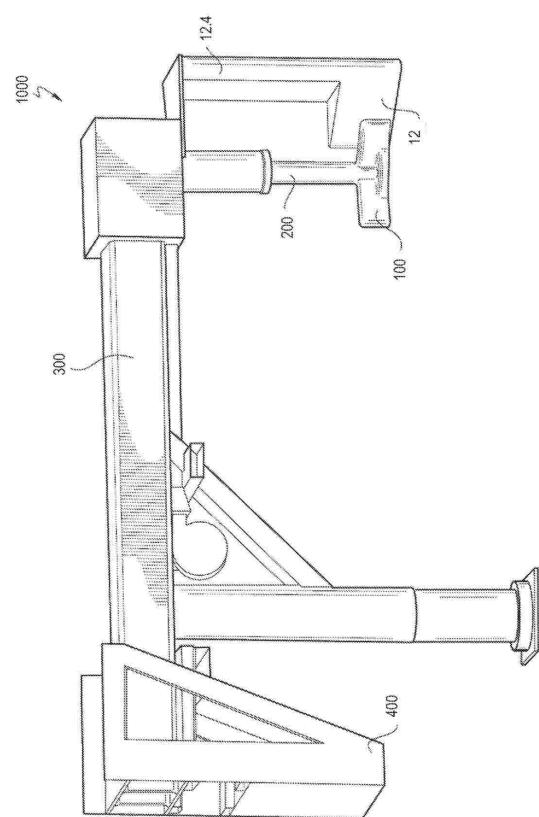


【図3】

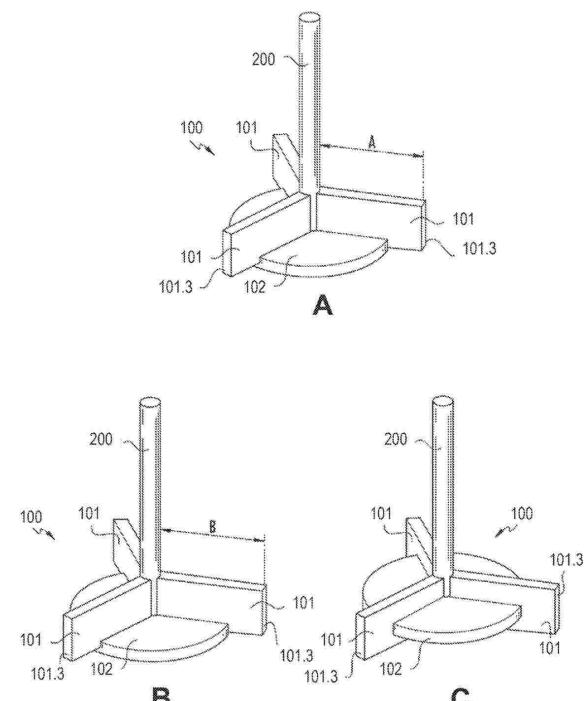


50

【図4】



【図5】



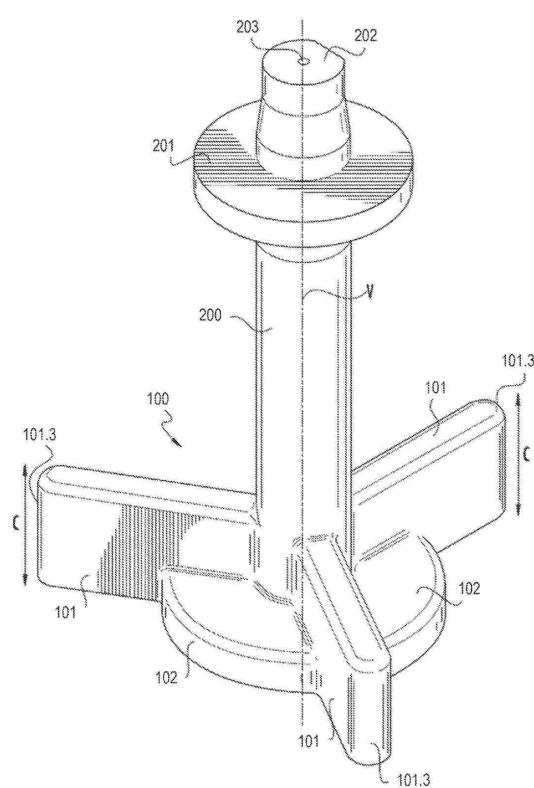
10

20

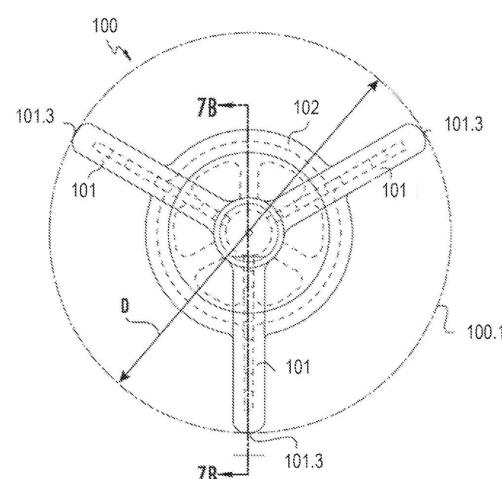
30

40

【図6】

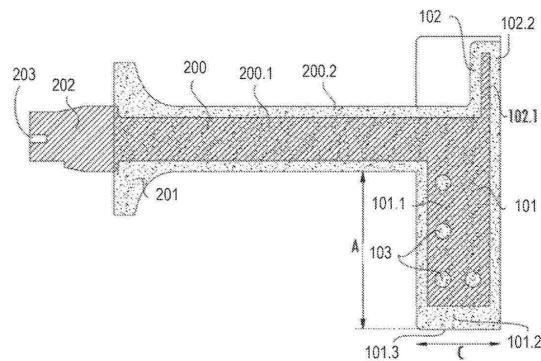


【図7 A】

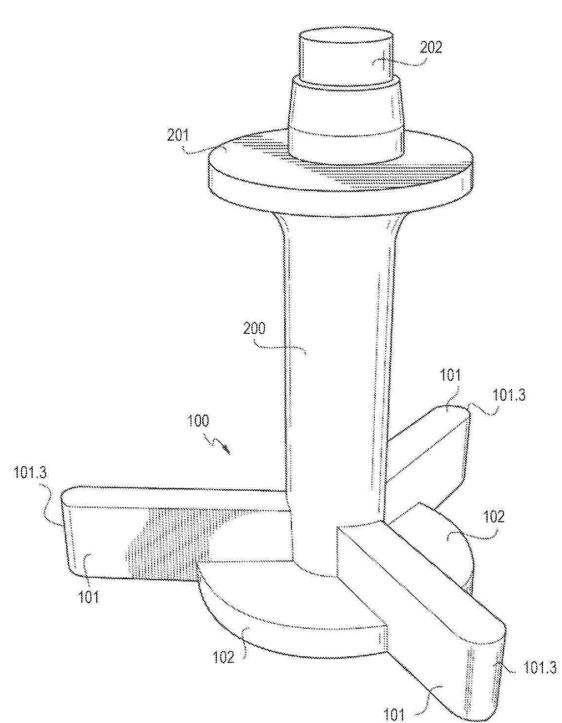


50

【 図 7 B 】



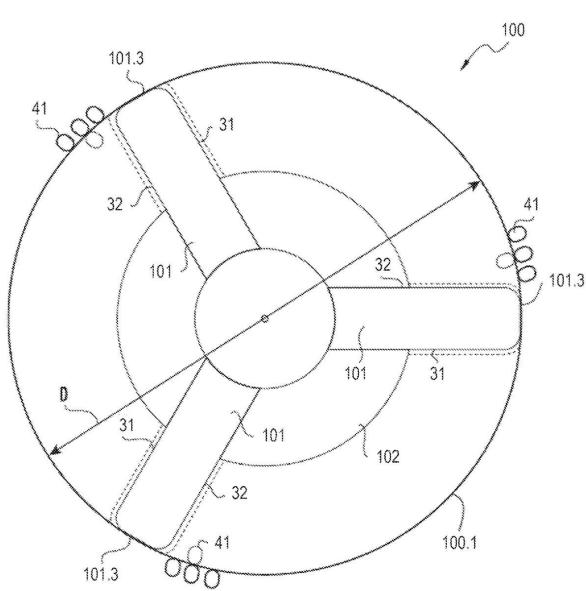
【 四 8 】



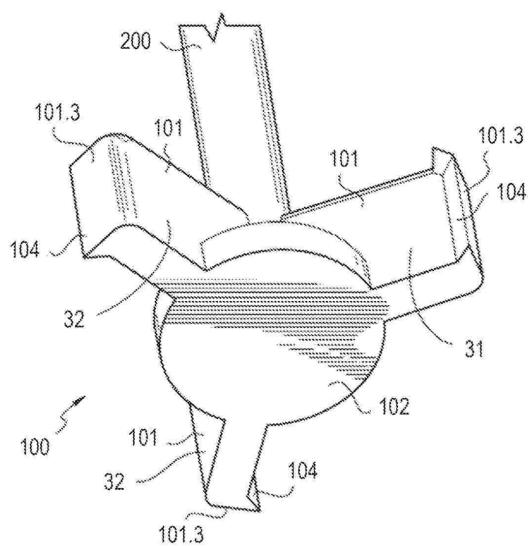
10

20

【 図 9 】



【図10A】

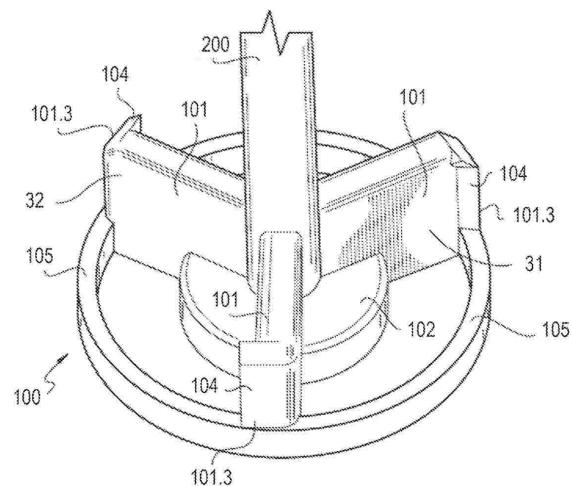


30

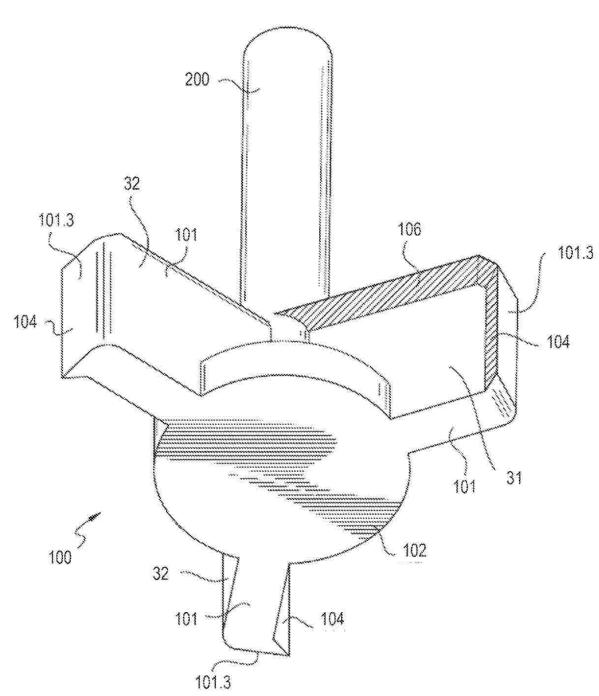
40

50

【図 10 B】



【図 10 C】



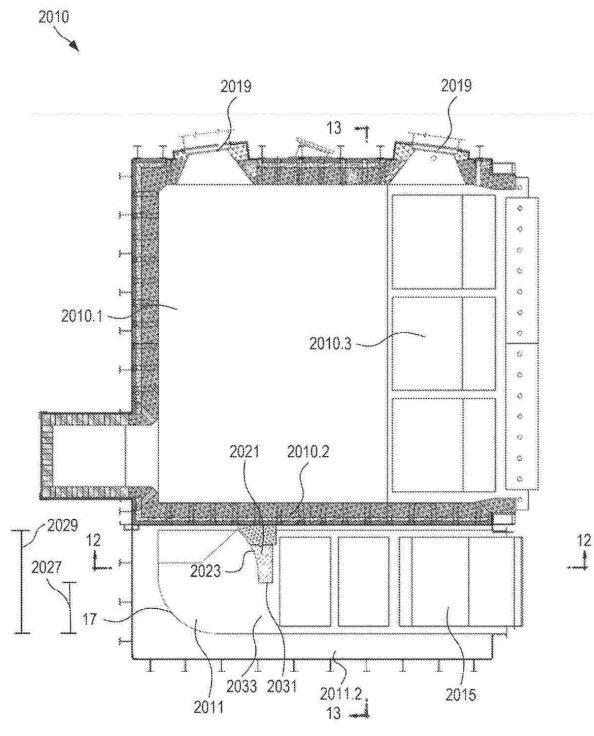
10

20

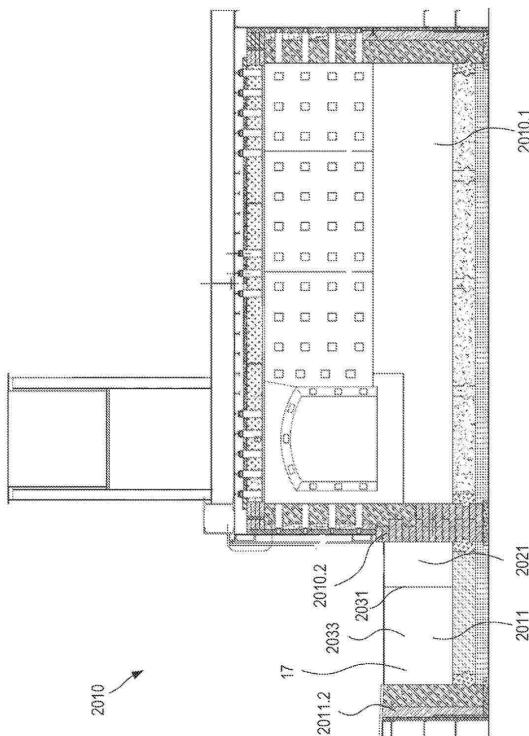
30

40

【図 11】

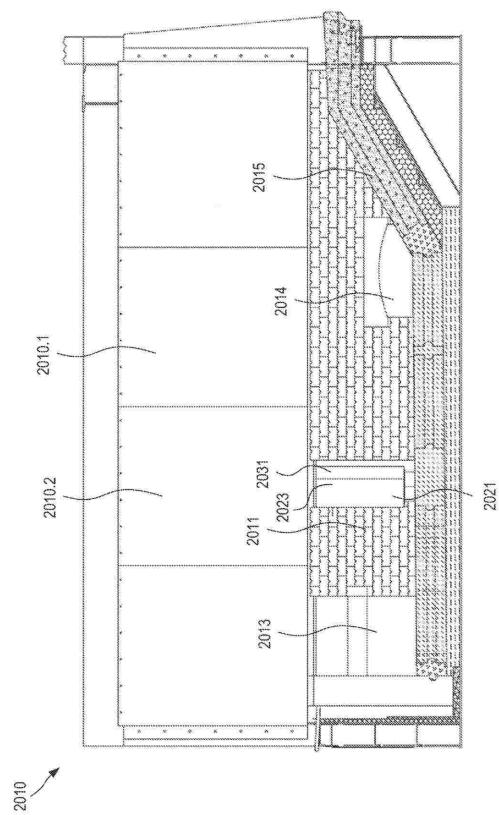


【図 12】

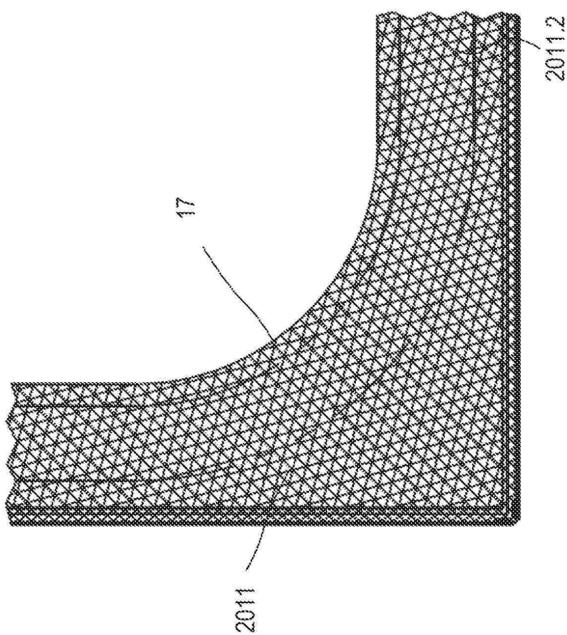


50

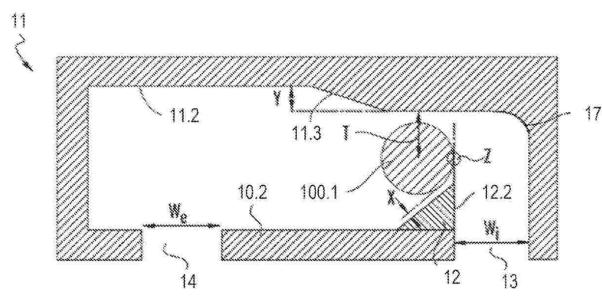
【図13】



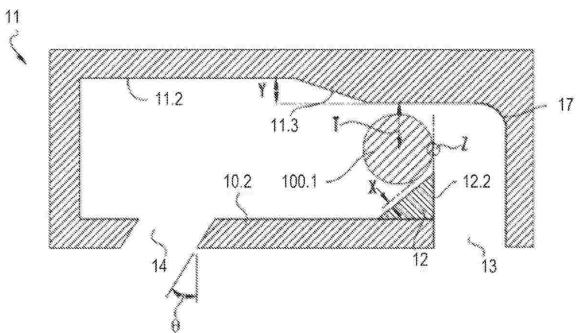
【図14】



【図15】



【図16】



40

50

【手続補正書】

【提出日】令和6年9月18日(2024.9.18)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0077

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0077】

図面に示されているか、または上記で説明されているオブジェクトの異なる配置、ならびに図示または説明されていない特徴及びステップが可能である。同様に、一部の機能及びサブコンビネーションは有用であり、他の機能及びサブコンビネーションを参照せずに使用することができる。本発明の実施形態は、限定ではなく例示の目的で説明されたものであり、本特許の読者には代替実施形態が明らかになるであろう。したがって、本発明は、上記で説明した、または図面に示される実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲から逸脱することなく、様々な実施形態及び変更を行うことができる。

本開示の実施態様の一部を以下の【項目1】-【項目26】に記載する。

【項目1】

炉内で溶融金属を混合するためのスクラップ浸漬装置であって、

上部構造と、

前記上部構造から下に延在するシャフトと、

前記シャフトの下端にあるインペラであって、

複数のブレードであって、それぞれがブレード高さ及びブレード半径を有する、前記複数のブレードと、

プレートと、を備え、

前記ブレード半径に対する前記ブレード高さの比率は約0.3から約1である、

前記インペラと、

を備える、前記スクラップ浸漬装置。

【項目2】

前記プレートが、前記複数のブレードの合計直径よりも小さい幅を備え、

前記プレートの下面が、前記複数のブレードのそれぞれの下面と整列される、

項目1に記載のスクラップ浸漬装置。

【項目3】

前記複数のブレードのうちの少なくとも1つが、前記複数のブレードのうちの前記少なくとも1つの前面の最外縁部からほぼ接線方向に延在する半径方向延長部を備える、項目1または2に記載のスクラップ浸漬装置。

【項目4】

前記複数のブレードのうちの少なくとも1つが、前記複数のブレードのうちの前記少なくとも1つの前面の上縁部からほぼ接線方向に延在する上部延長部を備える、項目1から3のいずれか1項に記載のスクラップ浸漬装置。

【項目5】

前記インペラが前記インペラの周囲に延在するリングを備え、前記リングは前記複数のブレードのそれぞれの最外縁部に取り付けられる、項目1から4のいずれか1項に記載のスクラップ浸漬装置。

【項目6】

前記シャフトが、

前記シャフトの残りの部分よりも大きな外形寸法を備えるショルダと、

前記ショルダの上に配置されたカップリングと、

を備える、項目1から5のいずれか1項に記載のスクラップ浸漬装置。

【項目7】

前記インペラが前記炉の内側に配置されるとき、前記インペラは、前記インペラの半径

10

20

30

40

50

方向流路がデフレクタブロックから約1インチ～5インチ、オフセットされるように配置される、項目1から6のいずれか1項に記載のスクラップ浸漬装置。

[項目8]

前記炉が、主炉床、サイドウェル、及び前記主炉床を前記サイドウェルから分離する仕切り壁を備え、

前記デフレクタブロックが前記仕切り壁に取り付けられる、

項目1から7のいずれか1項に記載のスクラップ浸漬装置。

[項目9]

前記上部構造から延在するアームをさらに備え、前記デフレクタブロックは前記アームに取り外し可能に取り付けられる、項目8のいずれか1項に記載のスクラップ浸漬装置。

10

[項目10]

前記サイドウェルが、溶融金属が通って前記サイドウェルに入る入口ポートと、前記溶融金属が通って前記サイドウェルから流れて出る出口ポートとを有し、

前記出口ポートの面積は前記入口ポートの面積の50%～100%である、

項目8または9に記載のスクラップ浸漬装置。

[項目11]

前記サイドウェルが、溶融金属が通って前記サイドウェルに入る入口ポートと、前記溶融金属が通って前記サイドウェルから出る出口ポートとを有し、

前記出口ポートの面積は、前記入口ポートの面積よりも小さい、

項目8から10のいずれか1項に記載のスクラップ浸漬装置。

20

[項目12]

主炉床、サイドウェル、及び前記主炉床を前記サイドウェルから分離する仕切り壁を備える炉であって、前記仕切り壁は、(i)溶融金属が前記サイドウェルに入る入口ポート、及び(ii)溶融金属が前記サイドウェルを出る出口ポートを備える、前記炉と、

前記炉内で溶融金属を混合するためのスクラップ浸漬装置であって、

上部構造と、

前記上部構造から下に延在するシャフトと、

前記シャフトの下端にあるインペラと、

を備える前記スクラップ浸漬装置と、

を含み、

前記インペラは、前記サイドウェル内に、

前記インペラの半径方向流路が、デフレクタブロックから約1インチから5インチ、オフセットされ、

前記インペラの前記半径方向流路の前縁は、前記入口ポートの縁部と整列される、
ように配置される、

溶融金属リサイクルシステム。

30

[項目13]

前記デフレクタブロックが前記仕切り壁に取り付けられる、項目12に記載の溶融金属リサイクルシステム。

40

[項目14]

前記上部構造から延在するアームをさらに備え、前記デフレクタブロックが前記アームに取り外し可能に取り付けられる、項目12または13に記載の溶融金属リサイクルシステム。

[項目15]

前記インペラが前記インペラの周囲に延在するリングを備え、前記リングは複数のブレードのそれぞれの最外縁部に取り付けられる、項目12から14のいずれか1項に記載の溶融金属リサイクルシステム。

[項目16]

前記出口ポートの面積が、前記入口ポートの面積の50%～100%である、項目12から15のいずれか1項に記載の溶融金属リサイクルシステム。

50

【項目 17】

前記インペラの回転速度が、前記サイドウェル内の前記溶融金属の深さに基づいて制御される、項目 12 から 16 のいずれか 1 項に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【項目 18】

前記サイドウェル内の前記サイドウェルのフロアに対する前記インペラの高さが、前記サイドウェル内の前記溶融金属の深さに基づいて制御される、項目 12 から 17 のいずれか 1 項に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【項目 19】

前記インペラが複数のブレードを備え、

前記複数のブレードの各ブレードについて、ブレード半径に対するブレード高さの比率は、約 0.3 から約 1 である。 10

項目 12 から 18 のいずれか 1 項に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【項目 20】

前記複数のブレードのうちの少なくとも 1 つが、前記複数のブレードのうちの前記少なくとも 1 つの前面上の最外縁部からほぼ接線方向に延在する半径方向延長部を備える、項目 19 に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【項目 21】

前記複数のブレードのうちの少なくとも 1 つが、前記複数のブレードのうちの前記少なくとも 1 つの前面上の上縁部からほぼ接線方向に延在する上部延長部を備える、項目 19 または 20 に記載の溶融金属リサイクルシステム。 20

【項目 22】

前記インペラが、前記複数のブレードの合計直径よりも小さい幅を有するプレートを備える、項目 19 から 21 のいずれか 1 項に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【項目 23】

前記プレートの下面が、前記複数のブレードのそれぞれの下面と整列される、項目 19 から 22 のいずれか 1 項に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【項目 24】

前記出口ポートが出口ポート中心軸を備え、前記入口ポートが入口ポート中心軸を備え、前記出口ポート中心軸は前記入口ポート中心軸と平行でない、項目 12 に記載の溶融金属リサイクルシステム。 30

【項目 25】

前記出口ポート中心軸と前記入口ポート中心軸との間の角度が 0° から 45° である、項目 24 に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【項目 26】

前記出口ポート中心軸と前記入口ポート中心軸との間の角度が、前記サイドウェルの容積または前記主炉床の表面積のうちの少なくとも 1 つに基づく、項目 24 または 25 に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

主炉床、サイドウェル、及び前記主炉床を前記サイドウェルから分離する仕切り壁を備える炉であって、前記仕切り壁は、(i) 溶融金属が前記サイドウェルに入る入口ポート、及び (ii) 溶融金属が前記サイドウェルを出る出口ポートを備える、前記炉と、

前記炉内で溶融金属を混合するためのスクラップ浸漬装置であって、

上部構造と、

前記上部構造から下に延在するシャフトと、 50

前記シャフトの下端にあるインペラと、
を備える前記スクラップ浸漬装置と、
を含み、

前記インペラは、前記サイドウェル内に、

前記インペラの半径方向流路が、デフレクタブロックから約1インチから5インチ、
オフセットされ、

前記インペラの前記半径方向流路の前縁は、前記入口ポートの縁部と整列される、
よう配置される、
溶融金属リサイクルシステム。

【請求項2】

前記デフレクタブロックが前記仕切り壁に取り付けられる、請求項1に記載の溶融金属
リサイクルシステム。

【請求項3】

前記上部構造から延在するアームをさらに備え、前記デフレクタブロックが前記アーム
に取り外し可能に取り付けられる、請求項1または2に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【請求項4】

前記インペラが前記インペラの周囲に延在するリングを備え、前記リングは複数のブレ
ードのそれぞれの最外縁部に取り付けられる、請求項1から3のいずれか1項に記載の溶
融金属リサイクルシステム。

【請求項5】

前記出口ポートの面積が、前記入口ポートの面積の50%～100%である、請求項1
から4のいずれか1項に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【請求項6】

前記インペラの回転速度が、前記サイドウェル内の前記溶融金属の深さに基づいて制御
される、請求項1から5のいずれか1項に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【請求項7】

前記サイドウェル内の前記サイドウェルのフロアに対する前記インペラの高さが、前記
サイドウェル内の前記溶融金属の深さに基づいて制御される、請求項1から6のいずれか
1項に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【請求項8】

前記インペラが複数のブレードを備え、前記複数のブレードのうちの少なくとも1つが、
前記複数のブレードのうちの前記少なくとも1つの前面上の最外縁部からほぼ接線方向に
延在する半径方向延長部を備える、請求項1から7のいずれか1項に記載の溶融金属リサ
イクルシステム。

【請求項9】

前記複数のブレードのうちの少なくとも1つが、前記複数のブレードのうちの前記少
なくとも1つの前面上の上縁部からほぼ接線方向に延在する上部延長部を備える、請求項8
に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【請求項10】

前記インペラが、前記複数のブレードの合計直径よりも小さい幅を有するプレートを備
える、請求項8または9に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【請求項11】

前記プレートの下面が、前記複数のブレードのそれぞれの下面と整列される、請求項1
0に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【請求項12】

前記出口ポートが出口ポート中心軸を備え、前記入口ポートが入口ポート中心軸を備え
、前記出口ポート中心軸は前記入口ポート中心軸と平行でない、請求項1に記載の溶融金
属リサイクルシステム。

【請求項13】

10

20

30

40

50

前記出口ポート中心軸と前記入口ポート中心軸との間の角度が 0° から 45° である、
請求項 1_2 に記載の溶融金属リサイクルシステム。

【請求項 1_4】

前記出口ポート中心軸と前記入口ポート中心軸との間の角度が、前記サイドウェルの容
積または前記主炉床の表面積のうちの少なくとも 1 つに基づく、請求項 1_2 または 1_3 に
記載の溶融金属リサイクルシステム。

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(74)代理人 100217179
弁理士 村上 智史

(74)代理人 100202418
弁理士 河原 肇

(72)発明者 ローチ, エド温イン エル
アメリカ合衆国30144ジョージア州ケネソー、ボーン・ロード1950、ノベリス・インコ
ポレイテッド内

(72)発明者 スティーブンズ, ウエスリー ドナルド
カナダ、ジー0エイチ0エル7、ケベック、シクーティミ、リュ・デュ・ドメヌ・デ・セパージュ
1987

(72)発明者 コズミッキ, ティナ
アメリカ合衆国30144ジョージア州ケネソー、ボーン・ロード1950、ノベリス・インコ
ポレイテッド内

(72)発明者 ディンスモア, スティーブン ダブリュー
アメリカ合衆国30144ジョージア州ケネソー、ボーン・ロード1950、ノベリス・インコ
ポレイテッド内

(72)発明者 ソルト, スティーブン ジェイムズ
カナダ、エヌ1シー・1エイ3、オンタリオ、グエルフ、クウェイル・クリーク・ドライブ10

(72)発明者 ノーザン, ドニー
アメリカ合衆国40403ケンタッキー州バリア、キングストン・エイカーズ126

(72)発明者 ワグスタッフ, ロバート ブルース
アメリカ合衆国99016ワシントン州グリーンエイカーズ、イースト・ヘンリー・ロード227
10