(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4050311号
(P4050311)

(45)発行日　平成20年2月20日(2008.2.20)　(24)登録日　平成19年12月7日(2007.12.7)

(51)Int.Cl.　　F I
C22B 9/05 (2006.01)　　C22B 9/05
C21C 7/072 (2006.01)　　C21C 7/072 A

請求項の数 46　(全 23 頁)

(21)出願番号　特願平7-520290
(86)(22)出願日　平成7年2月3日(1995.2.3)
(65)公表番号　特表平9-508441
(43)公表日　平成9年8月26日(1997.8.26)
(86)国際出願番号　PCT/CA1995/000049
(87)国際公開番号　WO1995/021273
(87)国際公開日　平成7年8月10日(1995.8.10)
審査請求日　平成14年2月1日(2002.2.1)
(31)優先権主張番号　191,635
(32)優先日　平成6年2月4日(1994.2.4)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者
アルキャン・インターナショナル・リミテッド
カナダ、エイチ３エイ・３ジー２、ケベック、モントリオール、ウエスト、シャーブルック・ストリート　１１８８番
(74)代理人
弁理士　青山　葆
(72)発明者　ウェト、ペテ・デ
カナダ、ジー７エイチ・７エム３、ケベック、シクーティミ、デ・クレスピゥル５８番

最終頁に続く

(54)【発明の名称】溶融金属のガス処理

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
底壁及び１組の対向する側壁を有する容器内に、溶融金属が連続的に導入されて且つ当該容器より連続的に除去され、
少なくとも１個の機械的運動をするガスインジェクターが、当該容器内の金属中に装備されており、
上記少なくとも１個のインジェクターの運動中に、ガスが、１つの処理ゾーンを形成している上記容器の一部分に存在する上記溶融金属中に、上記少なくとも１個のインジェクターを介してガスを注入してガスバブルを発生させて、溶融金属を処理ガスで処理する方法であって、
上記容器がトラフの１つのセクションを成し、このトラフセクションは、静的金属滞留量が、動的金属滞留量の３５％未満であることを特徴とする溶融金属処理方法。
【請求項２】
上記トラフが、自然排出する端部開放の金属運搬用トラフであることを特徴とする請求項１に記載の溶融金属処理方法。
【請求項３】
上記各インジェクターは、各インジェクターからのバブルが上記処理ゾーンの処理セグメントを成す上記溶融金属の容積を通過するように機械的運動し、上記処理セグメントが、当該インジェクターの中央に集まった金属の容積に相応し、且つ該インジェクターの中心位置においてトラフセクション内に含まれる金属の横断縦面積と、上記インジェクターの

中央の上記金属表面上又はその下におけるトラフセクションの最大幅と、を乗じた積によって規定され、但し、２個以上のインジェクターがあって、隣り合ったインジェクターの中心間の距離がトラフセクションの対向する壁間の距離より小さい場合には、各インジェクターに関連する処理セグメントは、上記の縦断面積と、上記の隣り合うインジェクターの中心間の距離と、の積であることを特徴とする請求項１又は２に記載の溶融金属処理方法。

【請求項４】

上記の処理セグメントが、０．２０m^3以下の容積を有することを特徴とする請求項３に記載の溶融金属処理方法。

【請求項５】

上記の処理セグメントが、０．０７m^3以下の容積を有することを特徴とする請求項３に記載の溶融金属処理方法。

【請求項６】

上記のインジェクターが機械的に充分且つ速やかに運動し、上記処理セグメント内のガス滞留量を少なくとも５％発生させることを特徴とする請求項３に記載の溶融金属処理方法。

【請求項７】

当該インジェクターが機械的に充分且つ速やかに運動し、各処理セグメントにおけるガス－金属の累積表面積が少なくとも３０m^2／金属m^3であることを特徴とする請求項３に記載の溶融金属処理方法。

【請求項８】

上記金属がアルミニウムもしくはアルミニウム合金であり、上記処理セグメントが当該金属を４７０ｋｇ以下含むことを特徴とする請求項３に記載の溶融金属処理方法。

【請求項９】

上記金属がアルミニウムもしくはアルミニウム合金であって、処理セグメントが当該金属を約１６５ｋｇ含むことを特徴とする請求項３に記載の溶融金属処理方法。

【請求項１０】

上記金属がアルミニウムであって、上記ガスが少なくとも１つのインジェクターを介して、処理セグメント内のアルミニウム１ｋｇにつき１リットル未満で注入されることを特徴とする請求項３に記載の溶融金属処理方法。

【請求項１１】

上記ガスインジェクターが、当該インジェクターの縦の軸心の周りに回転することにより機械的運動をすることを特徴とする請求項１又は２に記載の溶融金属処理方法。

【請求項１２】

各ガスインジェクターが、該インジェクターの周りに少なくとも２ｍ／秒の接線速度を成す回転速度で回転することを特徴とする請求項１１に記載の溶融金属処理方法。

【請求項１３】

上記ガスが当該金属内に注入されるとき、上記金属が上記トラフセクションを経て少なくとも１個のインジェクターを通って長手方向に沿って移動することを特徴とする請求項１又は２に記載の溶融金属処理方法。

【請求項１４】

上記金属が、９０秒以下の時間で金属が処理ゾーンを通過する流量で、トラフセクションを移動することを特徴とする請求項１又は２に記載の溶融金属処理方法。

【請求項１５】

上記金属は、金属が各インジェクターの隣り合う回転表面と反対方向で該表面に向けて流れる流れパターンで上記トラフセクションを移動することを特徴とする請求項１又は２に記載の溶融金属処理方法。

【請求項１６】

２個以上のガスインジェクターを用いて、１個のガスインジェクターについての１つの処理セグメント内に存する金属の撹乱が、別のガスインジェクターについての隣り合った金

属セグメント内に存する金属に影響を及ぼすことを実質的に防止されていることを特徴とする請求項３に記載の溶融金属処理方法。
【請求項１７】
各インジェクターは、ロータ本体が金属内で回転するときに放射方向及びほぼ水平方向の金属の流れを生じさせ且つガスを金属内に注入する手段を含む内部構造を持った概して円筒状の当該ロータ本体より成り、上記注入手段によって当該ガスが放射方向及びほぼ水平方向の金属の流れの中にバブルとして分散され、上記ロータ本体は、上記放射方向及びほぼ水平方向の金属の流れ内にあるガスバブルを上記流れがロータ本体から流出するとき微細なバブルに破壊するに有効な接線方向の剪断勾配を溶融金属に受けさせて、これによって上記放射方向及びほぼ水平方向の金属の流れが当該金属の流れ及びガスバブルを上記処理セグメント通って分散するに十分な運動量を具備し、その結果、該金属の上面のバブルが上記ガスインジェクターもしくは上記容器の側壁に実質的に集中することなくほぼ均一に分布することを特徴とする請求項１１に記載の溶融金属処理方法。
【請求項１８】
上記ロータが、５～２０ｃｍの直径を有し、且つ５００～１２００ｒｐｍの回転速度で回転されることを特徴とする請求項１７に記載の溶融金属処理方法。
【請求項１９】
上記ロータ本体が、円筒状の側面及び底面と、上記一側面にロータ本体の周りに対称に間隔をもって配置された少なくとも３つの開口部と、ガスを搬送する少なくとも１個の通路と、上記側面の開口部間を連通するための内部構造と、を備え、底面の開口部と少なくとも１個の上記通路と上記の内部構造とが、上記ロータが回転されると、上記内部の通路から発生するバブルを微細なバブルに破壊し且つ金属／ガス混合物を上記側面の開口部から概して水平方向及び放射方向に発生させることを特徴とする請求項１７に記載の溶融金属処理方法。
【請求項２０】
上記トラフ内には、上記ロータの周りにチャネルによって分離された概ね縦方向の固定翼が配置され、これによって上記放射方向及びほぼ水平方向の金属の流れが受止されることを特徴とする請求項１７に記載の溶融金属処理方法。
【請求項２１】
上記処理セグメントの容積を、上記トラフ内を通過する金属の流量で除した比率が７０秒未満であることを特徴とする請求項３に記載の溶融金属処理方法。
【請求項２２】
上記セグメントの容積を、上記トラフ内を通過する金属の流量で除した比率が３５秒未満であることを特徴とする請求項３に記載の溶融金属処理方法。
【請求項２３】
溶融金属を保有し且つ移送するための底壁及び一組の対向壁を持った容器と、上記金属内に浸漬された上記容器内で使用状態に位置付けられる少なくとも１個のガスインジェクターと、上記ガスインジェクターにガスを送る手段と、を含んで、溶融金属を処理ガスで処理する溶融金属処理装置であって、
この装置が上記ガスインジェクターを機械的に運動する手段を含み、
上記容器が、当該溶融金属を搬送するための長いトラフの１つのセクションを成し、このトラフセクションは、静的金属滞留量が、動的金属滞留量の３５％未満であり、
このトラフセクションが、処理セグメントの領域を定め、この処理セグメントが、上記インジェクターの中央に集まった金属の容積であって、当該インジェクターの中心における上記トラフセクションの縦断面積と、上記インジェクターの中心の上記金属表面又はその下のトラフセクションの最大幅と、を乗じた積により規定され、各処理セグメントが、０．２０m^3未満の容積を有することを特徴とする溶融金属処理装置。
【請求項２４】
上記トラフが、自然排出する端部開放の金属運搬用トラフであることを特徴とする請求項２３に記載の溶融金属処理装置。

【請求項２５】
上記インジェクターが、ロータを有し、このロータは内側に向かう開口部付きの円滑な円筒状外表面を備えて、この開口部が、上記ロータが上記溶融金属内に浸漬され且つ回転されると外向放射状且つほぼ水平方向の金属の流れを発生させ、このロータが、上記円筒面の開口部に連なる少なくとも１個の開口部を備えた下端面と、上記処理ガスを上記金属の流れ内に導入するガス注入口と、当該ガスを上記ガス注入口に運ぶチャネルと、を含むことを特徴とする請求項２３又は２４に記載の溶融金属処理装置。
【請求項２６】
各インジェクターが、円筒状側面及び少なくとも１個の開口部を具備した底面と、当該側面の周りに対称的に配置された少なくとも３個の開口部と、底部と側面開口部との間にある溶融金属の移動のためのロータ内の通路と、ロータ本体内に設けられた少なくとも１個のガス注入口を兼備した内部構造と、を有し、この内部構造が、使用時にガス注入口を通ってガスをロータ本体内に導入して溶融金属と混合させてガスバブルを形成すると共に、使用時には側面開口部より溶融金属とガスバブルとを放射状に且つほぼ水平に流すことを特徴とする請求項２３又は２４に記載の溶融金属処理装置。
【請求項２７】
各ロータを回転させる手段が、
放射状及びほぼ水平状の金属の流れ内にあるガスバブルに当該金属流れがロータから出る際に微細なバブルに破壊するに有効な剪断勾配を与えて
上記放射状及びほぼ水平に金属の流れに当該金属の流れ及び微細なガスバブルを処理セグメントを通って分散させるに十分な運動量を与え、
さらに、当該トラフ壁への金属のはねかけを起こさずに且つ上記ガスインジェクターもしくは上記トラフ壁にバブルを集まらせずに、金属の上面にて破壊するバブルを均一に分配させることを特徴とする請求項２６に記載の溶融金属処理装置。
【請求項２８】
上記ロータが、上記側面においてロータの周りに対称に間隔おきに配置された少なくとも３個の開口部を備えていることを特徴とする請求項２５に記載の溶融金属処理装置。
【請求項２９】
上記ロータが、当該ロータを支承し且つ回転させる軸の中央部に結合された概ね平坦な水平方向の上面を備えていることを特徴とする請求項２５に記載の溶融金属処理装置。
【請求項３０】
上記ロータが、截頭円錐形をなして当該ロータを支承し且つ回転せしめる軸に上向テーパーで合体していることを特徴とする請求項２５に記載の溶融金属処理装置。
【請求項３１】
上記側面の開口部が、上記ロータの回転によって掃引される全面積の６０％未満に相当する上記外表面の面積を占有していることを特徴とする請求項２５に記載の溶融金属処理装置。
【請求項３２】
上記ロータが５～２０ｃｍの範囲の直径を有することを特徴とする請求項２５に記載の溶融金属処理装置。
【請求項３３】
上記内部構造は翼及び当該翼から分離された通路からなることを特徴とする請求項２５に記載の溶融金属処理装置。
【請求項３４】
上記内部構造は少なくとも６個の翼を含むことを特徴とする請求項２５に記載の溶融金属処理装置。
【請求項３５】
装置が概ね縦方向の複数の固定翼を含み、該固定翼は、上記の放射方向でほぼ水平な金属の流れを受容するための当該ロータ周りのチャンネルによって分離されていることを特徴とする請求項２５に記載の溶融金属処理装置。

【請求項３６】
上記トラフセクションが、１５～５０ｃｍの範囲の深さと、１０～４０ｃｍの幅と、を備えていることを特徴とする請求項２３又は２４に記載の溶融金属処理装置。
【請求項３７】
上記複数のガスインジェクターが、上記トラフセクション内に設けられ、当該インジェクターはじゃま板によって分離され、このじゃま板が、トラフセクションに交叉して設けられ当該トラフセクションを通る金属の流れを制御することを特徴とする請求項２３又は２４に記載の溶融金属処理装置。
【請求項３８】
動的金属滞留量に対する静的金属滞留量が３５％未満であるトラフセクション内で、溶融金属内にガスを注入するインジェクターであって、
突出物のない円滑な円筒状側面及び底面のあるロータと、
当該ロータの周りに対称的且つ間隔おきに上記側面に設けられた多数の開口部と、
底面にある少なくとも１個の開口部と、ガスを運ぶための内部通路と、
上記側面における開口部、上記底面の開口部及び上記少なくとも１個の内部通路を相互に連通する内部構造と、から成り、
当該内部構造が、上記内部通路より発生したガスバブルを微細なバブルに破壊して上記側面の開口部からほぼ水平状且つ放射状の金属／ガス混合物を発生させることを特徴とするガスインジェクター。
【請求項３９】
上記トラフセクションが、自然排出する端部開放の金属運搬用トラフの１つのセクションを成すことを特徴とする請求項３８に記載のガスインジェクター。
【請求項４０】
上記ロータが、上記側面においてロータの周りに対称に間隔をもって配置されている少なくとも３個の開口部を備えていることを特徴とする請求項３８又は３９に記載のガスインジェクター。
【請求項４１】
上記ロータが、当該ロータを支承し且つ回転するための軸の中央に結合された概ねフラットな水平方向の表面を備えていることを特徴とする請求項３８又は３９に記載のガスインジェクター。
【請求項４２】
上記ロータが、截頭円錐形をなして、当該ロータを支承し且つ回転せしめる軸と、上向テーパーをもって一体化されていることを特徴とする請求項３８又は３９に記載のガスインジェクター。
【請求項４３】
上記側面の開口部が、上記ロータの回転によって掃引される全面積の６０％未満に相当する上記外表面の面積を占有していることを特徴とする請求項３８又は３９に記載のガスインジェクター。
【請求項４４】
上記ロータが５～２０ｃｍの範囲の直径を有することを特徴とする請求項３８又は３９に記載のガスインジェクター。
【請求項４５】
上記内部構造は翼及び当該翼から分離された通路からなることを特徴とする請求項３８又は３９に記載のガスインジェクター。
【請求項４６】
上記内部構造が、少なくとも６個の翼を含むことを特徴とする請求項３８又は３９に記載のガスインジェクター。
【発明の詳細な説明】
技術分野
本発明は、鋳造や金属の冷却と凝固を含む他の工程より先立って、ガスによる溶融金属を

処理する方法とその装置に関する。特に、本発明は、金属の冷却と凝固を含む他の工程に先立ち、溶解ガス（特に水素）、非金属固体介在物と望まれない金属不純物を除去するためのこの方法による溶融金属の処理に関する。

背景技術

溶融金属が鋳造や同様の方法に使用される場合には、溶融金属は、その鋳造品の化学的、物理的性質に悪影響を及ぼすことがある望まれない成分を除去するための複数の処理の対象にされる。例えば、アルミナ還元セル又は金属保持炉から得られた溶融アルミニウムとその合金は、通常は、溶解水素、固体非金属介在物（TiB_2、アルミニウム／マグネシウム酸化物、アルミニウム炭化物など）種々の活性元素（例えば、アルカリ金属、アルカリ土類金属）を含有している。溶解水素は、その金属が冷えると、溶体から出てきて、製品中に望ましくない気孔を形成する。非金属介在物は金属清浄度を低下させ、活性元素と介在物は、望ましくない金属特性を生じさせる。

これらの望ましくない成分は、通常は、ガスインジェクター（注入器;圧入器,吹込器）により金属の表面下にガスを導入することによって溶融金属から除去される。溶融金属の浴中をバブル（気泡）が上昇する結果、バブルが金属中に溶解していたガス成分を吸収して溶融金属中から除去する。さらに、非金属固体粒子も、バブルによって生じた浮揚効果により浴表面に吸収され、掬い取られる。もし、この目的のために使用されるガスが含有金属不純物と反応性があるなら、その元素は、化学反応により、化合物に変換され、含有固体と同様に、あるいは液－液二相分離により、溶湯から除去される。

この方法は、上記の記述から金属を脱ガスすること以上に多用されていると評価されるであろうが、しばしば「金属脱ガス」と呼ばれている。この方法は、２つの方法の中の１つが典型的に実施されている。即ち、炉中で１本以上のガス注入管を使用する方法と、インラインで、保持炉と鋳造機との間に通常備えてあるトラフに配置した箱状容器に金属を通して、一層効果的にガスインジェクターを使用する方法、とである。第１の場合は、その方法は効果的でなく、時間がかかる。と言うのは、大きなバブルが生成されてガス－金属間接触が悪くなり、金属の撹拌が弱く、表面が高く撹乱され、激しいスプラッシュ（splash…はねかけ）が生じるからである。表面の撹乱は、ドロスの生成と金属の損失を招き、金属の撹拌が弱いと、幾らか未処理の金属を生じる。第２の方法は、連続的に実用可能なユニットで使用されるが、ガスの導入と使用においてより効果的である。これは、幾分は、インライン法がバッチ式工程よりむしろ連続式工程として働くからである。

インライン処理が効果的に作動するには、バブルは適当な期間溶湯と接触していなければならないが、これは、ガス注入点からの溶融金属の適当な深さを確保することにより、そして、ガスをより微細なバブルに破壊してその微細バブルを溶融金属容積中にもっと効果的に分散させる手段、例えば、回転分散装置やその他の機械的ないし非機械的装置を設けることにより、達成できる。２００秒以上、しばしば３００秒以上の滞留時間が、この方式の脱ガス装置が充分な効果を挙げるために要求される。有効性は、アルミニウム合金の水素脱ガス反応によってしばしば明らかにされ、適切な反応とは、すくなくとも５０％の水素除去（典型的には５０ないし６０％）があるものと、一般的に考えられる。これは、大容積（しばしば３トン以上の金属を保持できる）の深い処理容器が必要となるが、このような容器は、金属処理工程が終了するときには、残念ながら自己排出できない。これにより、ひっきょう、操業状の問題と廃物の生成が生じてくる。

何かの理由で鋳造工程が休止すると、溶融金属が処理容器中に残留し、金属は移動して加熱により溶融を維持しなければ容器中で凝固するからである。さらに、処理中の金属又は合金が時々変更されるならば、（傾倒して空にしていない）容器中に先の金属又は合金が貯蔵していることは、その貯蔵を空に開けるまで、その容器を通過する次の金属ないし合金の組成に好ましくない影響を及ぼす。従来の種々の処理容器が使用されているが、これらは、これらの問題を解決するのに、大型の高価な装置を必要としており、例えば、金属を排出するため容器を傾倒可能にする装置や金属を溶融保持する加熱体を備えた装置などである。さらに、従来の装置は、高価であり、金属処理設備に相当の空間を占めている。

この型の方法と装置は、例えば、ブルノらによる米国特許第３８３９０２９号と第３８４

９１１９号、ゼケレイによる米国特許第３７４３２６３号と第３８７０５１１号、ジモンドらによる米国特許第４４２６０６８号、さらに、ヒクターらによる米国特許第４４４３００４号などに記載されている。この型の近年の脱ガス装置は、処理金属１kg当たり１リットル以下のガスを使用している。より大きい混合効率を達成するのに、ガス分散装置の拡大化の代わりに、そのような装置を大型のままとすると、金属の容積を少なくとも０．４m^3、しばしば１．５m^3以上とすることが要求されている。１つ以上の分散装置が、例えば、これには上述の回転式分散装置が使用されるが、効果的に脱ガスするためには少なくとも０．４m^3の金属が作動中各分散装置周りに必要である。

深い処理容器に伴う問題を回避するために、金属保持炉と鋳造機との間に通常用いられるトラフのような狭幅の容器（vessel）での金属処理についての多くの試みが成された。これは、使用後には完全に排出でき、深い容器の処理ユニットに伴う問題の幾つかを避けることができるような容器を提供しようとした。

このことは、有効なガス／金属接触時間を考慮に入れるとガス注入点からの金属の深さを減ずることに困難性があった。ガス拡散プレートまたは同様の部材を狭幅の容器またはトラフの底部に使用することは、ガスを導入して、望ましいガス／金属接触を創出するために要求された。これらは、例えば、モントグレインによる米国特許第４２９０５９０号、エカートによる米国特許第４７１４４９４号に記述されている。しかし、この方法で生成されたバブルはまだ大きいという傾向があり、低減した金属深さを与えると、効果的な脱ガスを達成するのには、容器ないしトラフは望ましくない程長くなり、導入されるガス容積もかなり多くされる必要がある。その結果、装置は多くの床容積を必要とし、導入されるガス容積は、金属を冷却するという危険を生じて補償用の加熱体を備える必要がある。このようなトラフ脱ガス装置は排出可能であるが、しかし、バブルサイズが大きいから、装置には、他のインライン法で得られるのと同程度の有効性をもって金属を効果的に処理するためには長い滞留時間が必要になる。さらに、大きなバブルの狭い金属容積中への導入は、過剰な表面撹乱とスプラッシュをもたらすことになる。その結果、狭いトラフ内での脱ガスは、工業規模では実施されていない。こうして、金属が相応に小容積で、ガスが少ない消費量で、短時間に効果的な処理を可能にする金属処理方法と装置とが必要である。そのような方法と装置は、上記に引用した装置の有利さを有し、しかも、上述の如く多量のガス消費や場所的制限の問題がなく、金属移送トラフ内で実行されることができよう。

発明の開示

本発明の目的は、溶融金属のガス処理が、少量の処理ガスの使用により短時間で相応に小さい容積で実施されることを可能にすることである。

本発明の他の目的は、小さい容積で、特に、金属移送トラフないし他の装置内で実施できる溶融金属のガス処理のための方法と装置を提供することである。

本発明の他の目的は、効果的なガス処理を達成するための金属移送トラフや同様の装置内にあるような、金属の小容積の範囲内で働く機械的なガス注入システムを提供することである。

本発明の他の目的は、すくなくともより好ましい見地から、処理完了後の処理ゾーンから金属を実質的に完全排出できるような溶融金属のガス処理のための方法と装置を提供することにある。

本発明のさらなる他の目的は、金属加熱器と嵩高い器具の必要を避けるための溶融金属のガス処理のための方法と装置を提供することにある。

この発明のこれらの目的、ほかに他の目的や利点は、以下の説明で明らかになるであろう。

いま驚くべきことに、狭幅のトラフのような容器中でガスインジェクターを作動させ得ることが見出されている。特に、放射（半径）方向と水平方向の金属の流れをつくり出し、バブルを剪断するに充分な回転速度で作動する回転式のガスインジェクターが、そのような適用に有効である。

本発明の１つの態様によれば、処理ガスをもって溶融金属を処理する一方法が提供される

。その方法は、底壁と対向する側壁とを有する容器へ溶融金属を導入すること;容器中の金属内で少なくとも１つの機械的可動ガスインジェクターを装備すること;そして、バブルサイズを最小にして当該金属内の上記ガス分布を最大にするように少なくとも１つのインジェクターを移動する間に金属中にバブルを形成するため、少なくとも１つのインジェクターを経由して処理ゾーンを形成する容器の一部で金属中にガスを注入すること、から成っている。

本発明の他の態様によれば、処理ガスで溶融金属を処理するための装置が提供される。その装置は、該溶融金属を保持し搬送するための底壁と、対向する側壁とを有する容器;該金属中に浸漬されて該容器中に配置されて使用する少なくとも１つのガスインジェクター;中心の垂直軸周りにガスインジェクターを回転させるための手段;それから当該金属にガス注入のため当該インジェクターにガスを搬送する手段;から成っている。

本発明のさらなる他の態様によれば、ガスを注入するためのインジェクターが提供される。そのインジェクターは、シリンダー状側面と底面とを有するローター;ローター周りに対称状で間隔おきに形成した当該側面の複数の開口部;底面における少なくとも１つの開口部;ガスを配送するための少なくとも１つの内側通路、そして、当該側面の当該開口部、当該底部の当該開口部及び当該内側通路を相互接続するための内部構造;から成っており、当該内部構造は、バブルが当該内部通路から放出されて、微細なバブルに破壊され、金属／ガス混合物を側面の該開口部から概ね水平且つ放射方向に噴出させるために適用されるものである。

本発明の驚くべき且つ予測出来ない特徴は、処理セグメント（区画）の制約やさらにトラフ断面の範囲内で必要なガス滞留とガス－金属表面領域を生成させるためガスを分散させるような状態で、ガスインジェクターを操作することを可能にすることである。

先行技術の脱ガス方法は、一般的には、本発明の特性である高いガス滞留量（gas holdup）とガス－金属表面積を達成しない。さらにまた、性能を最高にすると、先行技術の方法は、ガス剪断の生成と混合方法が付随的なスプラッシュと撹乱をつくり出すものと信じられていた。このようなスプラッシュと撹乱は、本発明よりも充分に大容積の処理区画を使用する操業には必要であった。従来技術は、短時間で効果的な脱ガスの総合的目標を達成することができなかったのである。

本発明は、ガスの注入点から相対的に小さい金属深さを備えて、好ましくは回転ガスインジェクターを使用して、ガスで溶融金属の処理を可能にするもので、その結果として、小さな容器に、特に、保持炉から鋳造機に金属を移送するため使用される金属移送トラフ中に、含まれる金属の効果的な処理を可能にするものである。そのような金属移送トラフは、一般的には端部開放の耐火物裏打ちした断面を有し、寸法は変えられるけれども、一般的には深さ１５～５０cm、幅１０～４０cmである。トラフは、金属の供給が中断したときには完全に排出するように一般的に設計することができる。

本発明は、少なくとも好ましい形態では、アルミニウム合金からの水素除去によって測定したものとしてのガス処理効率を達成することを可能にし、金属１kgに対しガス１リットル以下の使用量で、ガス処理効率はすくなくとも５０％となり、さらに、２０秒から９０秒の間、しばしば２０秒から７０秒の間の反応時間を達成する。

本発明の好ましい形態では、金属処理ゾーンが、１つ以上のシリンダー状の高速回転するガス吹き込みローターを含めて金属移送トラフに設けられる。ローターは、底部に少なくとも１つの開口部と、側部周りにて対称的に配置した少なくとも３つの開口部を有し、通路によって底部開口部と側部開口部とが結合されているような内部構造を備え、該通路は内部構造により、溶融金属が自由に移動できるように、形成されており、内部構造の範囲内の金属中に処理ガスを注入するため、内部構造内のその通路に連通する少なくとも１つのガス注入口を備え、内部構造は処理ガスを破壊してバブルとなし、内部構造内で金属中に混合して、さらに、金属－ガス混合物を側部開口部から放射方向で実質的に水平方向に流出させるのである。さらに好ましくは、ローター各々が、側部開口部を設けた位置を除いて、実質的に一様な連続的シリンダー状の側面を有しており、さらに、上面が閉じられて連続的に平坦な面又は截頭円錐状に上方にテーパを形成した面であるのが好ましい。そ

こで上面と側面とは、上側の肩部の位置で会合している。さらに好ましくは、ローターが回転したとき側部開口部は、表面上で或る面積を掃引するが、側面の開口部の面積はその掃引面積の６０％より高くしないことである。
さらに好ましくは、ローターは、放射方向且つ水平方向の流れを生じてバブルを剪断するのに充分に高速で回転することである。また、特に、回転速度は、ローター表面における接線速度が、側部開口部の位置で少なくとも２m／secであることである。どのローターも、トラフに対して特定の幾何学的関係をもって配置されなければならず、そして、好ましくは、上部肩がトラフ内金属表面の少なくとも３cm下位置にあること、その底部表面が、トラフの底面から少なくとも０．５cmの位置にあることである。金属表面位置でトラフ壁間の距離に等しいトラフに沿った長さによって規定される体積をもってローター周りにある処理セグメントが決められ、そして、ロータの中心位置でのトラフ内の金属の垂直断面面積に等しい垂直断面面積が決められる。ある形態においては、ローターのようなガスインジェクターの場合、インジェクターの中心間の距離が、当該インジェクターの中点のトラフ壁間の距離より小となるように、上記インジェクター同士を十分に近接して配置することができる。それ故に、それらに、処理セグメントの容積が、ガスインジェクターの中点でトラフ内に含まれる金属の垂直断面面積と、金属表面でのトラフ壁間距離とガスインジェクターの隣接中心間距離との何れか小さい方と、の積によって決定される容積として規定される。その処理セグメントの容積は、決定に際して、インジェクターそれ其自体の浸漬された部分の容積を含むものと仮定している。ローターとトラフは、その処理セグメントの金属の容積が、０．２０m^3を越えない、もっと好ましいのは０．０７m^3を越えないという要求により一層関係づけられる。その処理セグメントの容積が、適当な操作のためには、好ましくは、少なくとも０．０１m^3である。
アルミニウムとその合金の処理に使用するときは、処理セグメントは、その処理セグメントに含まれるアルミニウム又はアルミニウム合金の重量を４７０kgを、最も好ましいのは１６５kgを、越えてはならないのと同等の関係で制限される。
処理セグメントについて表される容積の制限は、本発明の容器とガスインジェクターへの水力学的な制約を惹き起こしている。上述のような容器はそのような制約に矛盾のない形状を取ることができるが、最もしばしばトラフまたはチャネル（channel）の断面の形状にされる。最も好都合なのは、このトラフ断面が、溶融金属の溶解炉から鋳造機に移送するのに使用される冶金用トラフと同じ断面の寸法を有するものであろう。しかし、条件が満たされれば、トラフは、その他の使用中の冶金用トラフシステムよりも異なる深さ又は幅としてもよい。より深いトラフ断面が使用されるときにもローターもまた、トラフと適当な幾何学的関係にあることを保証するため、トラブの深さは制限されなければならず、この制限は、金属の動的な滞留量に対する静的な滞留量の比で評価される。動的な金属滞留量は、ガスインジェクターが作動している時の処理ゾーンにおける金属重量で定義され、静的な金属滞留量は、金属源が取り外されて金属が処理ゾーンから自然排出可能になるときの処理ゾーンにおける金属重量で定義される。
好ましい操作のためには、動的に対する静的の滞留量比は、５０％を越えるべきでない。他の理由から、トラフ中に残された残留金属は、好ましくは、本発明の目的全てを達成するために、最少にされるべきであることも明らかであり、そして、動的に対する静的の滞留量比がおおよそ零になることが特に好ましい。実際の状況が、零でない動的に対する静的の滞留量比を使用するのが必要である場合には、滞留量比が残留金属が鋳込みの間で凝固するのを許容でき、しかも、その残留物を手動で除去するのを相対的に容易にするものとしては、滞留量比が３５％を越えないようにすることが好ましい。トラフは直状で平行な相対向する側部を有することが最も好都合であるが、他の幾何学的形状、例えば曲面の側面、も互いに対向して使用される。
処理セグメントは、処理される金属の容積流速が知られておれば、効果的に本発明の目的を達成するのに必要なガスインジェクターの数を規定する。処理ゾーンの全体寸法が先行技術のインライン脱ガス装置よりも本発明においては実質的に小さいけれども、ガスインジェクターの数がある状況のもとでは実際に大きくすることができることは驚くべきこと

である。処理セグメントの容積を処理金属の容積流速で割った値は７０秒より小さくする必要がある。３５秒未満とすると、該金属がインジェクターの近くにある間、全金属容積が当該インジェクターに至近してガス注入による効果が該金属容積についていきわたることを確かにするので望ましい。高速で流れている金属を処理するには、低速で流れる金属よりも、すでに与えられた制限内で、より大きい処理容積が必要である。典型的な流速は、０．００５から０．００７毎秒立方メータの範囲にあるが、望むなら、高くても低くてもよい。

ガスインジェクターは、高い比ガス注入速度で作動するのが好ましい。それで効果的な処理を達成するのに必要なローターの数は、満足して少なくなる。比ガス注入速度は、ガスインジェクターが関与する処理セグメント容積で割ったガスインジェクター１本当たりのガス注入速度として定義される。本発明の方法による適切な脱ガスのためには、８００、より好ましくは少なくとも１０００ガスリットル／分／金属立方メートルの比ガス注入速度が好ましい。全ての金属処理は、通常の冶金的必要条件（１ガスリットル／アルミニウムkgに等価である２３４５リットルガス／立方メートル処理金属より少ない、典型的には、９４０と１６４０リットル／m^3の間）の範囲内で行うから、その比ガス注入速度は、一般的には１０基以下、しばしば８基より少ないインジェクターによって脱ガスをなし遂げることを保証する。

上記実施例は次のようなガス滞留量を達成する、すなわち、処理セグメント内の金属－ガス混合物の容積変化を、ガス注入口を介して１l／kg未満の割合で処理ガスを当該混合物内に注入した場合につき測定した所、処理ガスの流れのない場合の容積と比較したとき、最低５％、望ましくは１０％となる。

最も好ましいのは、ローターが、翼よりなるかもしくは圧痕（indentations）のある内部構造を備えると共に側方開口が矩形状で翼間もしくは圧痕間の開放スペースによって形成され、ローターの底部に延出して底部開口と連続していることである。この望ましいローターは５cm乃至２０cm、望ましくは７．５cm乃至１５cmの直径を有し、その回転速度は５００乃至１２００rpm、更に好ましくは５００乃至８５０rpmである。

本発明の種々の説明は可能であるが、以下は、本発明における短時間内で金属処理をする目的に合致するために必要な相互作用の複合シリーズ（系）を記したものと、現在のところ考えられる。

例えば深いボックスタイプの、もしくは違ったタイプのトラフを通常の脱ガス器としたときは、効率的な反応（脱ガス反応）を達成するのに相当長い時間を要する。本発明のキーとなる特色は、インジェクター毎に決められたガス容積内で機械的運動の可能なガスインジェクターを用いることにより、処理ゾーン内の金属内に高いガス滞留量を生み出すことである。高いガス滞留量は、合体を殆んど生ずることなく金属中に分散された微細なバブルの結果と通常信じられているので、高いガス滞留量をもって金属と接しているガスの表面積は実質的に増加して、それ故、通常の化学の原理からすれば、反応は比較的短時間内で生起され得る筈である。ガスバブルサイズは溶融金属系では容易に測定され得ない。水をモデルとした場合のガスバブルサイズは表面張力及び他の困難な要因のため信用し難い。特異な脱ガス器の場合はガスバブルサイズを見積る更なる推測を立てることによりガス－金属表面積を見積ることが可能となる。ガス－金属の表面積は、シグワース（Ｓigworth）及びエン（Engh）著の“アルミニウムよりの水素除去に関する化学的及び運動学的ファクター”（Chemical and Kinetic Factors Related to Hydrogen Removal from Aluminum）,メタラルジカル トランズアクションズ ビー,アメリカン ソサエティ フォア メタルズ アンド メタラルジカル ソサエティ オブ エイエイエムイー,１３ビー巻,１９８２年９月発行,頁４４７－４６０（参考のため当該開示を添付する）。水素溶解度に関する合金組成の影響は、ジュピイ エト アル（Dupuis,et. al.）著“アルミニウム合金に関する水素決定技術の反応に影響を与えるファクターについての分析（Ananalys is of Factors Affecting the Response of Hydrogen Determination Techniques for Aluminum Alloys）”,ライト メタルズ１９９２,ザ ミネラルズ,メタルズ アンド マテアリアルズ ソサエティ オブ エイアイエ

ムイー,１９９１（Light Metals １９９２,The Minerals,Metals & Materials Society of ＡＩＭＥ,１９９１）,頁１０５５－１０６７（参考のため同じく添付する）に記載される所である。
基本的には、ガス－金属の表面積を測定するには、脱ガス器内を通過する金属中のインレット及びアウトレットに於ける水素濃度が測定され［例えばアルスキヤン（Alscan）もしくはテレガス（Telegas）（商品名）として市販されているユニットを用いて］、そして金属流量、金属温度、合金組成及びローター毎のガス流量が併せて書き留められる。次に特殊な合金中の水素溶解度が温度の函数として計算される。シグワース及びエンの連続反応器に於ける水素バランスの等式（シグワース及びエンの頁４５１の等式３５及び３６）が脱ガス器の各ローターについて同時に解かれる。
この方法にもとづいて、本発明は短時間内で効率のよい脱ガスを達成するために、処理セグメント内に於いて、最低３０m^2/m^3のガス－金属表面積を有する操作を必要とする。先行技術の脱ガス器はガス－金属間の界面の表面積１０m^2/m^3未満で操作している。
接触界面の総表面積は次に下の想定にもとづき、ガス注入ローターによって生起される球状バブルの平均直径に等しい平均容積を“見積る（estimate）”のに用いられる。
１）ガスバブルが同一直径である;
２）ガスバブルが全て球体である;
３）ガスバブルがガス注入の深さから金属の液状表面に対し上昇する;
４）ガスバブルが最終上昇速度（水中のガスバブル相互の相関性によって計算される、例えばスチェキリィ（Szekely）の“金属加工に於ける流体の流れ現象（Fluid Flow Phenomina in Metals Processing）アカデミック プレス,１９７９（参考のために添付する）をもって金属を通過して上昇する。
最後に、球状ガスバブルの直径に等しい平均容積は下式を使用して、対応する界面積から計算される。

$$A=\frac{3\cdot Q\cdot ho}{R\cdot Ut}$$

但し式中：
Q＝熱膨張を考慮した容積的ガス流量
ho＝ガス注入の深さ
Ut＝ガスバルブの最終上昇速度及び
R＝球状ガスバブルの半径。
この見積り方法にもとづくと、ガスバブルサイズは本発明に於いては深いボックスタイプのシステムに於いて予測されるサイズより２乃至３倍小さいこと並びに大きなバブルが殆どないことから本発明の効率の説明が支持される。
ガスインジェクターを溶融金属の決められた容積（“処理セグメント”容積）と組み合わせると、機械的運動によって発生する微細なガスバブルは処理ゾーンを経て適切且つ十分に分散され、そのため高いガス滞留量を達成する上での必要条件が適えられる。本発明の処理ゾーン内の金属の総容積は、例えば反応に要する時間が短いので相応に低減されるとは言え、上記の処理セグメントの必要条件のためにガスインジェクターの数は同時に増加されるのである。
他の特別ないかなる理論にも限定されることを望まないのであるが、下記は本発明の操作の一つの説明である。各処理セグメント内のガスインジェクターは沢山の必要条件とバランスしている。インジェクターはガス含有金属の流れの中に金属及びガスを処理セグメントを経て運ぶために十分な金属の運動量を生み出すが、容器の側部もしくは底部にバブルをして合体させたり（coalescence）もしくは金属をしてスプラッシュするような衝突を与えない。容器の側部もしくは底部に於けるバブルの合体は処理セグメント内の金属表面を破壊するバブルの不均一な分散を示すものとなり、このような合体は平均バブルサイズが増大され、そのために、上記説明によると、低いガス滞留量及び粗末な発明の遂行となる。
トラフ内にあってロータリーガスインジェクターが側部開口、底部開口及び内部構造を備

えているロータリーガスインジェクターの望ましい実施例に於いては、流れの運動量はガスバブルの分散を達成するため放射方向に発生し、この運動量はインジェクターの回転運動によってもたらされる。ロータリーガスインジェクターは更に作動して本発明の一つの局面である高いガス－金属表面積特性をもった微細なバブルを、ロータリーインジェクターの直径に畢竟依拠する表面接線速度を生起させることにより生み出す。それ故、ローターは回転速度の広い範域にわたって操作し得るように設計されているものの、本発明のロータリーガスインジェクターの最適な実施は、それのトラフに対して関連する拘束内に於いて、最大の効率で操作可能な回転速度の比較的狭い範囲内に落着くであろう。使用者は望む操作結果を達成するように回転速度を調整する。

一方、急速なガスインジェクターの回転は本発明の好ましい実施例の一つであり、このようなインジェクターは小容量の金属で操作した際、金属面に実質上深い渦（vortices）（ローター自体に下方に延びる）を生起させる。この好ましくない作用はローターの外面が全て可能な限り円滑で障害物を増大したり渦を形成するかも知れない突出部等が不在のものとすることにより低減出来る。しかし、この円滑表面は概して微小なバブルに求められる剪断の発生に乏しく、ローターを操作速度及びトラフの形状に幾何学的にバランスさせることのみにより十分な剪断及び金属の循環が渦の形成なしに達成可能となる。上記したように各ステージは一つのガスインジェクターよりなり隣りのステージによって境界が定められることがこれまた好まれる所である。各ステージは上述のように一つのガスインジェクションよりなり、じゃま板もしくは逆流の危険を最少とするように設計された装置、もしくはステージ間の金属をバイパスして一つのステージ内の外乱が隣接ステージ内に持ち込まれる危険を最少のものとすることによって、隣りのステージと境界が定められる。じゃま板はまた上記のように接線速度成分に抗する流れの方向付け手段を含むこともできる。処理ステージはガスインジェクターに隣り合う装置の主たる部分（general part）を指し、じゃま板がある場合、当該じゃま板によって決まるものであることは理解されよう。他方、処理セグメントは、本発明の適切な操作に要求される流体力学上の特殊な用語で定義された容器の一部分である。処理セグメントは、或る例に於いては、処理ステージと同じである。

処理ステージを多数具備すると（化学の原理にもとづき）、金属処理上、拡散が制御された化学反応に及び非金属固体粒子の除去に更に有効な方法となる、トラフ部によって惹き起こされた方向性のある金属の流れの中でローターガスインジェクターが多数となると、これらは深いボックスの脱ガス器の特性である十分－混合反応器（well－mixed reactor）と言うよりは（化学技術用語である）擬プラグ（pseudo－plug）流の反応器として働く。

ガスバブル剪断作用の効率すなわち、本発明目的に合致させるために求められる高いガス滞留量を得る上での効率は処理ゾーン内でローターにインプットされるパワーの強さが増大されるにつれて高まることが判った。処理セグメント内の金属の単位マス毎への平均パワーインプットと比較し且つ平均ネットパワーが典型的に組込み（モータ）パワーの８０％と仮想した場合、ローターにもとづく典型的な処理システムは１乃至２ワット／金属kg（watts／kg of metal）のインプットパワー密度で作動する。

本発明は２ワット／kgを超えるパワーインプット強度、最も繁多には４ワット／kgを超えるパワーインプット強度で作動し、これにより、金属を少量用いた場合に有効な処理に求められる更に小さく且つ安定なバブルサイズを保証する。

ローターの数、サイズ及び特種な設計、回転速度、トラフ及び金属表面に対する相対位置、金属の流量、トラフサイズとその形状、これらの操作範囲内で短時間内での望む処理効率をあげられる限度で種々の組合せが可能なことは評価されるべきである。

この結果、本装置はまたコンパクトでありヒーターや複合補助装置、例えば溶融金属を多量に含むベッセルを昇降させる油圧システムなしで操作ができる。結果的に当該装置は通常は小空間で済み製造も操作も比較的安価である。

微小なバブル、良好なバブルの分散及び深い金属渦の回避に必要な条件は、円滑表面のローターに隣り合い且つローターに垂直に位置している固定翼を使用する例によって強化さ

れる。この固定翼はローター面に隣接して剪断を増加し、且つ金属をローター面より放射方向に離隔する方向付けるのに用益し、これによってバブルの分散能力（及びバブルの合同の回避）を改善する。固定翼はまた金属の深い渦を生起する傾向を全体的に除去する、ローター／固定翼の放射方向の距離すなわちギャップは総じて１乃至２５㎜（望ましくは４乃至２５㎜）である。翼を用いた場合、通常、ローター毎に最低２個、好ましくは４乃至１２個の固定翼が用いられる。固定翼が用いられると、微小バブル及び良好な分散条件に必要な事項が比較的低回転速度且つ本質的に非移動金属で適えられる。
かくしてロータープラス固定ベーンは３００rpmと言う低い回転速度を、零kg／分と言う低金属流れで効果を発揮する。
低操作速度及び深い金属渦の効率的抑制は表面外乱を制約する動作を生み出すことなく、用いるローターの設計変更範囲を拡げることを許容する。

【図面の簡単な説明】

図１は本発明のローターの第１実施例を示す側面図、
図２は図１のローターの底面図;
図３は本発明のローターの別の実施例を示す側面図、
図４はローター及びじゃま板を含む一連の処理ステージからなる処理ゾーンを示す図;
図５は図４の構成に稍々改良を加えた長手方向に沿う断面図;
図６は図４の構成に稍々改良を加えた別の長手方向に沿う断面図;
図７はローターを取り囲む固定翼と作動するローターの底面図;
図８は金属移送トラフ内のアセンブリを示す図７のローター及び翼の側面図;
図９は固定翼（不図示）の使用に適したローターの別の実施例の側面図;
図１０は図９のローターの底面図;
図１１（a）及び１１（b）は、夫々、本発明のローターの別の実施例を示す側面図及び金属移送トラフ内に位置付けられたローターの平面図で或る種の寸法の計算方法を示す;
図１２（a）,１２（b）,１２（c）及び１２（d）は、夫々、本発明の別のローターの側面図、図１２（a）のＢ線及びＣ線に沿った断面平面図;
図１３は側面図で示したローターを含むトラフの断面図で種々の寸法の決め方を示している;
図１４は本発明のローターの別の実施例を示す側面図;
図１５は本発明で用いられるトラフの断面図でキー（指針）寸法を標示している;
図１６は本発明で用いられる５つのロータリーインジェクターの側面図及びキー寸法を標示した平面図;及び
図１７は図１６のロータリーインジェクターの有益且つ望ましい操作範囲を示すプロットである。

最良の実施形態

図１及び図２は本発明の金属移送トラフに於けるロータリーガスインジェクターの第１実施例を示す。このインジェクターは浅いトラフ内に没入された表面円滑なローターボディ１０を備え、このトラフは対向関係にある側壁（不可視）及び底壁３１によって形成され、上面１３を有する溶融金属１１が満たされている。
ローター１０は外面が円滑な上部シリンダ１４の形をなし、小径の回転縦軸１６に取付けられ、下面２０より下方に延出している翼の構成をなした円筒部を有し、翼の外面は円筒１４の表面から下方に連続した延出部を形成している。図２より最も明瞭なように、ローター翼１８は横断面が概ね三角形をなし外面より放射方向内側に延出している。この翼は下面２０の周縁に関し対称形をなし翼間に等間隔を置いて径方向に延びるチャネル２２を形成し、このチャネルは交叉して中央スペース２８を形成する。長い軸孔２４は上部シリンダ１４を経て軸１６に沿って延び、中央スペース２８内で表面２０の中央部に於いて開口２６に連通している。この軸孔２４は適当なガス源（不図示）から開口、すなわち、注入点２６に処理ガスを搬送し溶融金属内に当該ガスを注入する。
ローター１０は金属移送トラフ内の金属内に浸漬されているが、その深さは少なくともチャネル２２が金属表面の下に位置付けられる様な、通常は図示の様に、円筒体が十分に浸

潰されるような深さとする。ロータはその后、その軸１６の周りに回転されるが、回転速度は以下の効果を達成するために適当な高速度とする。第１に、ローターの回転は下方よりローター翼１８間を経て溶融金属を中央スペース２８中に引き寄せ、次にチャネル２２を経て溶融金属を水平方向、外向きに、すなわち矢示（図１及び図２）方向に注入する。これによってほゞ放射方向の移動ストリームを形成する。これらの放射方向の移動ストリームの速度は翼の数と形状、翼間隔、シリンダの直径及びローターの回転速度に依存する。処理ガスは開口２６を経て溶融金属内に注入され、比較的大きな、しかして不連続なガスバブルの形態で移動溶融金属と同じ流れ方向でチャネル２２に沿って搬送される。

上端に於ける翼間の表面２０は頂部に於いてチャネル２２を閉じてバブルが浮力のため溶融金属内を上方に移行する前に、ガスバブル及び溶融金属の流れがほゞ水平方向につきチャネルに沿って移動するのを拘束する。

４個乃至８個の翼１８が用いられるが、通常最低３個、しかし望む効果を生み出すことのできる如何なる数でも採用可能である。

シリンダ状ローターを急速に回転させるとシリンダの外表面に高い接線速度（tangential velocity）を生起させる。シリンダの外面は円滑である上に内向きの翼による表面外乱（surface disturbance）が最小のものとなるので、金属移送トラフ中の金属本体に於ける接線速度は急速に消散される。

従って、ローターの円滑な外表面の近くに高い接線速度勾配（傾斜）が生み出される。溶融金属及びガスの急速な移動の流れはローター１０の側部に於いて退去し高い接線速度領域と遭遇する。これによって結果される剪断力はガスバブルを破壊して微細なガスバブルとなしこのバブルは次にトラフ内の溶融金属１１中に分散されることが可能となる。

剪断力及びこのバブルサイズはローターの直径及びローターの回転速度に依拠する。ローターの円滑表面には突出物がなく且つ翼の外端部が比較的円滑な様相を呈示しているため、接線速度は溶融金属内に深い金属渦（matal vortex）を生ずることなく急速に消散される。軸１６の回転に組み合う小さな渦はもとよりなお出現するものの、操作上の困難を何等惹き起こさないであろう。

浅いトラフ或は金属移送トラフの如き容器内の溶融金属の処理を可能となるためには、ローターはトラフの底に可能な限り接近した位置で処理ガスを溶融金属内に注入するように設計されることが望まれる。

この結果、ローター翼１８は要求される効果を依然達成出来る限度をもってなるべく短いものとなし且つトラフの底に可能な限り近づけて、例えば約０．５cm内で、位置付けられる。しかし、非矩形断面の或る種のトラフの場合、トラフ底のトラフ壁をローターに十分近付けて設置することにより、ローターによって発生される放射方向の金属の流れがトラフ壁に衝当して過度のはねかけ（splashing）を惹き起こすものがある。

このような場合、トラフの底からとは別個にして更に広角なガス注入をする中間的配置となるので望ましいものとなろう。

本件装置は渦及び表面はねかけが効率よく防止できるため高速回転ローターの使用にもかゝわらず比較的浅いトラフ内に保持されている溶融金属中に小さなガスバブルを完全且つ均等に分散させることができる。翼の直径、数及び寸法を正しく組み合わせることによって、バブルがローターに近接している近接移送トラフの側部に到達した際に、はねかけを惹起する過度の外方への金属の流れを生み出すことなしに、微小ガスバブルの分散が達成される。

図３は本発明のロータリーガスインジェクターの第２の望ましい実施例を示す。このインジェクターは図２に図示した先行ローターの底面図と同様な底面図のローターを表わしている。しかし、ローター１０は表面が円滑にされて上部が截頭円錐１７の形をなし、この円錐１７は円錐の上側表面の直径より小さいかもしくは等しい回転軸１６上に取付けられ、下面２０から下方に延びるベーン１８構造をもった円錐部分を備えていて、こゝでは翼の外面は、円錐１７の表面が翼１８と交叉する個所から下方に突出する一連の円滑な表面を形成している。図１に示したようにシリンダ１４表面の表面積を望まれる最小限度に減ずると、図１の実施例の場合に較べて渦を生起する傾向を減少し、こゝに開示した範囲内

でより広い範囲にわたる操作上の条件を許容する。
図４は４個の処理ステージからなる処理ゾーンを示し、こゝでは各ステージがローター１０を採用し且つじゃま板３４によって次位の金属移送トラフ乃至隣接金属移送トラフと区切られていて、このじゃま板は両側に於いてトラフ部を横切って延びて、このトラフ部はギャップ３６を除いて側壁３０から側壁にかけて処理ゾーンを保有している。
金属は矢示３７で示した流れパターンをもって処理ゾーンを流れる。ギャップ３６は金属をして指定した態様でトラフに沿って自由に流れるのを許容するが、じゃま板３４は隣り合う処理ステージ内の金属の流れに影響を与える一つの処理ステージから金属の流れ及び外乱を防止する。
全体として、“プラグ　フロー（plug　flow）”もしくは“準プラグ　フロー”が達成される、すなわち、金属全体の運動はトラフに沿ってのみの一方向性で、逆流もしくは処理ステージからのバイパスは発生しないが、たゞ各処理ステージ内で高度の局地的な逆流や渦が発生するかも知れない。
隣りのじゃま板内のギャップ３６はトラフの対向側に設けられていて溶融金属の基本的な流れがトラフの領域３９内に先ず這入り、次に金属は全体としてステージを経て交互にパターンをもって流れ溶融金属内のガス分散を最大のものとするように、ローターの周りから領域４０内に這入る。ローターは矢示３８の方向、すなわち、ギャップ３９によって形成された領域３９及び４０内の金属の流れ方向と反方向に回転し、これにより急速回転ローター１０の周りに深い渦を形成する傾向を低減する。
図示の装置は良好な流動通過特性（flow－through　prorerties）及び低い動特性金属滞留量（dynamic　matal　holdup）を有する。この装置はかくしてじゃま板３４内のギャップ３６に依拠して、処理ゾーンの長さにわたって小さな静的金属水頭損失（metallostatic　head　loss）を生み出すにすぎない。
図５及び６は、じゃま板内のギャップが図５の実施例では頂部から底部へ入れ違いのものを、図６の実施例では底部から底部へのものであることを除けば、図４と同様な構造を示している。
図７及び８は別の実施例を示しこゝではローター１０は等間隔おきに放射方向に向位された縦の静翼（stationary　vane）１２の隣り合うセットを有し、このベーンはローターをその中心の周りに対称的に取囲み放射チャネル１５によって互いに分離されている。図８より判るように、ローター翼１８及び静翼１２の下面は、要すれば、非矩形状トラフ３１の輪郭にならって形取られてもよい。この実施例では、ローター１０の表面に生起される接線速度は隣り合う静翼によって実質的に停止され、その結果、発生し金属に作用する剪断力は強化される。チャネル２２から発生するガスを含んだ溶融金属は静翼と出会うため、脱ガスが求められる微細なガスバブルを発生する上で且つローターを低速回転して目的達成をする上で、高い剪断が特に有効である。更に、静翼はチャネル２２から発生する溶融金属の流れに水路を開き更にチャネル１５に沿って該金属の放射方向の運動を強化すると共に処理ゾーン内の金属内にガスバブルを完全に分散させることを保証する。最終的に、静翼の存在は、極めて薄いトラフ内にあって低流量の場合はもとより、ローターの回転方向と反方向の金属の流れと言うよりはむしろ同じ流れ方向に向けられた金属流に於いてすら、深い金属の渦を形成しようとする傾向を完全に除去する。静翼の使用はまたローターの表面の円滑についての制約を緩和する。
本発明のローターを効率的に操作するには、ローター毎に少なくとも４つの静翼、望ましくは６つを超える静翼が望まれる。ローターと静翼との間隔は、好ましくは２５㎜未満、通常は約６㎜で、この間隔を小さくすればする程よい、たゞしローターと静翼とが触れ合うことにより相互に損傷し合うことがなければ。
静翼を用いた実施例のどれも、望むなら、図４,５または６に述べた所のじゃま板を含むトラフ内で使用することもできる。
図９及び１０はローターの更なる実施例を示しこのローターは図７及び８に示したタイプの静翼に用いられるように図られている。
図９及び１０はシリンダ１４の下面２０の中央で互いに交叉関係となる二つの径方向のロ

ーター翼１８を含むローターユニット１０を示している。軸方向のガス通路は翼の交叉部分を経て開口２６からガス注入のなされるローターの底部に延びている。下面２０の中央面域が“閉じられ”且つローター翼の開口２０の上縁の下にガスが注入されるこのタイプの設計は図１,２の基本的設計に較べて溶融金属の放射方向の“ポンピング（ポンプで吸い上げる…pumping）”の点で効率が落ちるが、操作マナーは基本的に同じである。上記タイプの設計は、本発明にとって望まれる開口表面積の必要条件及びガス注入点についての必要条件を満たすものではないが、にも拘わらず翼が使用ローターにつき広い範囲の変更を許容することを上述の如く言及してきた所から、当該設計は既に記述した静翼ともども使われ得るのである。

図１１（a）及び１１（b）はローターによって生起されたガス滞留量を決定するのに必要な各種の寸法を示している。ローター１０及び軸１６a部分は容積Vgを有するものとされ、当該容積は円筒表面１４内にチャネル２２のいづれかの容積を含んでいる。ローターの中心軸はローターを含むトラフの側部５２a及び５２bから間隔５３a及び５３bをもって位置している。トラフの一部分はローター軸から上流及び下流に等間隔にある縦の面５６によって示してあり、間隔５５は間隔５３の１．５倍でこの場合、間隔５５は５３a及び５３bの最大値である。壁５２a及び５２bトラフ５１の底、上部金属表面５０及び２つの縦の面５６、これらの間にある容積をVMとする。ロータを介してガスを金属中に注入することによって起こるVMの変化をガス（滞留量）とする。

図１２（a）,１２（b）,１２（c）及び１２（d）は本発明のローターの別の実施例を示す立面図、２個所による断面平面図及び底面図を夫々示す。本実施例は以下を除けば図１の実施例と同様である。違うのは円筒本体１４が下方に向面する翼１８の表面の直径及び曲率と正確に一致する外表面をもって上方に向面する円筒状キャップの形態をなして下方へ延びる部材１４cを有すると言う点である。このキャップは中央開口１９を底面に備えている。開口１９の直径を変えることによって、金属をポンプで吸い上げる効率を制御でき、これによって放射方向及び水平方向の流れの制御が、ガスバブルを剪断するのに必要な円筒表面の接線速度を変えることなしに、可能となる。

図１３は明細書に開示した寸法の制約を示す。間隔６０は金属表面より下にあるローターの側部の上端の浸漬寸法であり、望ましくは最低３cmである。間隔６２はローターの底部からの距離であり、ローターの中心からトラフの上下方向に隣り合って底に至る測定値であり、最低０．５cmである。

図１４はローターの側部の開口の開口表面積を決定する方法を示す。このローター１４の側部の開口７０は回転すると、線７１及び７２間で円筒面を描く、この円筒面の面積をAcとすると、開口面積比はAo／Acとなり、望ましくは６０％未満とする。

上記した所から、本発明装置の特異な利益は、金属移送トラフの如き浅いトラフ内で出来ること、これはこのようなトラフを深くしたり拡げたりすることなしに頻繁に出来ることである。事実、じゃま板３４及び静翼１２（要求されれば）は、望むならトラフの内側に固定することもできる、ローター群、じゃま板及び（用いるのなら）静翼の組立ては、部品を降下させてトラフ内に導入可能か或は金属より部品を上昇させて保繕（処理装置もしくはトラフのいづれか、例えば鋳造後のトラフの準備或はクリーニング）に供せられる昇降手段上に全て、交互に取付けることもできる。

この種のユニットに必要なトラフの長さは、また、小さなバブルサイズ及び溶融金属内へのガスの徹底した分散のために、ガスを効率よく使用できることにより、十分に短くできる。導入ガスの総容積は１ユニット当り比較的小であり、そのため処理中、金属を冷却することはまずない。従って、処理装置と組み合うヒーターの使用は必要ない。一つのローターのみを一つの処理ゾーンに必要とされる典型的なトラフ領域は幅の比率が１．０乃至２．０を持つことになるであろう。ローターが一つの処理ゾーンは可能であるが、通常処理ゾーンは上記のように与えられた処理セグメント容積に合致するように１個を超える複数に分けられる。処理ゾーン内の金属の処理方法及び装置はモジュール式（modular）にできこれにより、より以上もしくはより以下の処理ステージとローターが要求にもとづいて使用可能となる。

更に処理ゾーンを含む処理ステージはトラフの設計上の都合によっては金属移送トラフ内で互いに隣り合う必要はない。処理ゾーン内のローターの数は通常最低２個、ときには６個もしくは８個の多数の場合もある。
上に示した如く、金属処理装置は溶解水素の除去、固体の汚染物の除去、アルカリ金属及びアルカリ土類金属化合物の反応除去に用いられる。本発明は特にアルミニウム及びアルミニウム合金及びマグネシウムに適合させたものであるがその他の多くの金属の処理にも使用できる。処理ガスは溶融アルミニウム,アルミニウム合金及びマグネシウムに不活性なガス、例えばアルゴン、ヘリウム又は窒素、或は塩素の如き反応性ガスもしくは不活性及び反応性ガスの混合ガスである。塩素がマグネシウム含有合金の処理に用いられるのなら、この処理に於いて発生する高剪断下で液状反応物が生成されるが、これは破壊されて非常に小さな水滴（典型的には１０μm直径）のエマルジョンとなり、インライン処理ユニットの下流の液体金属ともども容易に運び去られる。これはこれらの介在物が鋳造金属の品質に特異な負の（negative...負帯電の）インパクトを与えると言う点から望ましくない。
この適用に望ましい反応性ガスは塩素及びフッ化物含有ガスの混合ガス（例えばSF_6）でこの混合ガスはガリーピィ　エトアルのアメリカ特許第５,１４５,５１４号（当該開示をこゝに参考のため添える）に述べられていて、該ガスは液体介在物を固体塩化物及びフッ化物に変換し、この塩化物及びフッ化物は金属より更に容易に除去可能で塩化物単味の介在物に較べて化学反応性が殆どなく、それ故鋳造金属の品質にインパクトを与えることも殆どない。

実施例１

溶融金属の処理を図１乃至図３に示す処理ゾーンによって実施したが、計６個のロータリーガスインジェクターを用い、ロータリーガスインジェクターは全て同方向に回転した。ロータリーガスインジェクターの夫々は図１及び図２のものであるが、以下の特徴を持っていた。ローターの外径は０．１m,ロータリーベーンは８個用いた。ローターの外面はローターが回転した際、開口によって掃引される相当面積の３９．８％をカバーする開口を備えた。翼は截頭三角形をなし、ローター全体の外面と同様の輪郭をもった外面を備え、内側端部は直径０．０４１３mの円に終止した。この翼は一定の矩形状断面をなし金属及びガスバブルを運ぶ通路を形成するよう間隔をあけた。ローターは８００rpmで操作した。
処理ゾーンは鋳造炉及び鋳造機械間にある耐火物製トラフの一セクション内に収め、処理ゾーンの断面積を０．０６m^2、長さを約１．７メートルとした。
処理ゾーン内の金属の深さは処理ゾーンのスタート時で０．２４メートル、終了時に０．２２メートルと変化させた。ロータは金属流の中にガスを注入するポイントが当該金属面の下で約０．１８メートルとなるように浸漬した。各処理セグメント内の金属の容積は、金属表面に於ける幅員に等しいトラフの長さが縦方向に断面積に倍する程度をもって決まるが、ロータリーガスインジェクターの夫々について約０．０２１m^3であった。
処理ゾーンには４１６kg／分の割合で金属を送った。ArとCl_2の混合ガスを処理に用い、５５l／分の割合で各ロータリーインジェクターに送致し、之に対応する平均のガス消費量は０．８l／kgであった。
ロータリーガスインジェクターは全て深い金属渦を生ずることなく操作したが、回転軸の回転の結果、発現した通常の渦はこれらのインジェクターについて低減し、そこでは金属流は原則として回転方向と反方向に向けられた、ことが判った。
アルミニウムーマンガン合金（ＡＡ５１８２）を記述した処理ゾーンで処理した場合、水素除去効率５５％及び５８％が得られた、これは同じ条件下で公知の脱ガス製造との比較に於いて有利であった。処理時間（処理ゾーン内の金属の平均滞留時間）は３４秒であった。一般の深いボックスを用いた脱ガス操作の場合は同じ条件で３５０秒の処理時間を要し、約０．５m^3の金属を脱ガス器の２つのローターの夫々につき使用した。

実施例２

図１５に図示のトラフ内のアルミニウム合金ＡＡ３００４につき金属処理を実施した。こ

のトラフの各寸法を表１に示す。この処理方法は図１６に示す５個の違ったガスインジェクターを用いて実施し、このうちローターの臨界的パラミータを表２に示す、トラフ内の金属の深さは８．７６インチ（２２２mm）、アルミニウム合金の流量は４５０kg／分であった。

金属処理装置の実施を過度のはねかけなしで、処理ゾーン内にくまなく効率的にガスを分散する能力をもって評価した。過度のはねかけは不安な操作を生起するのみならず、過分の浮きかす（dross）の形成に寄与する、ロータを３様の浸漬深さ及び或る回転速度範囲にわたってテストした。

回転速度が８５０rpmより上でのデーターの収集は意図しなかった。図１７は違った浸漬レベルに於ける各種タイプのロータについての操作範囲を示す。ローター１，４及び５は全て本発明の特に望ましいローターを示している。ローター２は望ましい実施例中の“円滑な頂部”を持ち合わせておらず、ローター３は好ましい値６０％を超える面積比を有している。この特徴はローター全部は本発明に於いて操作可能であること、好ましいローター（１，４及び５）は脱ガス器の操作範囲で最も広い操作窓を提供していることである。

表１

トラフの寸法(図１５)

頂部開口(８０)	３３９mm(１３．４インチ)
深さ （８１）	３８１mm(１５．０インチ)
底部曲率(８２)	１５２．４mm(６．０インチ)半径

トラフ底部は完全な半円形。

表２

ローターのパラメーターズ(図１６)

	ローータータイプ(図１６参照)				
寸法	1	2	3	4	5
(90) 全高	5.0"	5.0"	5.0"	3.0"	5.0"
	127mm	127mm	127mm	76mm	127mm
(91) 肩部高さ	1.5"	1.5"	1.5"	1.5"	1.5"
	38mm	38mm	38mm	38mm	38mm
(92) 翼高	2.0"	2.0"	2.0"	1.5"	1.5"
	51mm	51mm	51mm	38mm	38mm
(93) 全体寸法	4.0"	4.0"	4.0"	4.0"	4.0"
	102mm	102mm	102mm	102mm	102mm
(94) 肩部直径	4.0"	3.0"	4.0"	4.0"	4.0"
	102mm	76mm	102mm	102mm	102mm
翼の開口表面積	39.8%	39.8%	70.0%	39.8%	39.8%

【図１】

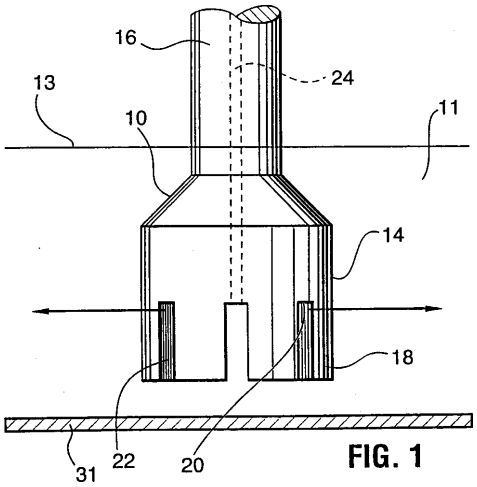

FIG. 1

【図２】

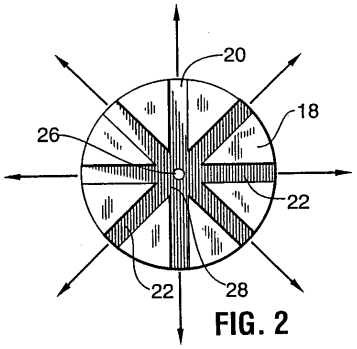

FIG. 2

【図３】

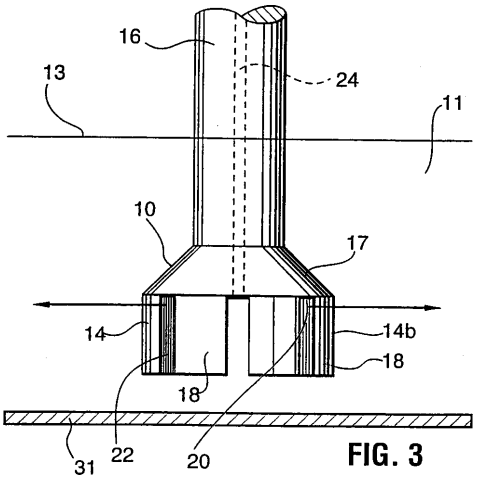

FIG. 3

【図４】

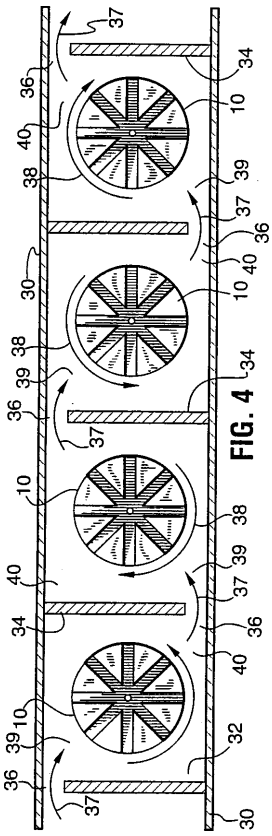

FIG. 4

【図５】

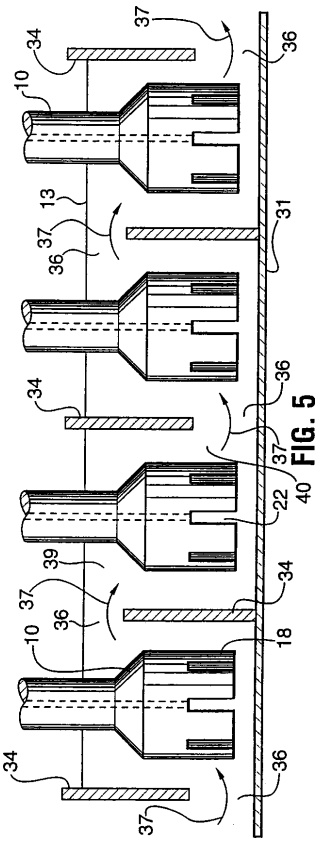

FIG. 5

【図６】

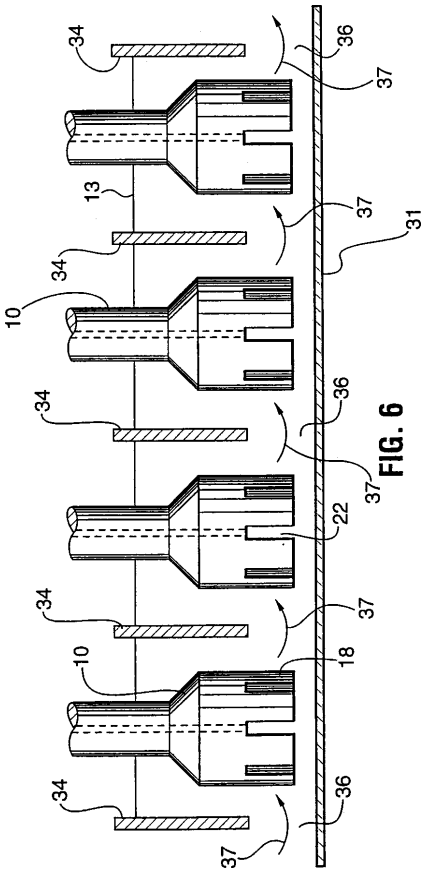

FIG. 6

【図７】

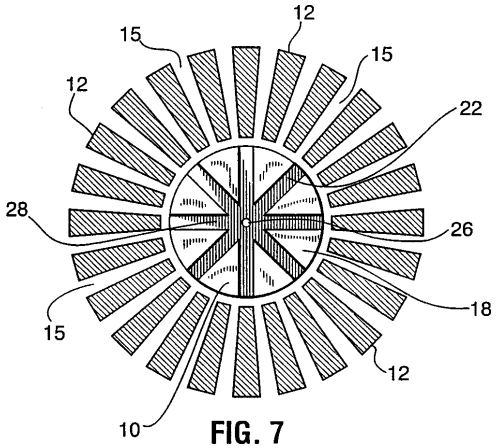

FIG. 7

【図８】

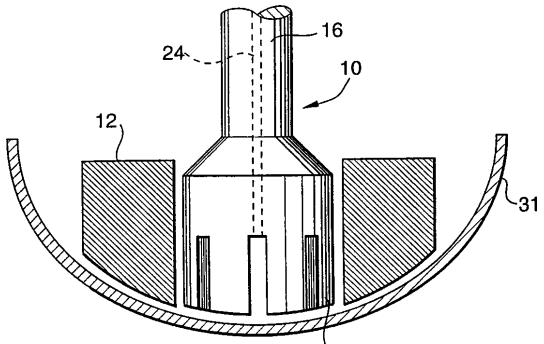

FIG. 8

【図９】

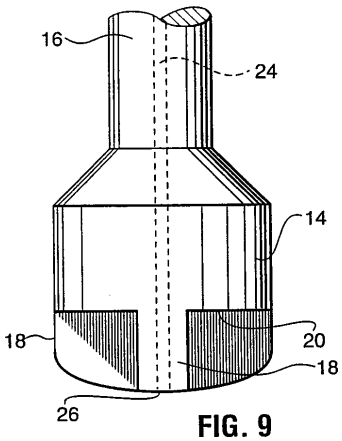

FIG. 9

【図１０】

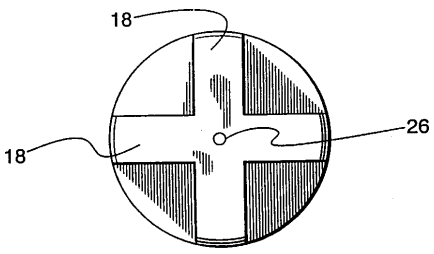

FIG. 10

【図１１ａ】

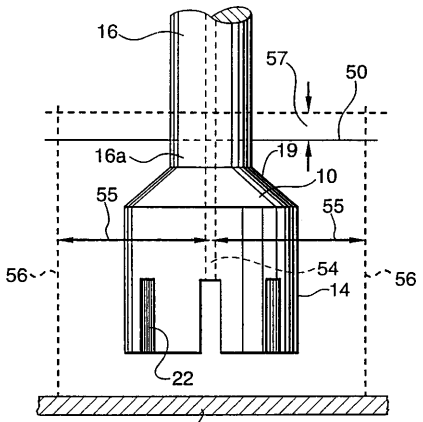

FIG. 11a

【図１１ｂ】

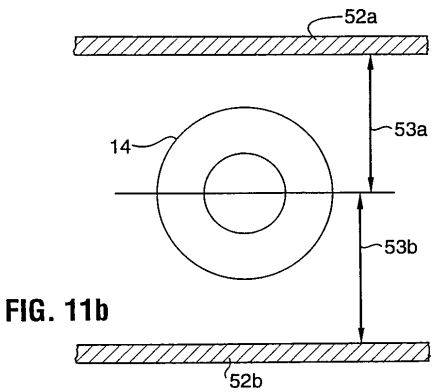

FIG. 11b

【図１２ａ】

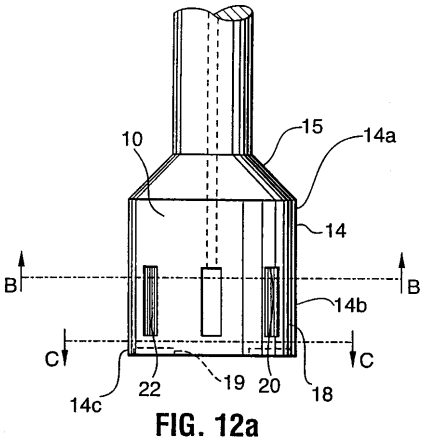

FIG. 12a

【図１２ｂ】

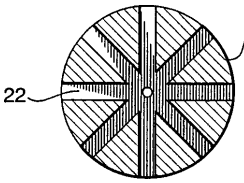

FIG. 12b

【図１２ｃ】

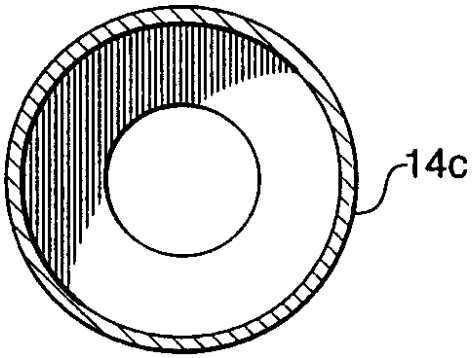

FIG. 12c

【図１２ｄ】

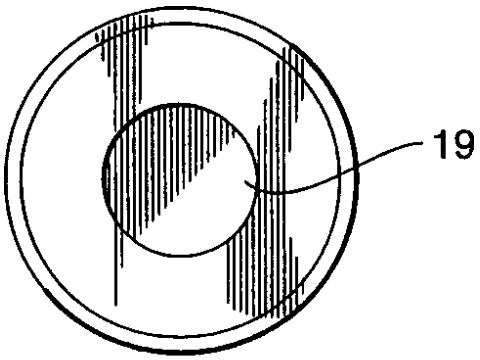

FIG. 12d

【図１３】

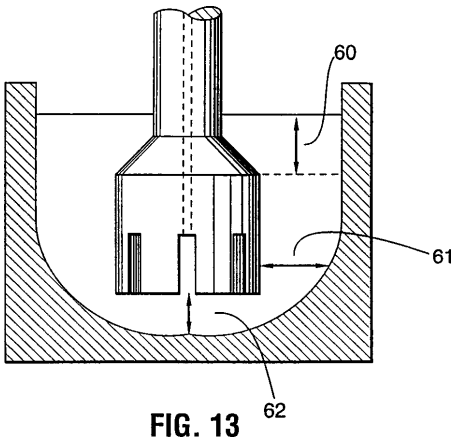

FIG. 13

【図１４】

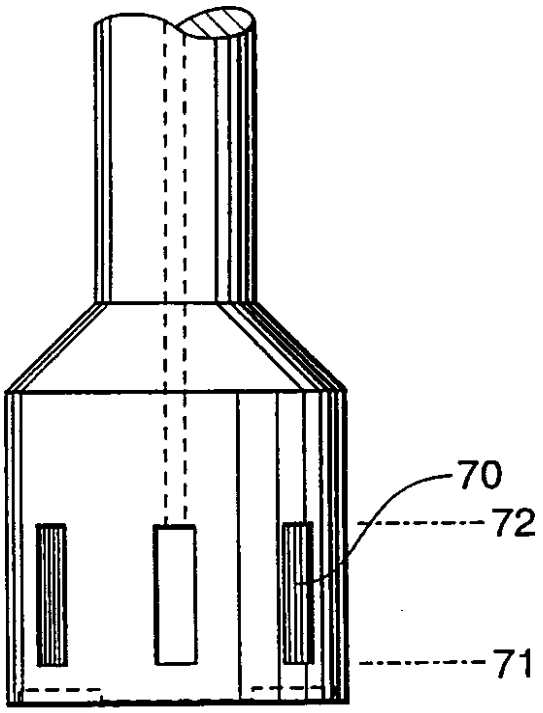

FIG. 14

【図１５】

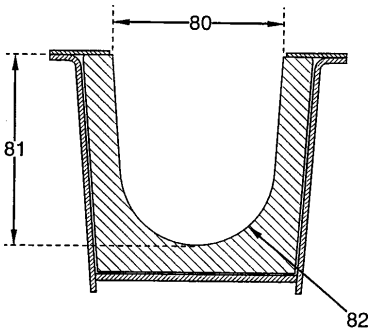

FIG. 15

【図１６】

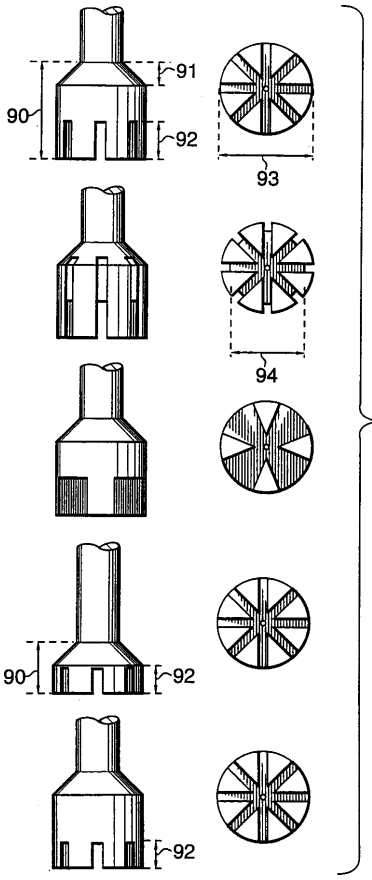

FIG. 16

【図１７】

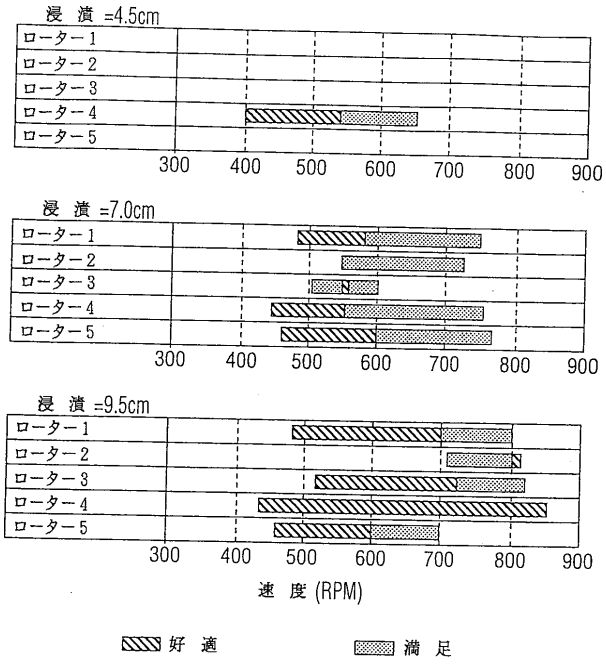

FIG. 17

フロントページの続き

(72)発明者　デュモン、ロベール
カナダ、ジー８ティー・４ワイ７、ケベック、カプ・デ・ラ・マドレン、リュ・セント・フィリプ
６５番

審査官　木村　孔一

(56)参考文献　特開昭５８－０１１７５２（ＪＰ，Ａ）
実開昭５９－１５３３６２（ＪＰ，Ｕ）
特開昭５４－１４２１０４（ＪＰ，Ａ）
特開昭４８－０７３３１４（ＪＰ，Ａ）
特開昭５３－０２３８０６（ＪＰ，Ａ）
特公昭６１－０４０７３７（ＪＰ，Ｂ１）
特開昭６０－１５５６３２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
C22B　9/05
C21C　7/072