

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6725877号
(P6725877)

(45) 発行日 令和2年7月22日(2020.7.22)

(24) 登録日 令和2年6月30日(2020.6.30)

(51) Int. Cl.	F 1
B 2 2 D 17/00 (2006.01)	B 2 2 D 17/00 Z
B 2 2 D 46/00 (2006.01)	B 2 2 D 46/00
B 2 2 D 17/32 (2006.01)	B 2 2 D 17/32 Z

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2016-134993 (P2016-134993)	(73) 特許権者	300041192
(22) 出願日	平成28年7月7日(2016.7.7)		宇部興産機械株式会社
(65) 公開番号	特開2018-1260 (P2018-1260A)		山口県宇部市大字小串字沖ノ山1980番地
(43) 公開日	平成30年1月11日(2018.1.11)	(72) 発明者	田中 元基
審査請求日	平成31年4月8日(2019.4.8)		山口県宇部市大字小串字沖ノ山1980番地 宇部興産機械株式会社内
		(72) 発明者	村上 工成
			山口県宇部市大字小串字沖ノ山1980番地 宇部興産機械株式会社内
		審査官	中西 哲也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ダイカストの初期温度設定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ビスケット部端面を流入境界面としたダイカストプロセスの湯流れ解析の初期温度設定方法において、

鑄込スリーブの充填率が100%になった時の前記流入境界面の溶湯温度を初期温度とした場合に、

鑄造条件(鑄込スリーブ条件、溶湯条件、射出条件)を考慮して予めデータベース化した鑄込スリーブ内の溶湯の冷却曲線を有し、解析毎に適合するデータベースの値を参照して溶湯温度を設定することを特徴とする初期温度設定方法。

【請求項2】

前記、設定した初期温度が指定値以下の場合に、温度低下による欠陥発生危険性を、解析実行前に警告することを特徴とする請求項1に記載の初期温度設定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ダイカスト鑄造(以下、単にダイカストという)の湯流れ解析と凝固解析における初期温度設定方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

アルミニウム合金よりなる鑄物を製造する場合には、鑄型内に溶融した材料(溶湯)を

加圧充填する方法であるダイカストが多用されている。

ダイカストは鑄込スリーブ内の溶湯を金型に高速で充填する為、生産性がよく、大型の薄物の製品を作ることができる。また寸法精度が高くまた鑄造組織が細かく、鑄肌表面がきれいな製品を作るといふ長所がある。

一方、溶湯を高速で充填する為、空気を巻き込みやすく、また最終凝固部に引け巣ができ易いという短所があった。

【0003】

従来、ダイカストでは、予めCAEによりキャビティ内での溶湯の流れを解析している。しかしながら、射出工程のキャビティ内への溶湯の流れの解析結果及び射出工程の溶湯の流れに基付いた製品内への解析結果が実現象と整合しないという問題が発生していた。

10

【0004】

本発明は、ダイカストの湯流れと凝固の欠陥の有無を予測し、鑄造条件を最適化するために行われる鑄造湯流れ解析において、鑄型内に鑄込まれた鑄込スリーブ内の溶湯の初期温度を適切に設定するのに利用される初期温度設定方法に係わり、特に溶湯が鑄型内に充填される鑄造プロセスに適した鑄造湯流れ解析の初期温度設定方法に関するものである。

【0005】

近年、ダイカスト品の最適な製造条件を求めたり、湯流れに起因するガス欠陥、鑄肌欠陥、凝固に起因する引け巣などの凝固欠陥の発生を予測したりするために、鑄造プロセスの湯流れ解析、凝固解析が広く実施されるようになってきている。

【0006】

このような湯流れ解析、凝固解析を行うに際して、鑄込スリーブ内の溶湯の温度を設定することが必要となるが、とくに鑄込スリーブ内の溶湯の初期温度を適切に設定することが解析結果の精度を左右する極めて重要な作業となる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平8-271500公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

従来では、ダイカストの湯流れ解析、凝固解析の際の初期温度は経験値や推定値を設定している。例えば、一律で、保持炉の保持温度からX 下げ設定するということがしばしばであった。

30

一方、溶湯温度は、充填時の湯回り性の評価や、充填完了後の凝固解析開始時の初期温度となるため、設定精度が悪いと解析精度の低下に直結するという問題があった。

【0009】

本発明は、従来のダイカストの湯流れ解析、凝固解析において、溶湯の初期温度を設定する場合の上記課題に着目してなされたものであって、溶湯の初期温度を簡便かつ正確に推定することができ、もって解析精度の向上を可能にするダイカストの湯流れ解析、凝固解析の初期温度設定方法を提供することを目的としている。

40

【課題を解決するための手段】

【0010】

ビスケット部端面を流入境界面としたダイカストプロセスの湯流れ解析の初期温度設定方法において、

鑄込スリーブの充填率が100%になった時の前記流入境界面の溶湯温度を初期温度とした場合に、

鑄造条件(鑄込スリーブ条件、溶湯条件、射出条件)を考慮して予めデータベース化した鑄込スリーブ内の溶湯の冷却曲線を有し、解析毎に適合するデータベースの値を参照して溶湯温度を設定することにした。

【0011】

50

前記、設定した初期温度が指定値以下の場合に、温度低下による欠陥発生の危険性を警告するようにした。

【発明の効果】

【0012】

ダイカストの湯流れ、凝固解析の解析精度（湯回り性の予測、凝固解析精度）が向上する。

また、評価指標確立の効率が向上する。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】 鑄込スリーブの断面図で鑄込み体積分のストロークと鑄込み体積が100%になるストロークを示した図である。 10

【図2】 給湯口から鑄込スリーブに溶湯を注湯して射出した時の図である。

【図3】 溶湯温度の平均値（データベース化した冷却曲線）を横軸に時間、縦軸に温度をとった図である。

【図4】 本発明のアルゴリズムである。

【図5】 鑄込スリーブに溶湯を給湯した時の図と鑄込スリーブの断面図である。

【図6】 解析結果と実測結果とを比較した図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

図1に本発明に係る鑄込関係の部品および金型を示す。溶湯1は図示しない給湯機により鑄込口10から鑄込スリーブ2に注湯される。溶湯1はプランジャーチップ3により押されて固定型4と可動型5によって形成されるキャビティ6に充填される。 20

プランジャーチップ3が前進して鑄込スリーブ2内の溶湯1の充填率が100%となる位置までのストロークを鑄込体積が100%（鑄込スリーブ内で溶湯の充填率が100%になる）になるストロークといい、プランジャーチップ3が低速で移動するストロークである。

一方、前述のプランジャーチップ3の停止位置から可動型5までの距離を鑄込体積分のストロークと呼ぶ。

鑄込体積が100%になるストロークと鑄込体積分のストロークとを合わせたものを分流子端定数（すなわちこれが、鑄込スリーブ長さである）と呼ぶことにする。 30

【0015】

図2により本発明の構成について説明する。

まず、図2の上段の図について説明する。

（a）は図示しない給湯機で鑄込スリーブ2に給湯口10より所定の量のアルミの溶湯1を注湯した図である。溶湯1は鑄込スリーブ2の中で均一に広がっていく。

（b）では、注湯後、プランジャーチップ3が前進し、鑄込スリーブ2内の溶湯1の湯面がせり上がっていき、鑄込スリーブ2内の溶湯1の充填率が徐々に上がっていく。

（c）では、さらにプランジャーチップ3が前進して行き、鑄込スリーブ3内で溶湯2の充填率が100%になったときの図である。

（d）では、金型内のキャビティ6が溶湯で100%充填された時の図である。この時プランジャーチップ3は前進限になっている。さらにビスケット8が形成される。 40

このビスケット8の端面において、（c）の図で鑄込スリーブの充填率が100%になった時のA-A断面の溶湯温度Tが本発明において設定する初期温度である。

【0016】

図2の最下段の図は、（d）でキャビティ6内に溶湯1を充填完了したときにできるビスケット8の端面の位置で鑄込スリーブ2の断面を取ったものを示す。

これによると、（a）の鑄込み直後では溶湯1の充填率は50%ぐらいであるが、（b）では充填率は80%ぐらいに上がり、（c）では充填率は100%となる。（d）でも同様に100%である。

【0017】

図2の上から2段目の図は、溶湯1を鑄込スリーブ2に給湯してからの、A-A断面における溶湯の平均的な温度変化である。鑄込直後の溶湯の温度が最も高く、時間が経過すると徐々に下がっていく。

(c)における溶湯温度が前記でも述べた初期温度となる。以後、(c)におけるA-A断面の溶湯温度(溶湯温度Tとする)について説明を進めていく。

図2で初期温度としては、(c)と(d)の間の領域の温度 T_t を使う方が精度は上がる。

なお、溶湯条件とは溶湯の材質、温度、注湯量のことをいう。

【0018】

図3の説明を以下に行う。

溶湯温度Tは溶湯が給湯口から鑄込スリーブに注湯された後、遅延タイマや射出速度の違いにより、ピスケット端面にプランジャーチップが到達する時間のかかり方で溶湯温度が変わる。すなわち遅延タイマが長いほど、また射出速度が遅いほど時間がかかるので溶湯温度Tは低くなる。

この現象を表したのが図3である。図3では鑄込スリーブ内の中心付近の溶湯温度と壁面付近の溶湯温度と、データベース化した冷却曲線を示した。データベース化した冷却曲線は鑄込スリーブ内の平均的な溶湯の冷却曲線である。この冷却曲線は1種類の鑄込スリーブ条件と溶湯条件で射出条件を変化させたときに得られる、1つの初期温度のデータベースである。言い換えると図2の上から2段目の図の溶湯温度Tを連続的に結んでグラフ化したものである。

溶湯条件、鑄込スリーブ条件を固定した時に、射出条件を変えることにより、溶湯到達時間が変わることになる。

図3の中で溶湯到達時間(図2(d)の状態になるまでの時間)における溶湯の温度が目的の初期温度(本図では685)である。このようにデータベース化した冷却曲線から初期温度を設定するのである。

【0019】

図2(d)は溶湯がキャビティ内に充填された状態で、その時のプランジャーチップ3の停止位置の図である。従来の解析であると、A-A断面を通過して予め設定された、均一の温度の溶湯が吹き出しキャビティに流入することにより、湯流れ解析や凝固解析を行っていた。

本発明ではA-A断面から噴き出す溶湯の温度をデータベース化した冷却曲線より求めて湯流れ解析や凝固解析の解析精度を上げるものである。

【0020】

ダイカストは鑄込スリーブの給湯口に給湯機でアルミの溶湯を注湯する。注湯されたアルミの溶湯は、図2(a)、(b)のように鑄込スリーブの底に鑄込スリーブ全長にわたって溜まっていく。

溜まったアルミの溶湯はスリーブ内面と接触し、アルミの溶湯の冷却が開始することになる。そこで、アルミの溶湯が冷却されて流動性がなくなる前にプランジャーチップを射出させてアルミの溶湯を金型内に充填することを特徴としている。

【0021】

本発明は鑄込スリーブ径の違い、さらには充填率の違いに応じた溶湯のデータベース化した冷却曲線を作成し有している。前記冷却曲線は、解析で求めてもよいし、実測で求めてもよい。

射出開始遅延タイマ、射出速度等の射出条件を入力することで、溶湯が鑄込スリーブ内に入って(注湯されて)型内に充填開始するまでの時間を計算する計算部を有している。以上から解析初期温度を求めてピスケットの端面に設定する。

【0022】

本発明の様態を図4のアルゴリズムで説明する。

まず第1に鑄込スリーブ条件となる鑄込スリーブの情報を入力する。

10

20

30

40

50

鑄込スリーブの情報としては、内径と長さで材料特性のようなものがある。

第2に鑄物の情報を入力する。鑄物の情報としては鑄物の物性値、重量または体積がある。

【0023】

第3に鑄込スリーブ充填率を計算する。

まず、鑄物のデータで密度 $[\text{g}/\text{cm}^3]$ 、質量（給湯量）を $m [\text{g}]$ とすると、溶湯の体積 $V [\text{cm}^3]$ は

$$V = m / \rho [\text{cm}^3]$$

また、鑄込スリーブ内径を $D [\text{mm}]$ 、長さを $L [\text{mm}]$ とすると、鑄込スリーブ内に占める溶湯の充填率 $w [\%]$ は

$$w = V / \left\{ \left(\frac{\pi}{4} \times D^2 \right) \times L \right\}$$

【0024】

第4に鑄込スリーブ充填率、鑄込スリーブ内径から該当する溶湯のデータベース化した冷却曲線を1つ選定する。

データベースの作成方法については後述する。

第5に射出条件（速度パターン）を入力する。

図2(a)の状態から射出がスタートして図2(d)になるまでのプランジャーチップの移動時間と射出スタートの遅延タイマの時間を考慮して、注湯完了から図2(d)に至るまでの溶湯到達時間を求める。

第5によって求めた溶湯到達時間を考慮してデータベース化した冷却曲線から溶湯温度を抽出する。

【0025】

次に溶湯の冷却曲線のデータベース化の作成の要素技術について述べる。鑄込スリーブ内に給湯された溶湯は均一に冷却され、どの溶湯の部位も同じ温度という仮定を用いる。本発明では鑄込スリーブ内の溶湯の形状で鑄込スリーブと接触する面から溶湯の熱が奪われていくというモデルになっている。

【0026】

給湯機によって鑄込スリーブに注湯された溶湯は鑄込スリーブの内面と接触し冷却されていく。

その状況を式にして以下に示す。計算式を表示する前に次の2つの仮定をする。

(a) スリーブ内の溶湯は全体に同じ温度で下がっていく。

(b) チップが前進しても解析手順は変わらずそのまま計算する。

(1) 溶湯の比熱を $c [\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})]$ 、質量（給湯量）を $m (\text{g})$ とすると、溶湯温度を 1K 下げのに必要な熱量 $C [\text{J}/\text{K}]$ は

$$C = m c$$

と表せる。

(2) 溶湯の密度を $[\text{g}/\text{cm}^3]$ 、質量（給湯量）を $m [\text{g}]$ とすると、溶湯の体積 $V [\text{cm}^3]$ は、

$$V = m / \rho$$

と表せる。

【0027】

(3) 鑄込スリーブ内径を $D [\text{mm}]$ 、長さを $L [\text{mm}]$ とすると、鑄込スリーブ内に占める溶湯の充填率 $w [\%]$ は、

$$w = V / \left\{ \left(\frac{\pi}{4} \times D^2 \right) \times L \right\}$$

これは、3次元空間だけでなく、2次元断面で考えた場合にも適用できる。2次元断面における溶湯部分の断面積 $A [\text{mm}^2]$ は、

$$A = \left(\frac{\pi}{4} \times D^2 \right) \times w$$

【0028】

(4) 溶湯と鑄込スリーブの接触円弧の長さ $L_1 [\text{mm}]$ 、接触面積 $a [\text{mm}^2]$ は、

$$A = L_1 / 2 \times \left(\frac{\pi}{2} \times D \right) \times \left(\frac{1}{2} \times \sin \theta \right)$$

10

20

30

40

50

$$L_1 = (1/2D) \times$$

$$a = L_1 \times L$$

すなわち a が溶湯と鑄込スリーブの接触面の面積 [mm^2] になる。

【0029】

(5) 溶湯と鑄込スリーブ間の熱伝達係数 H [$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$]、溶湯温度 T_1 [K]、鑄込スリーブ温度 T_2 [K] とすると、溶湯から鑄込スリーブに移動する熱流束 Q [W] は $Q = H(T_1 - T_2) \times a$

(6) 計算させるステップである時刻 t [sec] に溶湯から鑄込スリーブに移動する熱量 q [J] は

$$q = Q \times t$$

10

(7) 時刻 t で低下する溶湯温度 T [K] は

$$T = q / C$$

t 後の溶湯温度 T_3 [K] は、前述の式より

$$T_3 = T_1 - T$$

で表せる。

【0030】

上記のような計算によって、鑄込スリーブ内の溶湯温度について冷却曲線が求められる。この冷却曲線こそが図2の上から2段目の図の冷却曲線である。さらには、図2の上から2段目の図の溶湯温度 T を連続的に結んでグラフ化したものがデータベース化した冷却曲線である。

20

上記によって求められる冷却曲線を鑄込スリーブ径、鑄込スリーブ長さ、給湯量、注湯温度でそれぞれ違うものの計算を行い、それぞれの冷却曲線を求める。それをデータベース化する。

データベースは種々の要因を多次的に表現したものである。

【0031】

図3にデータベース化したもののうち、ある溶湯条件と鑄込スリーブ条件の時の冷却曲線を示す。前記、冷却曲線は横軸が時間で、縦軸が溶湯温度となっている。射出開始遅延タイム、射出条件からかかるタイムラグを考慮して、溶湯を鑄込スリーブに給湯してから何秒、時間が経過したという点、すなわち、ある時間かかった溶湯到達時間の溶湯の温度を見れば、冷却曲線から溶湯の初期温度が何度になっているかが求められる。

30

以上により求められた溶湯温度を図2のA-A断面に貼り付けて溶湯の初期温度解析を行えばよい。

【0032】

A-A断面における温度は1つの温度でも良いし、複数の領域に分割してそれぞれに温度を貼り付けても良い。

【0033】

図4のアルゴリズムでは、求められた溶湯温度が指定値よりも低かったら、警告を出すようにしている。例えば、求められた溶湯温度が液相線よりも低かったら、キャビティ内に充填しにくいいため、欠陥が発生しやすくなる。そのような場合には、警告を出し、鑄込温度を高くしたり、射出条件を変えたり、鑄込スリーブ充填率を上げたりする方法がある。

40

【0034】

図5に熱電対を使って実際に鑄込スリーブ内の溶湯の温度を計った冷却曲線と解析によって求められた冷却曲線を示す。これを見ると分かるように熱電対を使って実際に鑄込スリーブ内の溶湯の温度を計ったものと解析によって得られた冷却曲線はかなりの精度で一致していることがわかる。

【0035】

なお、プランジャーチップの前進によって鑄込スリーブ長さが短縮され、溶湯のかさが連続的に増える時には充填率および伝熱面積が連続的に変化するので、上記の(3)以降の式が連続的に変化していくのを計算していくので精度が上がる。

また、溶湯温度低下が著しい場合には凝固潜熱を(1)に合わせて考慮する必要がある

50

。これを、C A Eを用いて計算しても良いし、実験によって溶湯温度の冷却曲線を取得しても良い。

【 0 0 3 6 】

この解析に使用するソフトウェアは、各種市販されている鋳造シミュレーションソフトで、鋳込スリーブ内の溶湯挙動解析機能を有するものから適宜選択されればよい。一例を挙げると、(株)日立産業制御ソリューションズ製” A D S T E F A N (登録商標)” (アドステファン) などである。解析に使用するコンピュータは、高性能であることが好ましいが、使用する解析ソフトで指定された仕様を満たすものであればよく、市販されているパソコンで対応可能である。また、市販されている解析ソフトを使用するため、解析方法そのものに特殊な内容は含まれていない。

10

【 0 0 3 7 】

本発明は、以上の構成であるから以下の効果が得られる。
ダイカストの湯流れ、凝固解析の解析精度 (湯回り性の予測、凝固解析精度) が向上する

。

また、評価指標確立の効率が向上する。

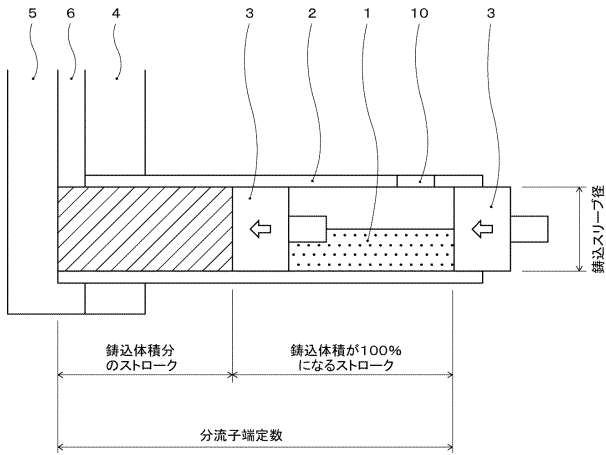
【符号の説明】

【 0 0 3 8 】

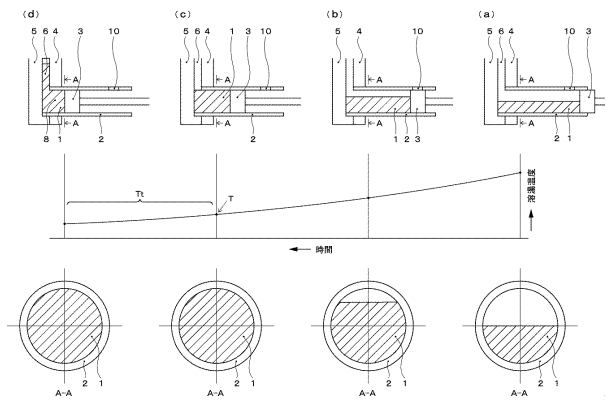
- 1 溶湯
- 2 鋳込スリーブ
- 3 プランジャーチップ
- 4 固定型
- 5 可動型
- 6 キャピティ
- 8 ビスケット
- 1 0 鋳込口

20

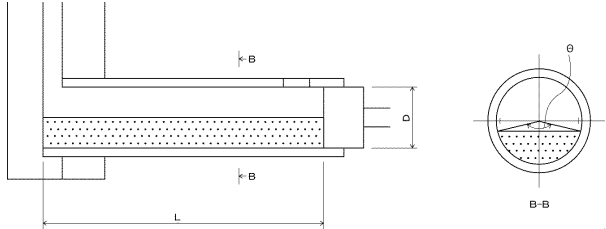
【図1】



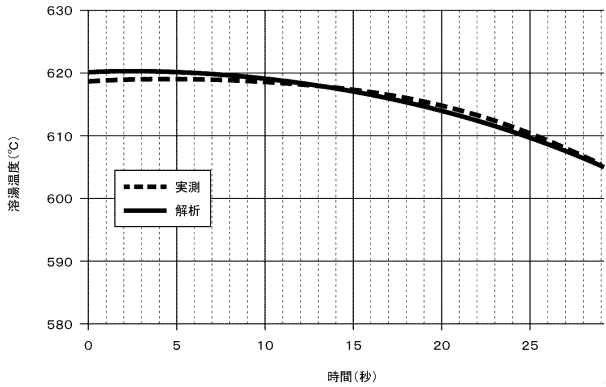
【図2】



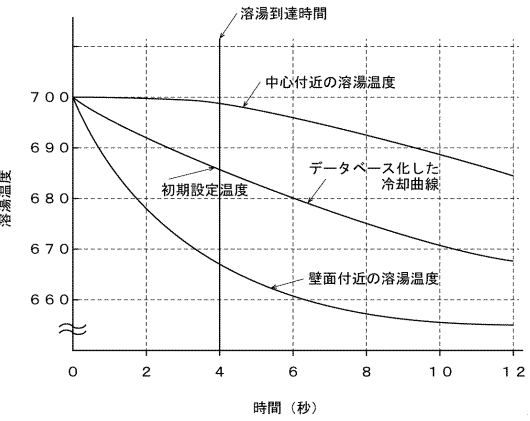
【図5】



【図6】

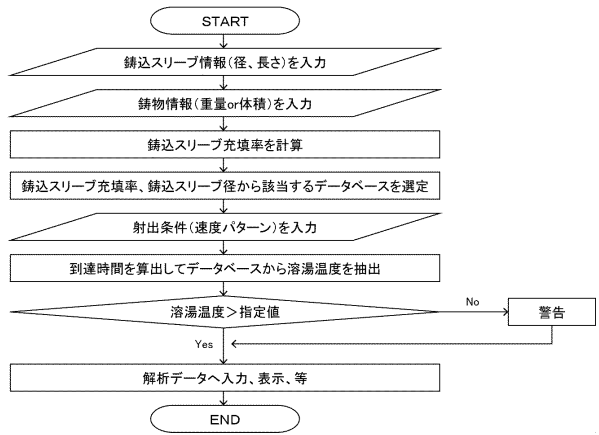


【図3】



【図4】

アルゴリズム



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-206788(JP,A)
特表2004-506515(JP,A)
特開2002-096161(JP,A)
特開2004-344910(JP,A)
特開2003-145262(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B22D 17/00

B22D 17/32