

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 2 月 20 日 (20.02.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/013764 A1

(51) 国際特許分類⁷: B22D 27/18, B22C 3/00, B22D 21/04

(21) 国際出願番号: PCT/JP02/06481

(22) 国際出願日: 2002 年 6 月 27 日 (27.06.2002)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2001-236811 2001 年 8 月 3 日 (03.08.2001) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社 (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒107-8556 東京都港区南青山 2 丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中尾 靖宏 (NAKAO, Yasuhiro) [JP/JP]; 〒350-1381 埼玉県狭山市新狭山 1 丁目 1 〇 番地 1 ホンダエンジニアリング株式会社内 Saitama (JP). 庄子 広人 (SHOJI, Hiroto) [JP/JP]; 〒350-1381 埼玉県狭山市新狭山 1 丁目 1 〇 番地 1 ホンダエンジニアリング株式会社内 Saitama (JP). 菅谷 有利 (SUGAYA, Kunitoshi) [JP/JP]; 〒350-1381 埼玉県狭山市新狭山 1 丁目 1 〇 番地 1

ホンダエンジニアリング株式会社内 Saitama (JP). 加藤 崇 (KATO, Takashi) [JP/JP]; 〒350-1381 埼玉県狭山市新狭山 1 丁目 1 〇 番地 1 ホンダエンジニアリング株式会社内 Saitama (JP). 越後 隆治 (ECHIGO, Takaharu) [JP/JP]; 〒350-1381 埼玉県狭山市新狭山 1 丁目 1 〇 番地 1 ホンダエンジニアリング株式会社内 Saitama (JP). 松浦 聡司 (MATSUURA, Satoshi) [JP/JP]; 〒350-1381 埼玉県狭山市新狭山 1 丁目 1 〇 番地 1 ホンダエンジニアリング株式会社内 Saitama (JP). 川崎 謙一 (KAWASAKI, Kenichi) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 下田 容一郎, 外 (SHIMODA, Yo-ichiro et al.); 〒107-0052 東京都港区赤坂 1 丁目 1 番 1 2 号 明産溜池ビル Tokyo (JP).

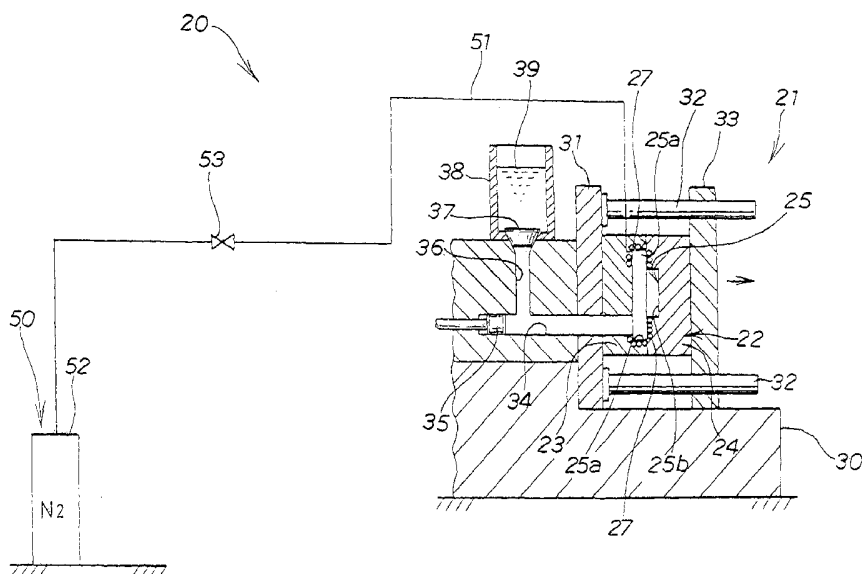
(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許

[続葉有]

(54) Title: ALUMINUM CASTING METHOD

(54) 発明の名称: アルミニウム鋳造方法



(57) Abstract: An aluminum casting method which comprises a step of applying a releasing agent containing magnesium on the surface of a mold, a step of introducing a nitrogen gas, to thereby react the nitrogen gas with the magnesium present on the surface of the releasing agent to form magnesium nitride. Since the nitrogen gas reacts only with the magnesium being exposed on the surface of the releasing agent, the length of the time required for forming magnesium nitride and the amount of a nitrogen gas consumed can be reduced.

[続葉有]



(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約:

アルミニウム鑄造方法は、あらかじめマグネシウムを含有する離型剤を金型表面に塗布するステップを含む。その後、キャビティに窒素ガスを導入して、離型剤の表面のマグネシウムと窒素ガスとを反応させて窒化マグネシウムを生成する。窒素ガスは、離型剤の表面に露出するマグネシウムのみと反応するため、窒化マグネシウムの生成時間が短縮されると共に、窒素ガスの使用量が少なくて済む。

- 1 -

明 細 書

アルミニウム鑄造方法

技術分野

本発明は、鑄造金型のキャビティにアルミニウム溶湯を供給してキャビティ内でアルミニウム鑄物を鑄造するアルミニウム鑄造方法に関する。

背景技術

アルミニウムの鑄造において、金型のキャビティにアルミニウム溶湯を供給する際、アルミニウム溶湯の表面に酸化膜が生成し、生成した酸化膜がアルミニウム溶湯の表面張力を増加させ、アルミニウム溶湯の流動性を低下させることが起こり得る。このため、アルミニウム溶湯の表面に酸化膜が生成すると、アルミニウム溶湯の湯廻り性を好適に保つことは難しい。

そこで、アルミニウム鑄造の際に、アルミニウム溶湯の湯廻り性を好適に維持する鑄造方法として、例えば特開 2 0 0 0 - 2 8 0 0 6 3 の公報に開示の「アルミニウム鑄造方法」が提案されている。このアルミニウム鑄造方法について、図 2 4 及び図 2 5 に示している。

図 2 4 において、アルミニウムを鑄造する際には、先ず窒素ガスボンベ 1 5 0 から窒素 (N_2) ガスを金型 1 5 1 のキャビティ 1 5 2 に充填する。次に、窒素ガスをタンク 1 5 3 に送り、該タンク 1 5 3 内のマグネシウム粉末 (Mg 粉末) を窒素ガスと共に加熱炉 1 5 5 内に送り込む。この加熱炉 1 5 5 内でマグネシウム粉末を昇華させ、昇華したマグネシウムを窒素ガスと反応させて気体状のマグネシウム窒素化合物 (Mg_3N_2) を得る。このマグネシウム窒素化合物を配管 1 5 6 を通して金型 1 5 1 のキャビティ 1 5 2 内に導入し、導入したマグネシウム窒素化合物をキャビティ 1 5 2 の表面に析出させる。

次に、キャビティ 1 5 2 内にアルミニウム溶湯 1 5 7 を供給する。供給したアルミニウム溶湯 1 5 7 をマグネシウム窒素化合物と反応させて、アルミニウム溶湯 1 5 7 の表面の酸化物から酸素を取り除く。これにより、アルミニウム溶湯

- 2 -

１５７の表面に酸化皮膜が発生することを防ぎ、アルミニウム溶湯１５７の表面張力が増大することを抑えることができる。従って、アルミニウム溶湯１５７のキャビティ１５２への湯廻り性を好適に保つことができ、アルミニウム鑄造品の品質を高めることができる。

ここで、上述したマグネシウム窒素化合物の生成工程及びアルミニウム溶湯の注湯工程について詳しく説明する。

先ず、マグネシウム窒素化合物の生成工程について説明する。加熱炉１５５の内部でマグネシウム粉末を昇華させ、この昇華したマグネシウムを加熱炉１５５の内部で窒素ガスと反応させる。昇華したマグネシウムは加熱炉１５５の内部で浮遊しているために、マグネシウムの表面全域に窒素ガスが付着し、表面全域にマグネシウム窒素化合物を生成することになる。

次に、アルミニウム溶湯の注湯工程について、図２５を参照して説明する。

キャビティ１５２の表面にマグネシウム窒素化合物の層１５９を析出させた後、キャビティ１５２にアルミニウム溶湯１５７を供給する。キャビティ１５２にアルミニウム溶湯１５７を供給することにより、アルミニウム溶湯１５７の表面１５７ａは、マグネシウム窒素化合物層１５９の表面１５９ａに接触して還元され、アルミニウム溶湯１５７の表面１５７ａに発生する酸化物１５７ｂから酸素を取り除く。

このように、アルミニウム溶湯１５７の表面１５７ａをマグネシウム窒素化合物層１５９の表面１５９ａに接触させることで、アルミニウム溶湯１５７の表面１５７ａに発生した酸化物１５７ｂから酸素を取り除く。このことから、アルミニウム溶湯１５７の表面１５７ａに発生した酸化物１５７ｂから酸素を取り除くためには、アルミニウム溶湯１５７の表面１５７ａが接触するマグネシウム窒素化合物層１５９の表面１５９ａのみを存在させればよいことが判る。

しかし、図２４で説明したように、マグネシウム窒素化合物の生成を、加熱炉１５５の内部にマグネシウムを浮遊させた状態でおこなうので、マグネシウムの表面全域に窒素ガスが付着する。このため、マグネシウムの表面全域にマグネシウム窒素化合物を生成することになる。このマグネシウム窒素化合物をキャビティ１５２の表面に析出させるので、図２５に示すように膜厚 t のマグネシウム

- 3 -

窒素化合物層 159 になる。このため、キャビティ 152 の表面に、過剰なマグネシウム窒素化合物層 159 を析出させることになり、マグネシウム窒素化合物層 159 の生成に時間がかかり、そのことが生産性を高める妨げになる。更に、過剰なマグネシウム窒素化合物層 159 を生成することになるので、窒素ガスの使用量も多くなり、そのことがコストを下げる妨げになる。

更にまた、上記鑄造方法では、マグネシウム窒素化合物層 159 をキャビティ 152 の表面に生成する工程の前工程において、キャビティ 152 内に空気を残したままの状態、キャビティ 152 内に窒素ガスを充填する方法を採用している。このため、キャビティ 152 内から空気を円滑に逃がすことが難しく、キャビティ 152 内を窒素ガスの雰囲気状態にするまでに時間がかかり、そのことが生産性を高める妨げになる。

そこで、マグネシウム窒素化合物の生成を短い時間で行うことができ、かつ窒素ガスの使用量を少なくすることが望まれる。

発明の開示

本発明によれば、キャビティを形成する金型表面にマグネシウムを含有する離型剤を塗布する工程と、上記離型剤を塗布した金型表面でキャビティを形成する工程と、該キャビティ内に窒素ガスを導入し、この窒素ガスをマグネシウムに反応させることにより金型表面に窒化マグネシウムを生成させる工程と、窒化マグネシウムが生成されたキャビティ内に、アルミニウム溶湯を供給してアルミニウム溶湯の表面を窒化マグネシウムで還元させながらキャビティ内でアルミニウム製の鑄物を鑄造する工程と、からなるアルミニウム鑄造方法が提供される。

窒化マグネシウムを生成する際、先ず、マグネシウムを含有する離型剤を金型表面に塗布し、次にキャビティに窒素ガスを導入する。離型剤の表面のマグネシウムは窒素ガスに反応して窒化マグネシウムが生成される。これにより、離型剤に含有する全てのマグネシウムのうち、離型剤の表面に露出するマグネシウムのみに窒素ガスを反応させることができる。このため、窒化マグネシウムの生成時間を短くすることができる。更に、離型剤の表面に露出するマグネシウムのみに窒素ガスを反応させて窒化マグネシウムを生成すればよいので、窒素ガスの使

用量を少なくすることができる。

ここで、金型表面にマグネシウムを付着させるその他の例として、マグネシウムを加熱して昇華させ、昇華した気体状のマグネシウムをキャビティ内に導入することにより、気体状のマグネシウムを金型表面に析出させることも考えられる。

しかし、この方法は、マグネシウムを昇華させるための加熱装置を必要とし、加えて昇華した気体状のマグネシウムをキャビティ内に導くためには、例えば不活性ガスで気体状のマグネシウムを導く必要があるのでガス導入装置を必要とする。このため、設備費が嵩み、鑄造品のコストを抑える妨げになる。

そこで、本発明においては、マグネシウムを含有する離型剤を金型表面に塗布するようにした。これにより、マグネシウムを昇華するための加熱装置や、気体状のマグネシウムをキャビティに導入するガス導入装置を不要にすることができる。

更に、鑄造の際には、鑄造工程後に金型から鑄物を離型するために、金型表面に離型剤を塗布することは一般的な作業工程であり、この塗布工程を利用してマグネシウムを金型表面に塗布することができるので、金型表面にマグネシウムを塗布するための工程を新たに加える必要はない。このため、鑄造工程の簡素化を図ることができる。

本発明に用いられる離型剤としては、油性の離型剤が用いられる。例えば、水性の離型剤を使用すると、離型剤に含まれるマグネシウムが離型剤の水分（酸素）と反応して酸化マグネシウムになる。従って、この後にキャビティ内に窒素ガスを導入しても窒化マグネシウムが生成されず、アルミニウム溶湯の表面を還元することはできない。そこで、本発明においては、油性の離型剤を使用することで、マグネシウムと水（酸素）との反応を防止するようにした。これにより、キャビティ内に窒素ガスを導入することで窒化マグネシウムを生成し、この窒化マグネシウムでアルミニウム溶湯の表面を還元してアルミニウム溶湯の流動性を好適に保つことが可能になる。

上記離型剤に含まれるマグネシウムの含有量としては、約2～20重量%が好ましい。マグネシウムの含有量が2重量%未満になると、窒素ガスとの反応が

- 5 -

乏しくなる。反応を良好におこなうためには、金型又は窒素ガスを500℃以上に加熱する必要がある、加熱時間が長くなる。このため、鑄造工程のサイクルタイムが長くなり生産性が低下する。そこで、マグネシウムの含有量を約2重量%以上に設定することで、金型又は窒素ガスの加熱温度を抑えサイクルタイムを短くして生産性を高めるようにした。マグネシウムの含有量が20重量%を越えると、マグネシウムに窒素ガスを反応させて窒化マグネシウムを生成する際に過剰の反応熱が発生することが考えられる。このため、雰囲気が700℃以上になり金型の耐久性が低下する虞がある。そこで、マグネシウムの含有量を20重量%以下に設定することで、反応熱を抑え金型の耐久性を高めるようにした。マグネシウムの含有量として、更に好ましくは、約5～10重量%である。

本発明においては、金型表面に離型剤を塗布する部位としては、金型表面のうち、少なくとも湯回り性の悪い部位に塗布するようにすればよい。アルミニウム溶湯は粘性流体の一種であるから流路断面積が小さい、若しくは流路断面の縦又は横寸法が小さいときには流速が低下し、湯回り性が悪くなる。キャビティには湯回り性の悪い部位がどうしても存在する。そこで、湯回り性の悪い部位のみに離型剤を塗布することで、この部位に窒化マグネシウムを生成するようにする。これにより、アルミニウム溶湯が湯回り性の悪い部位まで到達したとき、アルミニウム溶湯の表面を窒化マグネシウムに接触させることができる。このアルミニウム溶湯の表面には酸化物が発生している可能性があるが、例え酸化物が発生していても、酸化物が窒化マグネシウムと反応して酸化物から酸素を取り除くことができる。よって、アルミニウム溶湯の表面に酸化皮膜が発生することを防いで、アルミニウム溶湯の表面張力が増大することを抑えることができる。従って、湯回り性が悪い部位においても、アルミニウム溶湯の湯廻り性を好適に保つことができる。更に、湯回り性の悪い部位にのみ離型剤を塗布して、離型剤のマグネシウムに窒素ガスを反応させることにより、この部位にのみ窒化マグネシウムを生成させればよいので、窒素の使用量をさらに減らすことができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1実施例及び第3実施例に係るアルミニウム鑄造方法で

鋳造されるブレーキディスクの斜視図である。

図 2 は、本発明の第 1 実施例に係るアルミニウム鋳造方法を実施するためのアルミニウム鋳造装置の概略図である。

図 3 は、第 1 実施例に係るアルミニウム鋳造方法を説明するためのフローチャートである。

図 4 は、図 3 に示した S T 1 1 及び S T 1 2 を具体的に説明する鋳造金型を示している。

図 5 は、図 3 に示した S T 1 3 を具体的に説明するアルミニウム鋳造装置の概略図であり、キャビティ内に窒素ガスを導入する状態を示している。

図 6 は、図 3 に示した S T 1 3 を具体的に説明する鋳造金型を示し、金型表面の一部に窒化マグネシウムが生成される状態を示している。

図 7 A 及び図 7 B は、図 3 に示した S T 1 4 を具体的に説明する鋳造金型を示し、キャビティ内にマグネシウム溶湯を導入し、アルミニウム溶湯と窒化マグネシウムとの接触状態を示している。

図 8 A 及び図 8 B は、アルミニウム溶湯をキャビティ内に充填した後、鋳造金型を型開きしてアルミニウム鋳造品を得る状態の鋳造金型を示している。

図 9 は、本発明の第 2 実施例に係るアルミニウム鋳造方法を実施するためのアルミニウム鋳造装置の概略図である。

図 1 0 A 及び図 1 0 B は、第 2 実施例に係るアルミニウム鋳造方法において、金型表面の一部に離型剤を塗布した後にキャビティの形成、及び窒素ガスのキャビティへの導入状態の鋳造金型を示している。

図 1 1 A 及び図 1 1 B は、図 1 0 B に示した状態からアルミニウム溶湯をキャビティに供給する状態、及び金型表面の一部であって、キャビティ内に供給されたアルミニウム溶湯の表面が窒化マグネシウムに接触する状態を示している。

図 1 2 A 及び図 1 2 B は、キャビティにアルミニウム溶湯を所定量供給した状態、及び鋳造金型を型開きしてアルミニウム鋳造品を得る状態を示している。

図 1 3 は、本発明の第 3 実施例に係るアルミニウム鋳造方法を実施するためのアルミニウム鋳造装置の概略図であって、窒素ガス導入路の途中に窒素ガスを加熱するためのヒータを設けた例を示している。

- 7 -

図 1 4 は、第 3 実施例に係るアルミニウム鑄造方法のフローチャートである。

図 1 5 は、第 3 実施例に係るアルミニウム鑄造方法において、金型表面全体に離型剤を塗布して型締めした鑄造金型を示している。

図 1 6 は、図 1 3 に示したヒータで窒素ガスを加熱し、加熱した窒素ガスをキャビティ内に導入する状態を示している。

図 1 7 は、金型表面において、離型層の表面のマグネシウムと窒素ガスとが反応して、離型層の表面に窒化マグネシウムが生成される状態を示している。

図 1 8 A 及び図 1 8 B は、図 1 7 の状態から、アルミニウム溶湯をキャビティ内に供給する状態、及びキャビティ内のアルミニウム溶湯の表面が窒化マグネシウムと接触する状態を示している。

図 1 9 a 及び図 1 9 B は、アルミニウム溶湯を所定量キャビティ内に供給した状態、及び鑄造金型を型開きして凝固したアルミニウム鑄造品取り出す状態を示している。

図 2 0 は、本発明の第 4 実施例に係るアルミニウム鑄造方法を実施するためのアルミニウム鑄造装置の概略図であって、第 2 実施例に対して窒素ガス導入流路の途中にヒータを設けた例示している。

図 2 1 A 及び図 2 1 B は、第 4 実施例のアルミニウム鑄造方法において、金型表面に離型剤を塗布した後に該金型表面でキャビティを形成した状態、及び加熱されている窒素ガスと離型層の表面のマグネシウムとが反応して窒化マグネシウムが生成される状態を示している。

図 2 2 A 及び図 2 2 B は、図 2 1 B の状態から、キャビティ内にアルミニウム溶湯を供給する状態、及びアルミニウム溶湯の表面が窒化マグネシウムに接触する状態を示している。

図 2 3 A 及び図 2 3 B は、キャビティ内にアルミニウム溶湯を所定量供給した状態、及び鑄造金型を型開きして凝固したアルミニウム鑄造品を得る状態を示している。

図 2 4 は、従来のアルミニウム鑄造方法を実施するための鑄造装置の概略図である。

図 2 5 は、図 2 4 に示した従来のアルミニウム鑄造方法において、キャビテ

ィを形成する金型表面に析出されたマグネシウム窒素化合物層の表面にアルミニウム溶湯の表面が接触している状態を示している。

発明を実施するための最良の形態

図１は、本発明のアルミニウム鑄造方法により鑄造される、例えば車両に用いられるブレーキディスク１０を示している。該ブレーキディスク１０は、円筒形のハブ部１１と、ハブ部１１に一体に成形した円盤状のディスク部１８とからなるアルミニウム製の部材である。

ハブ部１１は、周壁１２の外側端に蓋部１３を有する。蓋部１３はその中央に形成された開口１４を有する他、該開口１４の周囲に形成された複数のボルト孔１５及び複数のスタッド孔１６を有する。ボルト孔１５から図示しないボルトを差込み、これらのボルトでブレーキディスク１０をドライブシャフト（図示しない）に取り付ける。スタッド孔１６は、ブレーキディスク１０に車輪を取り付けるために、図示しないスタッドを圧入する孔である。

図２～図８は、本発明の第１実施例を示している。図２は、第１実施例の鑄造方法を実施するためのアルミニウム鑄造装置の概略図である。

アルミニウム鑄造装置２０は、鑄造金型２２を有する鑄造装置本体２１と、鑄造金型２２の金型表面２５で形成されるキャビティ内に窒素（ N_2 ）ガスを導入する窒素ガス導入部５０とを備える。鑄造金型２２は、固定型２３と可動型２４とで構成される。金型表面２５は、固定型２３及び可動型２４に形成される表面である。

鑄造装置本体２１は、固定板３１が取付けられたベース３０を有する。前記固定型２３は該固定板３１に取り付けられる。固定板３１にはガイドロッド３２，３２が取付けられる。ガイドロッド３２，３２は前記可動板３３を移動自在に支持する。可動板３３は可動型２４に取り付けられる。固定型２３及びベース３０にキャビティに開口する湯路３４は、固定型２３及びベース３０に形成されている。プランジャ３５は湯路３４内に移動自在となっている。この湯路３４から鉛直に湯口３６が形成される。湯口３６の上端は、ほそ３７で塞がれている。注湯槽３８は湯口３６の上方に設けられ、該湯口３６と連通可能となっている。

このアルミニウム鑄造装置 20 によれば、可動板 33 を移動手段（図示しない）で矢印方向に移動することにより、可動型 24 は型締め位置（図に示す位置）と型開き位置とに移動される。可動型 24 を型締め位置に静止させることで、固定型 23 及び可動型 24 のそれぞれの金型表面 25 でキャビティが形成される。

該キャビティにアルミニウム溶湯 39 を供給した後、プランジャ 35 でアルミニウム溶湯 39 を加圧することによりキャビティ内でアルミニウム鑄物を鑄造する。

加えて、鑄造装置本体 21 は、キャビティを形成する金型表面 25 のうち、図 1 に示す円盤状のディスク部 18（薄肉部）に相当する部位 25a に沿って、すなわち固定型 23 の外周部及び可動型 24 の外周部に沿って加熱部（カートリッジヒータ）27 が位置するよう鑄造金型 22 に埋設された構造をしている。これにより、ディスク部 18（薄肉部）に相当する部位 25a を所定温度（一例として、400～500℃未満）に加熱することができる。

ディスク部 18（薄肉部）に相当する部位 25a は、金型表面 25 のうちで、比較的湯回り性を良好に確保することが難しい部位である。

窒素ガス導入部 50 は、窒素ガス導入流路 51 を介してキャビティに連通している。窒素ガス導入流路 51 はその途中に窒素ガス用開閉弁 53 を有する。窒素ガス用開閉弁 53 は、窒素ガス導入流路 51 を開・閉状態に切替える弁である。窒素ガス用開閉弁 53 を開状態に切替えることで、窒素ガスポンプ 52 内の窒素ガスを窒素ガス導入流路 51 を介してキャビティ内に導入することができる。

次に、図 2 に示したアルミニウム鑄造装置 20 を用いた第 1 実施例の鑄造方法について、図 3 に基づいて説明する。

ステップ（以下、ST と略す。）10： 鑄造金型を型開きした状態で、キャビティを形成する金型表面にマグネシウムを含有した離型剤を塗布する。

ST11： 鑄造金型を型締めすることにより、離型剤を塗布した金型表面でキャビティを形成する。

ST12： 金型表面のうちで、鑄物の薄肉部に相当する部位を加熱する。

ST13： このキャビティ内に窒素ガスを導入し、この窒素ガスをマグネシウムに反応させることにより金型表面に窒化マグネシウムを生成する。

ST14： この窒化マグネシウムを生成させたキャビティ内に、アルミニウム溶湯を供給してアルミニウム溶湯の表面を窒化マグネシウムで還元させながらキャビティ内でアルミニウム製の鋳物を鋳造する。

以下、上記アルミニウム鋳造方法のST10～ST14の工程を図4～図8Bで詳しく説明する。

先ず、ST10において、図2に示す鋳造金型22の可動型24を矢印の如く移動することにより、鋳造金型22を型開きする。次に、図4に示すように、固定型23及び可動型24のそれぞれの金型表面のうちの、鋳物の薄肉部に相当する部位（図1に示すブレーキディスク10のディスク部18に相当する部位）25aに離型剤を塗布することにより離型層40を形成する。

鋳造金型22を型開きした状態で、金型表面25のうちの鋳物の薄肉部に相当する部位25aに離型剤を塗布することにより離型層40を形成する。離型層40を形成した後、図4に示すように鋳造金型22を型締してそれぞれの金型表面25でキャビティを形成する。

金型表面の部位25aに塗布する離型剤は、粉末状のマグネシウムを2～20重量%含有する油性の離型剤である。マグネシウムの含有量は5～10重量%であることがより好ましい。マグネシウムの含有量を2～20重量%、好ましくは5～10重量%に設定した理由については後述する。

金型表面の部位25aに離型層40を形成した後、加熱部（カートリッジヒータ）27を加熱する。この加熱の際に、金型表面部の部位25aの温度を、一例として400～500℃未満となるように加熱部（カートリッジヒータ）27を制御する。

図3に示すST13の具体例は、図5及び図6に示される。

図5において、窒素ガス導入部50の窒素用開閉弁53を開状態に切換える。窒素用開閉弁53を開状態に切換えることで、窒素ガスポンプ52内の窒素ガスを窒素導入流路51に流す。これにより、窒素ガスポンプ52内の窒素ガスを窒素導入流路51を介して金型表面25で形成したキャビティ内に導入する。

前述したように、金型表面25の部位25aは、加熱部（カートリッジヒータ）27で一例として400～500℃未満に加熱されている。これにより、図

6に示すように、離型層40の表面のマグネシウムと窒素ガスとが反応して、この部位25aの表面に窒化マグネシウム (Mg_3N_2) 42が生成される。

ここで、離型剤に含むマグネシウムの含有量を2～20重量%に設定した理由を説明する。マグネシウムの含有量が2重量%未満になると、窒素ガスとの反応が乏しくなる。反応を良好におこなうためには、金型表面25の部位25aを500℃以上に加熱する必要がある、加熱時間が長くなる。このため、鑄造工程のサイクルタイムが長くなり生産性が低下する。そこで、マグネシウムの含有量を2重量%以上に設定することで、金型表面25の部位25aの加熱温度を低く抑え、鑄造工程のサイクルタイムを短くして生産性を高めるようにした。なお、マグネシウムの含有量を5重量%以上に設定することで、上記効果をより高めることができる。

マグネシウムの含有量が20重量%を越えると、マグネシウムに窒素ガスを反応させて窒化マグネシウムを生成する際に過剰の反応熱が発生することが考えられる。このため、雰囲気が700℃以上になり金型の耐久性が低下する虞がある。そこで、マグネシウムの含有量を20重量%以下に設定することで、反応熱を抑え金型の耐久性を高めるようにした。なお、マグネシウムの含有量を10重量%以下に設定することで、上記効果をより高めることができる。

このように、離型剤に含むマグネシウムの含有量を2～20重量%に設定することにより、金型表面25の部位25aを、加熱部（カートリッジヒータ）27で一例として400～500℃未満）に加熱することで、離型層40を加熱して窒化マグネシウム42を生成しやすくすることができる。このため、窒化マグネシウム42を効率よく生成することができる。

加熱温度を400～500℃未満に設定することで、雰囲気を700℃以下に抑えることができるので、鑄造金型22の耐久性を維持することができる。そして、金型表面25の部位25aに窒化マグネシウム42を生成させた後、図5に示す窒素用開閉弁53を閉状態に切換える。

図4及び図6で説明したように、窒化マグネシウム42を生成する際、先ず、マグネシウムを含有する離型剤を、金型表面25の部位25aに塗布して離型層40を形成する。次に、金型表面25で形成したキャビティに窒素ガスを導入す

る。離型層 40 の表面のマグネシウムが窒素ガスに反応して、金型表面 25 の部位 25 a に窒化マグネシウム 42 を生成する。これにより、離型層 40 に含有した全てのマグネシウムのうち、離型層 40 の表面に露出したマグネシウムだけに窒素ガスを反応させることができる。このため、窒化マグネシウム 42 の生成時間を短くすることができる。加えて、離型層 40 の表面に露出したマグネシウムだけに窒素ガスを反応させて窒化マグネシウム 42 を生成すればよいので、窒素ガスの使用量を少なくすることができる。

ここで、金型表面 25 の部位 25 a にマグネシウムを付着させる方法として、マグネシウムを加熱することにより昇華し、昇華した気体状のマグネシウムをキャビティ内に導入することにより、気体状のマグネシウムを金型表面 25 の部位 25 a に析出させるという方法も考えられる。

しかし、この方法を採用するためには、マグネシウムを昇華させるための加熱手段を必要とし、加えて昇華した気体状のマグネシウムを、例えば不活性ガスでキャビティ内に導くためにガス導入手段を必要とする。このため、設備費が嵩み、 casting 品のコストを抑える妨げになる。

そこで、マグネシウムを含有した離型剤を金型表面 25 の部位 25 a に塗布することにした。これにより、マグネシウムを昇華するための加熱手段や、気体状のマグネシウムをキャビティに導入するガス導入手段を不要にすることができる。加えて、 casting 工程後に casting 金型 22 から casting 物を離型するために、金型表面 25 に離型剤を塗布することは一般的な作業工程であり、この塗布工程を利用してマグネシウムを金型表面 25 の部位 25 a に塗布することができるので、金型表面 25 の部位 25 a にマグネシウムを塗布するための工程を新たに加える必要はない。このため、 casting 工程の簡素化を図ることができる。

図 7 A ～ 図 8 B は、図 3 に示した S T 14 を示している。

図 7 A において、 casting 装置本体 21 のほぞ 37 を操作して湯口 36 を開口させることにより、注湯槽 38 内のアルミニウム溶湯 39 を湯口 36 及び湯路 34 を通して、金型表面 25 で形成したキャビティに矢印の如く供給する。

ここで、離型剤として水性の離型剤を使用することも考えられるが、水性の離型剤を使用すると、離型剤に含まれるマグネシウムが離型剤の水分（酸素）と

反応して酸化マグネシウムになる。従って、この後にキャビティ内に窒素ガスを導入しても窒化マグネシウムが生成されず、アルミニウム溶湯 3 9 の表面を還元することはできない。

そこで、離型剤を油性の離型剤とした。油性の離型剤を使用することで、マグネシウムと水（酸素）との反応を防止するようにした。これにより、キャビティ内に窒素ガスを導入することで窒化マグネシウムを生成し、この窒化マグネシウムでアルミニウム溶湯 3 9 の表面を還元してアルミニウム溶湯 3 9 の流動性を好適に保つことが可能になる。

アルミニウム溶湯 3 9 は、粘性流体の一種であるから流路断面積が大きいときには湯回り性を好適に保ちやすく、流路断面積が小さいときや流路断面の縦寸法又はよこ寸法が小さいときには湯回り性が悪くなる。キャビティには湯回り性の悪い部位がどうしても存在する。

このため、広い空間を形成する金型表面 2 5 の部位（湯回り性が良好な部位）2 5 b においては、万が一アルミニウム溶湯 3 9 の表面 3 9 a に酸化物 3 9 b（図 7 B 参照）が発生していても、アルミニウム溶湯 3 9 を円滑に流すことができる。

一方、狭い空間を形成する金型表面 2 5 の部位（すなわち、湯回り性を良好に確保することが難しい部位）2 5 a においてはアルミニウム溶湯 3 9 は比較的流程難いので、アルミニウム表面 3 9 a に酸化物 3 9 b が発生していると、アルミニウム溶湯 3 9 を円滑に流すことが難しい。

そこで、狭い空間を形成する金型表面 2 5 の部位 2 5 a に、窒化マグネシウム 4 2 を生成させ、この窒化マグネシウム 4 2 でアルミニウム溶湯 3 9 の酸化物 3 9 b を還元することにした。この作用を図 7 B で説明する。

図 7 B において、キャビティ内に供給したアルミニウム溶湯 3 9 が、金型表面 2 5 の部位 2 5 a まで到達すると、アルミニウム溶湯 3 9 の表面 3 9 a が、窒化マグネシウム 4 2 に接触する。このアルミニウム溶湯 3 9 の表面 3 9 a には酸化物 3 9 b が発生している可能性があるが、万が一酸化物 3 9 b が発生していても、酸化物 3 9 b が窒化マグネシウム 4 2 と反応して酸化物 3 9 b から酸素を取り除くことができる。これにより、アルミニウム溶湯 3 9 の表面 3 9 a に酸化皮膜が発生することを防いで、アルミニウム溶湯 3 9 の表面張力が増大することを

抑えることができる。従って、金型表面 25 の部位 25 a において、アルミニウム溶湯 39 の湯廻り性を好適に保つことができる。

図 8 A において、注湯槽 38 からアルミニウム溶湯 39 をキャビティ側に所定量供給した後、ほぼ 37 で湯口 36 を閉じる。この状態で、プランジャ 35 をキャビティに向けて押出すことにより、アルミニウム溶湯 39 をキャビティ内に充填する。

図 8 B において、鑄造金型 22 を型開きすることにより、アルミニウム溶湯 39 (図 8 B を参照) が凝固して得たアルミニウム鑄造品 39 c を取り出す。アルミニウム鑄造品 39 c は、注湯の際に湯廻り性を好適に保つことができるので、品質をより優れたものとすることができる。このアルミニウム鑄造品 39 c を加工して図 1 に示すブレーキディスク 10 を得る。

以下、第 2 ～ 第 4 実施例について説明する。なお、第 2 ～ 第 4 実施例において第 1 実施例と同一の部材については同一の符号を付してその説明を省略する。

先ず、第 2 実施例の鑄造方法について、図 9 ～ 図 12 に基づいて説明する。

図 9 は、第 2 実施例に係るアルミニウム鑄造方法を実施するためのアルミニウム鑄造装置の概略を示している。

アルミニウム鑄造装置 80 は、鑄造金型 82 を備えた鑄造装置本体 81 と、鑄造金型 82 の金型表面 87 で形成されるキャビティ内に窒素 (N_2) ガスを導入する窒素ガス導入部 50 とを備える。鑄造金型 82 は、固定型 83、可動型 84 及び中子 85 で構成される。金型表面 87 は、固定型 83、可動型 84 及び中子 85 に形成した表面である。

鑄造装置本体 81 は、固定板 91 が取付け取付けられたベース 90 を有する。前記固定型 83 は固定板 91 に取付けられる。可動板 92 はベース 90 に移動自在に取付けられる。可動型 84 は可動板 92 に取付けられる。可動板 92 はベース 90 に設けられた移動部材 93 により移動される。ベース 90 に鑄造金型 82 の中子 85 は、昇降部材 94 で昇降自在にベース 90 に取付けられる。可動型 84 にはキャビティに開口する湯路 95 が形成される。該湯路 95 に対して鉛直方向に湯口 96 が形成される。アルミニウム溶湯 39 を蓄える注湯槽 97 は湯口 96 の上方に配置される。鑄造金型 82 の上端にはガス抜きや押湯用の開口 98 が

形成される。

図9においては、鑄造装置本体81の理解を容易にするために湯口96及び開口98をキャビティに対して大きく図示しているが、現実の湯口96及び開口98はキャビティに対して十分に小さく、鑄造金型82を型締めするとキャビティは殆ど密閉状態を維持することができる。

このアルミニウム鑄造装置80によれば、可動板92を移動部材93で矢印の方向に移動することにより可動型84を型締め位置（図に示す位置）と型開き位置とに移動することができる。昇降部材94で中子85を矢印の方向に移動することにより中子85を型締め位置（図に示す位置）と型開き位置とに移動することができる。

可動型84及び中子85を型締め位置に静止させることで、固定型83、可動型84及び中子85の金型表面87でキャビティを形成する。このキャビティにアルミニウム溶湯39を供給してキャビティ内でアルミニウム鑄物を鑄造する。

上記第2実施例の鑄造装置本体81は、大気圧下で自重を利用してアルミニウム溶湯39をキャビティ内に流し込む構成にしたもので、この点で第1実施例の鑄造装置本体21と異なる。

キャビティを形成する金型表面87のうち、シリンダブロックのシリンダ部（薄肉部）に相当する部位87aに沿って、すなわち固定型83の左下部及び中子85の外周に加熱部（カートリッジヒータ）88が配置されるよう鑄造金型82に埋設される。これにより、金型表面87の部位87aを所定温度（一例として、400～500℃未満）に加熱することができる。

金型表面87の部位87aは、金型表面87のうちで、比較的湯回り性を良好に確保することが難しい部位である。

次に、本発明に係る第2実施例の鑄造方法をアルミニウム鑄造装置80で実施する例について図3及び図9～図12Bに基づいて説明する。

先ず、図3に示したフローチャートのST10の工程を説明する。

図9に示す鑄造金型82の可動型84を移動することにより、鑄造金型82を型開きし、固定型83、可動型84及び中子85の金型表面87の部位87a

に離型剤を塗布する。

図10A及び図10Bは、図3に示した鑄造方法のST11～ST13に対応する具体例を示す。

図10Aにおいて、金型表面87の部位87aに離型剤を塗布することで、部位87aに離型層100を形成した後、鑄造金型82を型締して金型表面87でキャビティを形成する。金型表面87の部位87aに塗布する離型剤は、粉末状のマグネシウムを2～20重量%含有させた油性の離型剤である。マグネシウムの含有量は5～10重量%であることがより好ましい。マグネシウムの含有量を2～20重量%、好ましくは5～10重量%に設定した理由は、第1実施形態と同じ理由なので説明を省略する。

金型表面87の部位87aに離型層100を形成した後、加熱部（カートリッジヒータ）88を加熱する。このとき、金型表面87の部位87aの温度を、一例として400～500℃未満になるように加熱部（カートリッジヒータ）88を制御する。

図10Bにおいて、図9に示す窒素ガス導入部50の窒素ガス用開閉弁53を開状態に切換える。窒素ガス用開閉弁53を開状態に切換えることで、窒素ガスポンプ52内の窒素ガスを窒素ガス導入流路51に流す。これにより、窒素ガスポンプ52内の窒素ガスを窒素ガス導入流路51を介して金型表面87で形成したキャビティ内に導入する。

ここで、金型表面87の部位87aは、加熱部（カートリッジヒータ）88で、一例として400～500℃未満に加熱されている。これにより、離型層100の表面のマグネシウムと窒素ガスとが反応して、この部位87aの表面に窒化マグネシウム（ Mg_3N_2 ）102が生成される。

前述したように、離型剤に含むマグネシウムの含有量を2～20重量%に設定することにより、金型表面87の部位87aを、加熱部（カートリッジヒータ）88で、一例として400～500℃未満まで加熱することで、離型層100を加熱して窒化マグネシウム102を生成しやすくすることができる。このため、窒化マグネシウム102を効率よく生成することができる。400～500℃未満に加熱することで、雰囲気圧を700℃以下に抑えることができるので、鑄造金

型 8 2 の耐久性を維持することができる。

金型表面 2 5 の部位 8 7 a に窒化マグネシウム 1 0 2 を生成させた後は、図 9 に示す窒素ガス用開閉弁 5 3 を閉状態に切換える。

図 1 0 A 及び図 1 0 B で説明したように、窒化マグネシウム 1 0 2 を生成する際、先ず、マグネシウムを含有する離型剤を金型表面 8 7 の部位 8 7 a に塗布し、次にキャビティに窒素ガスを導入する。離型層 1 0 0 の表面のマグネシウムが窒素ガスに反応して窒化マグネシウム 1 0 2 を生成する。これにより、離型層 1 0 0 に含有した全てのマグネシウムのうち、離型層 1 0 0 の表面に露出したマグネシウムだけに窒素ガスを反応させることができる。このため、窒化マグネシウム 1 0 2 の生成時間を短くすることができる。更に、離型層 1 0 0 の表面に露出したマグネシウムだけに窒素ガスを反応させて窒化マグネシウム 1 0 2 を生成すればよいので、窒素ガスの使用量を少なくすることができる。

ここで、金型表面 8 7 の部位 8 7 a にマグネシウムを付着させる方法として、マグネシウムを加熱することにより昇華し、昇華した気体状のマグネシウムをキャビティ内に導入することにより、気体状のマグネシウムを部位 8 7 a に析出させるという方法も考えられる。

しかし、この方法を採用するためには、マグネシウムを昇華させるための加熱手段を必要とし、加えて昇華した気体状のマグネシウムを、例えば不活性ガスでキャビティ内に導くためにガス導入手段を必要とする。このため、設備費が嵩み、鑄造品のコストを抑える妨げになる。

そこで、マグネシウムを含有する離型剤を金型表面 8 7 の部位 8 7 a に塗布することにした。これにより、マグネシウムを昇華するための加熱手段や、気体状のマグネシウムをキャビティに導入するガス導入手段を不要にすることができる。

更に、鑄造工程後に鑄造金型 8 2 から鑄物を離型するために、金型表面 8 7 に離型剤を塗布することは一般的な作業工程であり、この塗布工程を利用してマグネシウムを金型表面 8 7 の部位 8 7 a に塗布することができるので、金型表面 8 7 の部位 8 7 a にマグネシウムを塗布するための工程を新たに加える必要はない。このため、鑄造工程の簡素化を図ることができる。

次に、図 3 に示した S T 1 4 の工程の具体例について、図 1 1 A ~ 図 1 2 B に基づいて説明する。

図 1 1 A において、鑄造装置本体 8 1 の注湯槽 9 7 を傾けることにより、注湯槽 9 7 のアルミニウム溶湯 3 9 を湯口 9 6 及び湯路 9 5 を通してキャビティに矢印の如く供給する。

ここで、第 1 実施例と同様に、離型剤を油性の離型剤とした。油性の離型剤を使用することで、マグネシウムと水（酸素）との反応を防止するようにした。これにより、キャビティ内に窒素ガスを導入することで窒化マグネシウムを生成し、この窒化マグネシウムでアルミニウム溶湯 3 9 の表面を還元してアルミニウム溶湯 3 9 の流動性を好適に保つことが可能になる。

アルミニウム溶湯 3 9 は、第 1 実施例で説明したように粘性流体の一種であるから流路断面積が大きいときには湯回り性を好適に保ちやすく、流路断面積が小さいときや流路断面の縦寸法又は横寸法が小さいときには湯回り性が悪くなる。キャビティには湯回り性の悪い部位がどうしても存在する。

このため、広い空間を形成する金型表面 8 7 の部位（湯回り性が良好な部位）8 7 b においては、図 1 1 B に示すように、万が一アルミニウム溶湯 3 9 の表面 3 9 a に酸化物 3 9 b が発生していても、アルミニウム溶湯 3 9 を円滑に流すことができる。

一方、狭い空間を形成する金型表面 8 7 の部位（すなわち、湯回り性を良好に確保することが難しい部位）8 7 a においてはアルミニウム溶湯 3 9 は比較的流れ難いので、アルミニウム表面 3 9 a に酸化物 3 9 b（図 1 1 B 参照）が発生していると、アルミニウム溶湯 3 9 を円滑に流すことが難しい。

そこで、狭い空間を形成する金型表面 8 7 の部位 8 7 a においては、部位 8 7 a に窒化マグネシウム 1 0 3 を生成させ、この窒化マグネシウム 1 0 3 でアルミニウム溶湯 3 9 の酸化物 3 9 b を還元することにした。この作用を図 1 1 B に基づいて説明する。

図 1 1 B において、キャビティ内に供給したアルミニウム溶湯 3 9 が、金型表面 8 7 の部位 8 7 a まで到達すると、アルミニウム溶湯 3 9 の表面 3 9 a が、窒化マグネシウム 1 0 2 に接触する。このアルミニウム溶湯 3 9 の表面 3 9 a に

は酸化物 3 9 b が発生している可能性があるが、万が一酸化物 3 9 b が発生していても、酸化物 3 9 b が窒化マグネシウム 1 0 2 と反応して酸化物 3 9 b から酸素が取り除かれる。これにより、アルミニウム溶湯 3 9 の表面 3 9 a に酸化皮膜が発生することを防いで、アルミニウム溶湯 3 9 の表面張力が増大することを抑えることができる。従って、金型表面 8 7 の部位 8 7 a において、アルミニウム溶湯 3 9 の湯廻り性を好適に保つことができる。

図 1 2 A において、注湯槽 9 7 からアルミニウム溶湯 3 9 をキャビティに所定量供給した後、注湯槽 9 7 を水平に戻す。アルミニウム溶湯 3 9 が凝固した後、昇降部材 9 4 で中子 8 5 を矢印①の如く引き下げ、移動部材 9 3 で可動型 8 4 を矢印②の如く移動することにより、鑄造金型 8 2 を型開きする。

図 1 2 B に示すように、鑄造金型 8 2 を型開きすることにより、アルミニウム溶湯 3 9 (図 1 2 A 参照) が凝固して得たアルミニウム鑄造品 1 0 5 を取り出す。アルミニウム鑄造品 1 0 5 は、注湯の際に湯廻り性を好適に保つことができるので、品質をより優れたものとすることができる。このアルミニウム鑄造品 1 0 5 から非製品部 1 0 5 a 及び非製品部 1 0 5 b を除去した後、製品部を加工してエンジンのシリンダブロックを得る。

次に、本発明の第 3 実施例の鑄造方法について、図 1 3 ～図 1 9 B に基づいて説明する。

図 1 3 は、第 3 実施例に係るアルミニウム鑄造方法を実施するためのアルミニウム鑄造装置の概略を示している。

図 1 3 を参照するに、アルミニウム鑄造装置 1 2 0 は、鑄造金型 1 2 2 を備えた鑄造装置本体 1 2 1 と、鑄造金型 1 2 2 の金型表面 2 5 で形成したキャビティ内に窒素 (N_2) ガスを導入する窒素ガス導入部 1 3 0 とを備える。金型表面 2 5 は、第 1 実施形態と同様に固定型 2 3 及び可動型 2 4 に形成した表面である。

第 3 実施例の鑄造装置本体 1 2 1 は、第 1 実施例の鑄造金型 2 2 から加熱部 2 7 を取除いた構造をし、その他の構成は第 1 実施例で示した鑄造装置本体 2 1 と同様である。また、窒素ガス導入部 1 3 0 は、第 1 実施例の窒素ガス導入部 5 0 の窒素ガス導入流路 5 1 の途中に加熱部 (ヒータ) 1 3 1 を備えたもので、その他の構成は窒素ガス導入部 5 0 と同様である。

窒素ガス導入部 130 によれば、加熱部（ヒータ）131 を備えることで、窒素ガス導入流路 51 を流れる窒素ガスを所定温度（一例として、400～500℃未満）に加熱することができる。

図 14 は、第 3 実施例のアルミニウム鑄造方法を説明するフローチャートを示している。

ST20： 鑄造金型を型開きした状態で、キャビティを形成する金型表面にマグネシウムを含有した離型剤を塗布する。

ST21： 鑄造金型を型締めすることにより、離型剤を塗布した金型表面でキャビティを形成する。

ST22： 加熱した窒素ガスをキャビティ内に導入し、この窒素ガスをマグネシウムに反応させることにより金型表面に窒化マグネシウムを生成する。

ST23： この窒化マグネシウムを生成させたキャビティ内に、アルミニウム溶湯を供給してアルミニウム溶湯の表面を窒化マグネシウムで還元させながらキャビティ内でアルミニウム製の鑄物を鑄造する。

以下、図 14 に示した第 3 実施例に係るアルミニウム鑄造方法の ST20～ST23 の工程について、図 15～図 19B に基づいて具体的に説明する。

先ず、ST20 において、図 13 に示す鑄造金型 122 の可動型 24 を矢印の如く移動することにより、鑄造金型 22 を型開きする。次に、固定型 23 及び可動型 24 のそれぞれの金型表面 25（鑄物の薄肉部に相当する部位 25a 及び鑄物のその他の部位 25b）に離型剤を塗布する。

図 15 は、図 14 に示した ST20 及び ST21 の具体例を示している。

金型表面 25 に離型剤を塗布することにより離型層 135 を形成した後、鑄造金型 122 を型締めしてそれぞれの金型表面 25 でキャビティを形成する。

金型表面 25 に塗布する離型剤は、粉末状のマグネシウムを 2～20 重量% 含有させた油性の離型剤である。マグネシウムの含有量は 5～10 重量% であることがより好ましい。マグネシウムの含有量を 2～20 重量%、好ましくは 5～10 重量% に設定した理由は、第 1 実施例の理由と同じであり説明を省略する。

図 16 及び図 17 は、図 14 に示した ST22 の具体例を示している。

図 16 に示すように、窒素ガス導入部 130 の加熱部 131 を加熱状態にす

る。この状態で、窒素ガス用開閉弁 5 3 を開状態に切換える。窒素ガス用開閉弁 5 3 を開状態に切換えることで、窒素ガスポンプ 5 2 内の窒素ガスを窒素ガス導入流路 5 1 に流す。これにより、窒素ガス導入流路 5 1 内の窒素ガスを加熱部 1 3 1 で加熱し、加熱された窒素ガスは窒素ガス導入流路 5 1 を介してキャビティ内に導入される。

このように、窒素ガスを加熱部 1 3 1 で単独で個別に加熱することで、窒素ガス導入流路 5 1 を流れる窒素ガスを効率よく所定温度（一例として、400～500℃未満）に加熱することができる。

図 1 7 に示すように、キャビティ内に導入された窒素ガスは、所定温度（一例として、400～500℃未満）に加熱されている。これにより、離型層 1 3 5 の表面のマグネシウムと窒素ガスとが反応して、離型層 1 3 5 の表面に窒化マグネシウム (Mg_3N_2) 1 3 6 を生成する。

ここで前述したように、離型剤に含むマグネシウムの含有量を 2～20 重量％に設定することにより、窒素ガスを、図 1 6 に示す加熱部 1 3 1 で、一例として 400～500℃未満に加熱することで、離型層 1 3 5 を加熱して窒化マグネシウム 1 3 6 を生成しやすくすることができる。このため、窒化マグネシウム 1 3 6 を効率よく生成することができる。更に、400～500℃未満に加熱することで、雰囲気を 700℃以下に抑えることができるので、鑄造金型 1 2 2 の耐久性を維持することができる。そして、離型層 1 3 5 の表面に窒化マグネシウム 1 3 6 を生成させた後、図 1 6 に示す窒素ガス用開閉弁 5 3 を閉状態に切換える。

図 1 5 及び図 1 7 で説明したように、窒化マグネシウム 1 3 6 を生成する際、まず、マグネシウムを含有した離型剤を金型表面 2 5 に塗布し、次にキャビティに窒素ガスを導入する。離型層 1 3 5 の表面のマグネシウムが窒素ガスに反応して窒化マグネシウム 1 3 6 を生成する。これにより、離型層 1 3 5 に含有する全てのマグネシウムのうち、離型層 1 3 5 の表面に露出したマグネシウムだけに窒素ガスを反応させることができる。このため、窒化マグネシウム 1 3 6 の生成時間を短くすることができる。更に、離型層 1 3 5 の表面に露出したマグネシウムだけに窒素ガスを反応させて窒化マグネシウム 1 3 6 を生成すればよいので、窒素ガスの使用量を少なくすることができる。

- 22 -

ここで、金型表面 2 5 にマグネシウムを付着させる方法として、マグネシウムを加熱することにより昇華し、昇華した気体状のマグネシウムをキャビティ内に導入することにより、気体状のマグネシウムを金型表面 2 5 に析出させるという方法も考えられる。

しかし、この方法を採用するためには、マグネシウムを昇華させるための加熱手段を必要とし、加えて昇華した気体状のマグネシウムを、例えば不活性ガスでキャビティ内に導くためにガス導入手段を必要とする。このため、設備費が嵩み、鑄造品のコストを抑える妨げになる。

そこで、マグネシウムを含有した離型剤を金型表面 2 5 に塗布するようにした。これにより、マグネシウムを昇華するための加熱手段や、気体状のマグネシウムをキャビティに導入するガス導入手段を不要にすることができる。

更に、鑄造工程後に鑄造金型 1 2 2 から鑄物を離型するために、金型表面 2 5 に離型剤を塗布することは一般的な作業工程であり、この塗布工程を利用してマグネシウムを金型表面 2 5 に塗布することができるので、金型表面 2 5 にマグネシウムを塗布するための工程を新たに加える必要はない。このため、鑄造工程の簡素化を図ることができる。

図 1 8 A ～ 図 1 9 B は、図 1 4 に示したアルミニウム鑄造方法の S T 2 3 の具体例を示している。

図 1 8 A に示すように、鑄造装置本体 1 2 1 のほぞ 3 7 を操作して湯口 3 6 を開口させることにより、注湯槽 3 8 のアルミニウム溶湯 3 9 を湯口 3 6 及び湯路 3 4 を通してキャビティに矢印の如く供給する。

ここで、第 1 実施例と同様に、離型剤を油性の離型剤とした。油性の離型剤を使用することで、マグネシウムと水（酸素）との反応を防止するようにした。これにより、キャビティ内に窒素ガスを導入することで窒化マグネシウムを生成し、この窒化マグネシウムでアルミニウム溶湯 3 9 の表面を還元してアルミニウム溶湯 3 9 の流動性を好適に保つことが可能になる。

図 1 8 B において、キャビティ内に供給したアルミニウム溶湯 3 9 の表面 3 9 a が、窒化マグネシウム 1 3 6 に接触する。ここで、アルミニウム溶湯 3 9 の表面 3 9 a には酸化物 3 9 b が発生している可能性があるが、万が一酸化物 3 9

- 23 -

bが発生していても、酸化物39bが窒化マグネシウム136と反応して酸化物39bから酸素を取り除くことができる。これにより、アルミニウム溶湯39の表面39aに酸化皮膜が発生することを防いで、アルミニウム溶湯39の表面張力が増大することを抑えることができる。従って、アルミニウム溶湯39のキャビティへの湯廻り性を好適に保つことができる。

特に、狭い空間を形成する金型表面25の部位（すなわち、流動性を良好に確保することが難しい部位）25aにおいてはアルミニウム溶湯39は比較的流れ難いので、アルミニウム表面39aに酸化物39bが発生していると、アルミニウム溶湯39を円滑に流すことが難しい。このため、金型表面25の部位25aにおいて、湯回り性を良好に確保することができ、より高い効果を得ることができる。

図19Aにおいて、注湯槽38からアルミニウム溶湯39をキャビティ側に所定量供給した後、ほそ37で湯口36を閉じる。この状態で、プランジャ35をキャビティに向けて押出すことにより、アルミニウム溶湯39をキャビティ内に充填する。

次に、図19Bに示すように、鑄造金型122を型開きすることにより、アルミニウム溶湯39（図19A参照）が凝固して得たアルミニウム鑄造品39cを取り出す。アルミニウム鑄造品39cは、注湯の際に湯廻り性を好適に保つことができるので、品質をより優れたものとすることができる。このアルミニウム鑄造品39cを加工して図1に示すブレーキディスク10を得る。

次に、本発明の第4実施に係る鑄造方法について、図20～図23Bに基づいて説明する。

図20は、第4実施例に係るアルミニウム鑄造方法を実施するためのアルミニウム鑄造装置の概略を示している。

図20において、アルミニウム鑄造装置140は、鑄造金型142を有する鑄造装置本体141と、鑄造金型142の金型表面87で形成したキャビティ内に窒素（N₂）ガスを導入する窒素ガス導入部130とを備える。金型表面87は、第2実施例と同様に固定型83、可動型84及び中子85に形成した表面である。鑄造装置本体141は、第2実施例の鑄造金型142から加熱部88を取

除いた構成をしており、その他の構成については、第2実施例の鑄造装置本体81と同様である。

次に、第4実施例の鑄造方法をアルミニウム鑄造装置140で実施する例について図14及び図20～図23Bに基づいて説明する。

まず、図14に示すST20の工程について具体的に説明する。

図20に示す鑄造金型142の可動型84を移動することにより、鑄造金型142を型開きの状態にし、固定型83及び可動型84のそれぞれの金型表面87に離型剤を塗布する。

図21Aは、図14に示されたST21の工程を具体的に示し、図21Bは、図14に示されたST22の工程を具体的に示している。

図21Aに示すように、金型表面87（鑄物の薄肉部を成形する部位87a、鑄物のその他部位を成形する部位87b）に離型剤を塗布することで、金型表面87に離型層145を形成した後、鑄造金型142を型締して金型表面87でキャビティを形成する。

金型表面87に塗布した離型剤は、粉末状のマグネシウムを2～20重量%含有させた油性の離型剤である。マグネシウムの含有量は5～10重量%であることがより好ましい。マグネシウムの含有量を2～20重量%、好ましくは5～10重量%に設定した理由は、第1実施例と同じ理由でありその説明を省略する。

図20に示すように、窒素ガス導入部130の加熱部131を加熱状態にする。この状態で、窒素ガス用開閉弁53を開状態に切換える。窒素ガス用開閉弁53を開状態に切換えることで、窒素ガスポンプ52内の窒素ガスを窒素ガス導入流路51に流す。これにより、窒素ガス導入流路51内の窒素ガスを加熱部131で加熱し、加熱した窒素ガスを窒素ガス導入流路51を介して金型表面87で形成したキャビティ内に導入する。

このように、窒素ガスを加熱部131で単独で個別に加熱することで、窒素導入流路51を流れる窒素ガスを効率よく所定温度（一例として、400～500℃未満）に加熱することができる。

図21Bにおいて、キャビティ内に導入した窒素ガスは、所定温度（一例として、400～500℃未満）に加熱されている。これにより、離型層145の

- 25 -

表面のマグネシウムと窒素ガスとが反応して、離型層 145 の表面に窒化マグネシウム (Mg_3N_2) 146 を生成する。

前述したように、離型剤に含むマグネシウムの含有量を 2～20 重量%に設定することにより、窒素ガスを、図 20 に示す加熱部 131 で、一例として 400～500℃未満に加熱することで、離型層 145 を加熱して窒化マグネシウム 146 を生成しやすくすることができる。このため、窒化マグネシウム 146 を効率よく生成することができる。更に、400～500℃未満に加熱することで、雰囲気を 700℃以下に抑えることができるので、鑄造金型の耐久性を維持することができる。離型層 145 の表面に窒化マグネシウム 146 を生成させた後、図 20 に示す窒素ガス用開閉弁 53 を閉状態に切換える。

図 21 A 及び図 21 B で説明したように、窒化マグネシウム 146 を生成する際、先ず、マグネシウムを含有した離型剤を金型表面 87 に塗布し、次にキャビティに窒素ガスを導入する。離型層 145 の表面のマグネシウムが窒素ガスに反応して窒化マグネシウム 146 を生成する。これにより、離型層 145 に含有する全てのマグネシウムのうち、離型層 145 の表面に露出したマグネシウムだけに窒素ガスを反応させることができる。このため、窒化マグネシウム 146 の生成時間を短くすることができる。更に、離型層 145 の表面に露出したマグネシウムだけに窒素ガスを反応させて窒化マグネシウム 146 を生成すればよいので、窒素ガスの使用量を少なくすることができる。

ここで、金型表面 87 にマグネシウムを付着させる方法として、マグネシウムを加熱することにより昇華し、昇華した気体状のマグネシウムをキャビティ内に導入することにより金型表面 87 に析出させるという方法も考えられる。

しかし、この方法を採用するためには、マグネシウムを昇華させるための加熱手段を必要とし、加えて昇華した気体状のマグネシウムを、例えば不活性ガスでキャビティ内に導くためにガス導入手段を必要とする。このため、設備費が嵩み、鑄造品のコストを抑える妨げになる。

そこで、マグネシウムを含有した離型剤を金型表面 87 に塗布するようにした。これにより、マグネシウムを昇華するための加熱手段や、気体状のマグネシウムをキャビティに導入するガス導入手段を不要にすることができる。

- 26 -

更に、鑄造工程後に鑄造金型 1 4 2 から鑄物を離型するために、金型表面 8 7 に離型剤を塗布することは一般的な作業工程であり、この塗布工程を利用してマグネシウムを金型表面 8 7 に塗布することができるので、金型表面 8 7 にマグネシウムを塗布するための工程を新たに加える必要はない。このため、鑄造工程の簡素化を図ることができる。

図 2 2 A ～ 図 2 3 B は、図 1 4 に示した S T 2 3 の工程を具体的に示す。

図 2 2 A に示すように、鑄造装置本体 1 4 1 の注湯槽 9 7 を傾けることにより、注湯槽 9 7 のアルミニウム溶湯 3 9 を湯口 9 6 及び湯路 9 5 を通して金型表面 8 7 で形成したキャビティに矢印の如く供給する。

ここで、第 1 実施例と同様に、離型剤を油性の離型剤とした。油性の離型剤を使用することで、マグネシウムと水（酸素）との反応を防止するようにした。これにより、キャビティ内に窒素ガスを導入することで窒化マグネシウムを生成し、この窒化マグネシウムでアルミニウム溶湯 3 9 の表面を還元してアルミニウム溶湯 3 9 の流動性を好適に保つことが可能になる。

図 2 2 B において、キャビティ内に供給したアルミニウム溶湯 3 9 の表面 3 9 a が、窒化マグネシウム 1 4 6 に接触する。ここで、アルミニウム溶湯 3 9 の表面 3 9 a には酸化物 3 9 b が発生している可能性があるが、万が一酸化物 3 9 b が発生していても、酸化物 3 9 b が窒化マグネシウム 1 4 6 と反応して酸化物 3 9 b から酸素を取り除くことができる。これにより、アルミニウム溶湯 3 9 の表面 3 9 a に酸化皮膜が発生することを防いで、アルミニウム溶湯 3 9 の表面張力が増大することを抑えることができる。従って、アルミニウム溶湯 3 9 のキャビティへの湯廻り性を好適に保つことができる。

特に、狭い空間を形成する金型表面 8 7 のうちの部位（湯回り性を良好に確保することが難しい部位）8 7 a においてはアルミニウム溶湯 3 9 は比較的流れ難いので、アルミニウム表面 3 9 a に酸化物 3 9 b が発生していると、アルミニウム溶湯 3 9 を円滑に流すことが難しい。このため、金型表面 8 7 のうちの部位 8 7 a において、湯回り性を良好に保つことができ、より高い効果を得ることができる。

図 2 3 A において、注湯槽 9 7 からアルミニウム溶湯 3 9 をキャビティに所

- 27 -

定量供給した後、注湯槽 97 を水平に戻す。アルミニウム溶湯 39 が凝固した後、昇降部材 94 で中子 85 を矢印③の如く引き下げ、移動部材 93 で可動型 84 を矢印④の如く移動することにより、鑄造金型 142 を型開きする。

図 23B において、鑄造金型 142 を型開きすることにより、アルミニウム溶湯 39 (図 23A 参照) が凝固して得たアルミニウム鑄造品 105 を取り出す。アルミニウム鑄造品 105 は、注湯の際に湯廻り性を好適に保つことができるので、品質をより優れたものとすることができる。このアルミニウム鑄造品 105 から非製品部 105a 及び非製品部 105b を除去した後、製品部を加工してエンジンのシリンダブロックを得る。

前記第 1 及び第 2 実施例では、金型表面 25 の部位 25a や金型表面 87 の部位 87a に離型剤を塗布し、それぞれの部位 25a, 87a を加熱する例について説明したが、これに限らないで、金型表面 25, 87 の表面全域に離型剤を塗布することも可能である。この場合、金型表面 25, 87 全域を加熱してもよく、それぞれの部位 25a, 87a のみを加熱してもよい。

前述した実施例 s におけるアルミニウムの鑄造方法は、一例としてシリコン、ニッケル若しくは銅を含んだアルミニウム合金、又は純粋なアルミニウムに適用することが可能である。

産業上の利用可能性

金型表面に窒化マグネシウムを生成する際、あらかじめマグネシウムを含有する離型剤を金型表面に塗布する。その後キャビティ内に窒素ガスを導入して、離型剤の表面のマグネシウムと窒素ガスとを反応させて窒化マグネシウムを生成する。これにより、離型剤の表面に露出するマグネシウムのみが窒素ガスと反応するため、窒化マグネシウムの生成時間を短縮することができる他、窒素ガスの使用量を少なくすることができ、鑄造品の生産コストを抑えることができる。このため、例えばブレーキディスク及びシリンダブロックの製造に適し、特に、自動車業界において有用である。

- 28 -

請 求 の 範 囲

1. アルミニウム鑄造方法であって、

キャビティを形成する金型表面にマグネシウムを含有する離型剤を塗布する工程と；

上記離型剤を塗布した金型表面でキャビティを形成する工程と；

該キャビティ内に窒素ガスを導入し、この窒素ガスをマグネシウムに反応させることにより金型表面に窒化マグネシウムを生成させる工程と；

窒化マグネシウムが生成されたキャビティ内に、アルミニウム溶湯を供給してアルミニウム溶湯の表面を窒化マグネシウムで還元させながらキャビティ内でアルミニウム製の鑄物を鑄造する工程と；

からなるアルミニウム鑄造方法。

2. 請求の範囲 1 に記載の方法であって、

上記離型剤は、油性の離型剤であることを特徴とする。

3. 請求の範囲 1 に記載の方法であって、

上記離型剤に含まれるマグネシウムの含有量は、2～20重量%であることを特徴とする。

4. 請求の範囲 1 に記載の方法であって、

上記離型剤を塗布する部位は、前記金型表面のうち、少なくとも湯回り性の悪い部位であることを特徴とする。

図 1

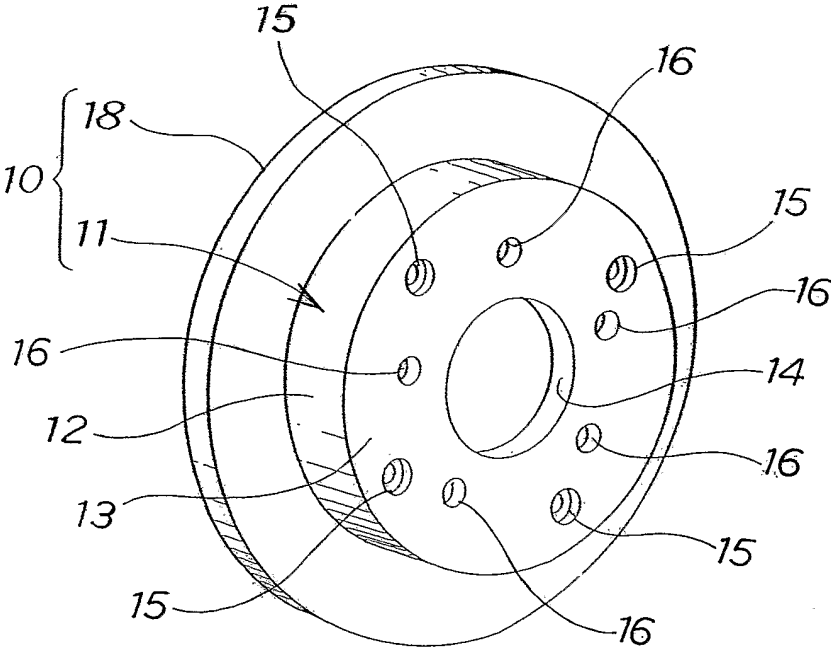
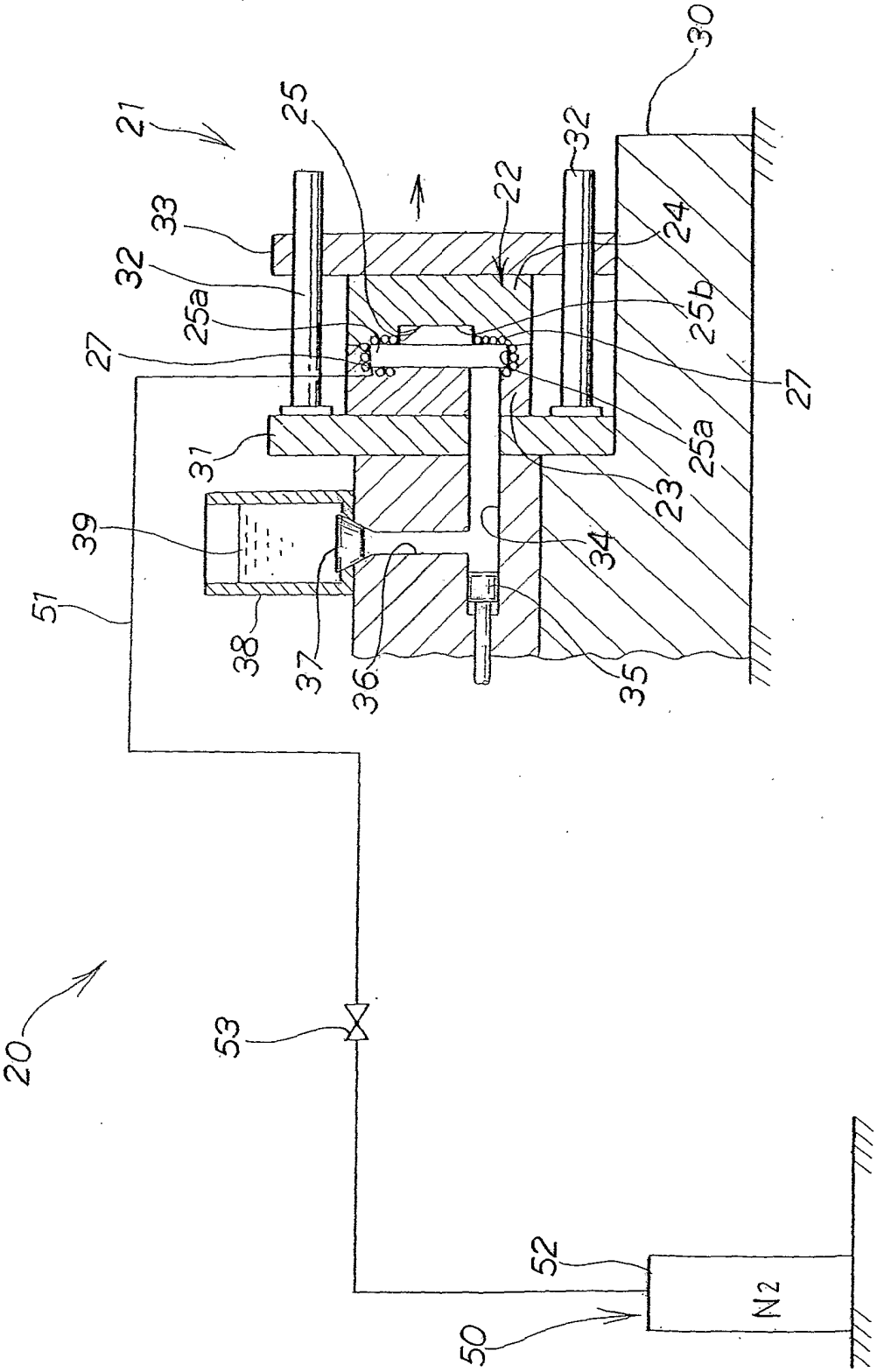


図 2



3/24

図 3

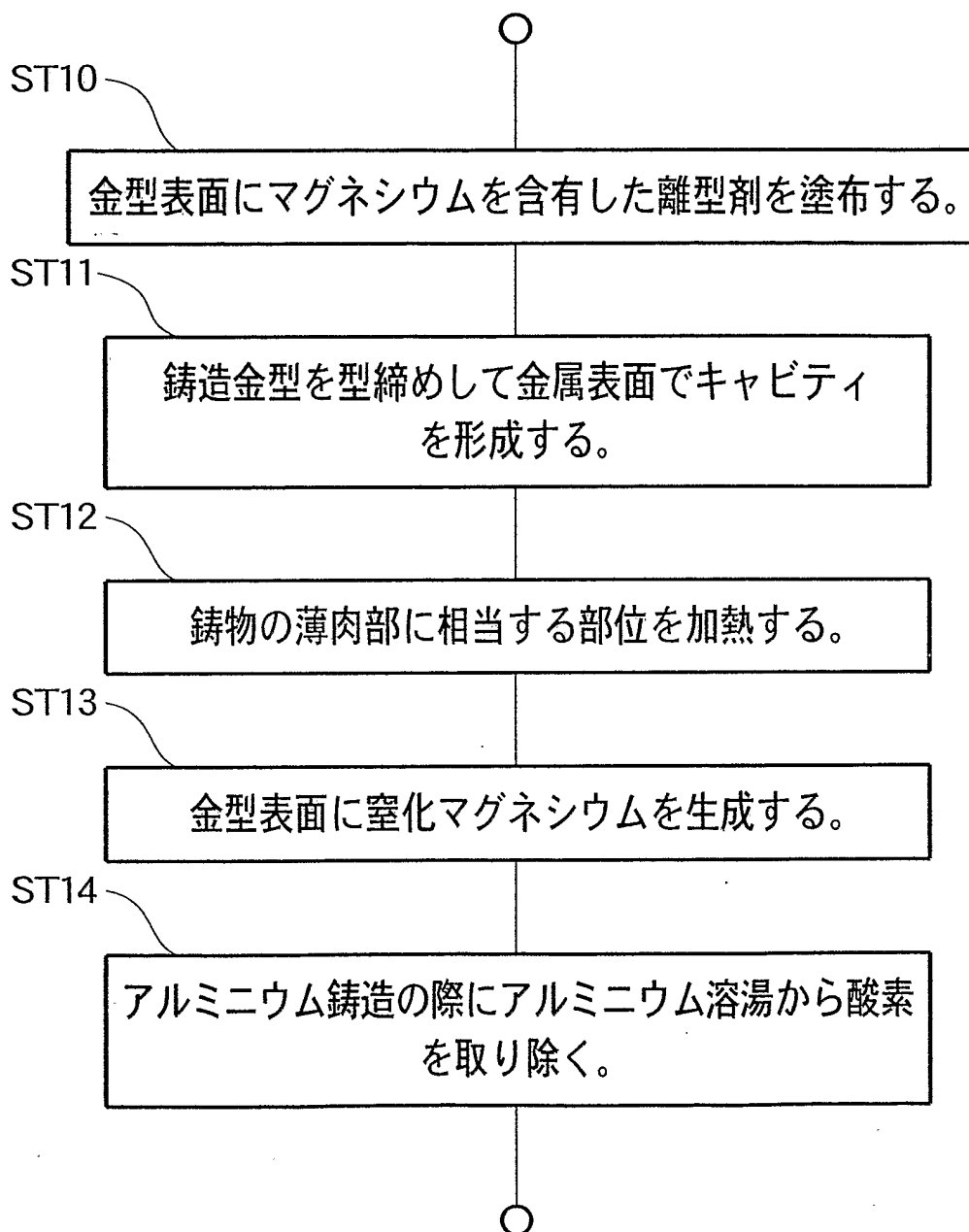
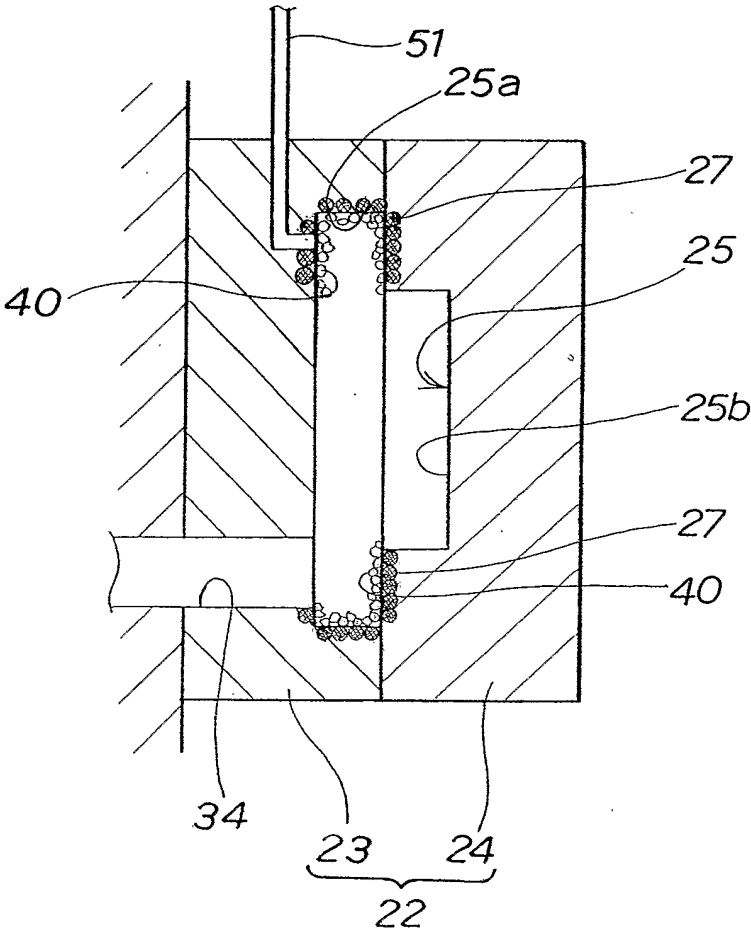
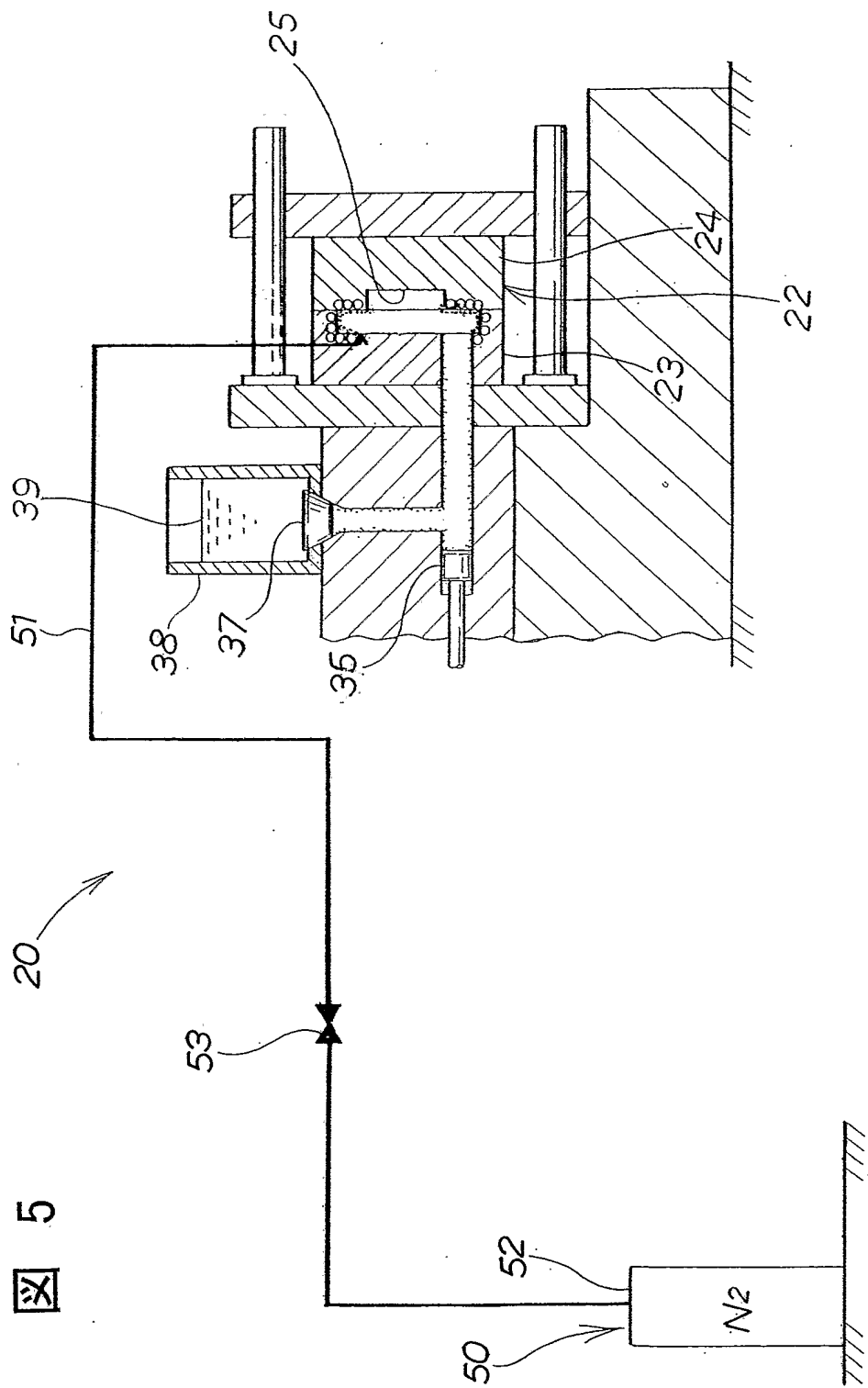


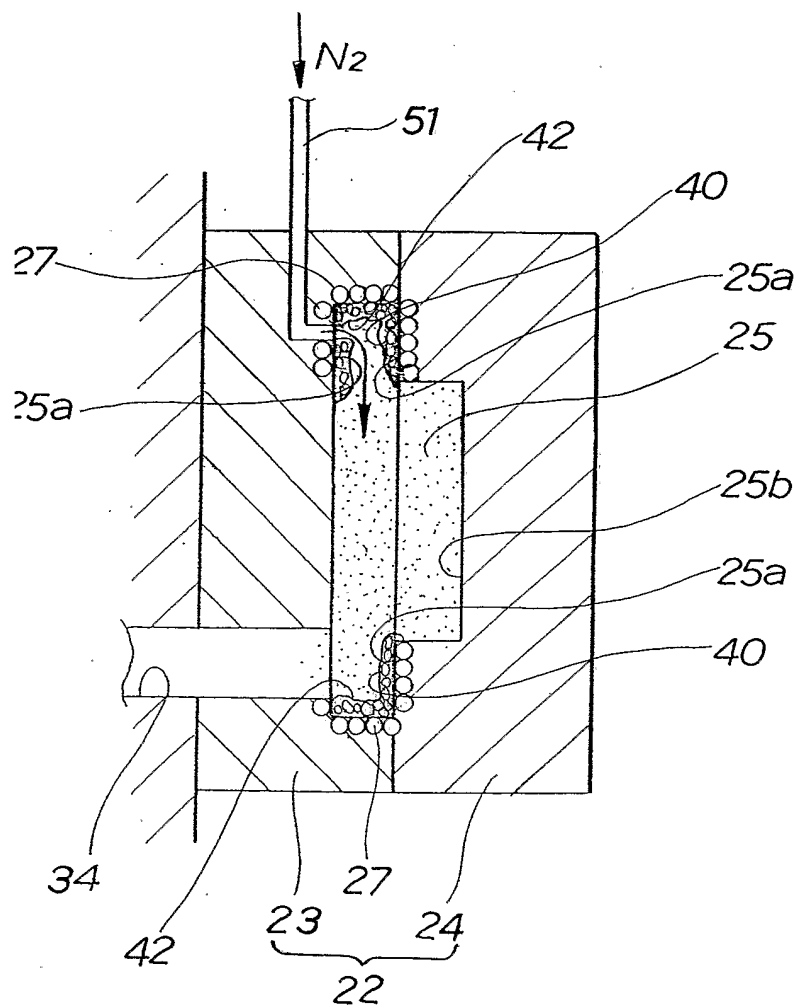
図 4





6/24

図 6



8/24

図 8 A

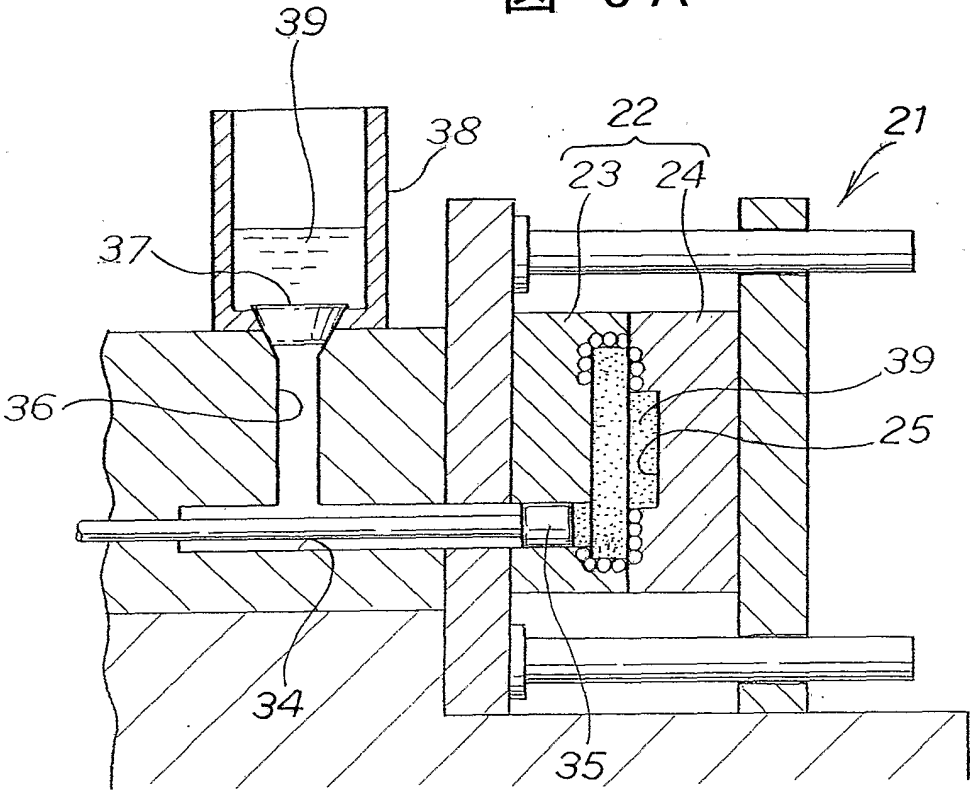


図 8 B

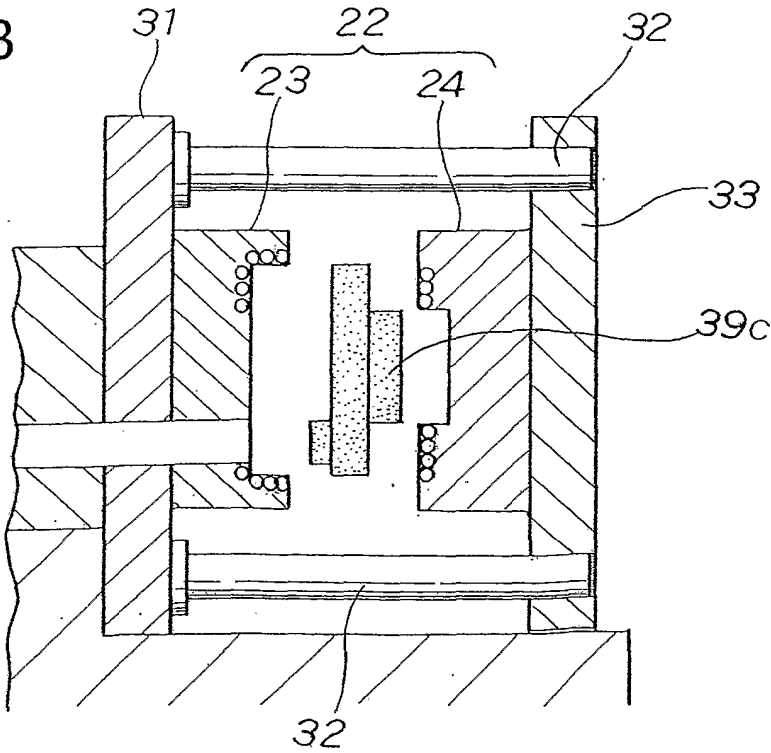


図 9

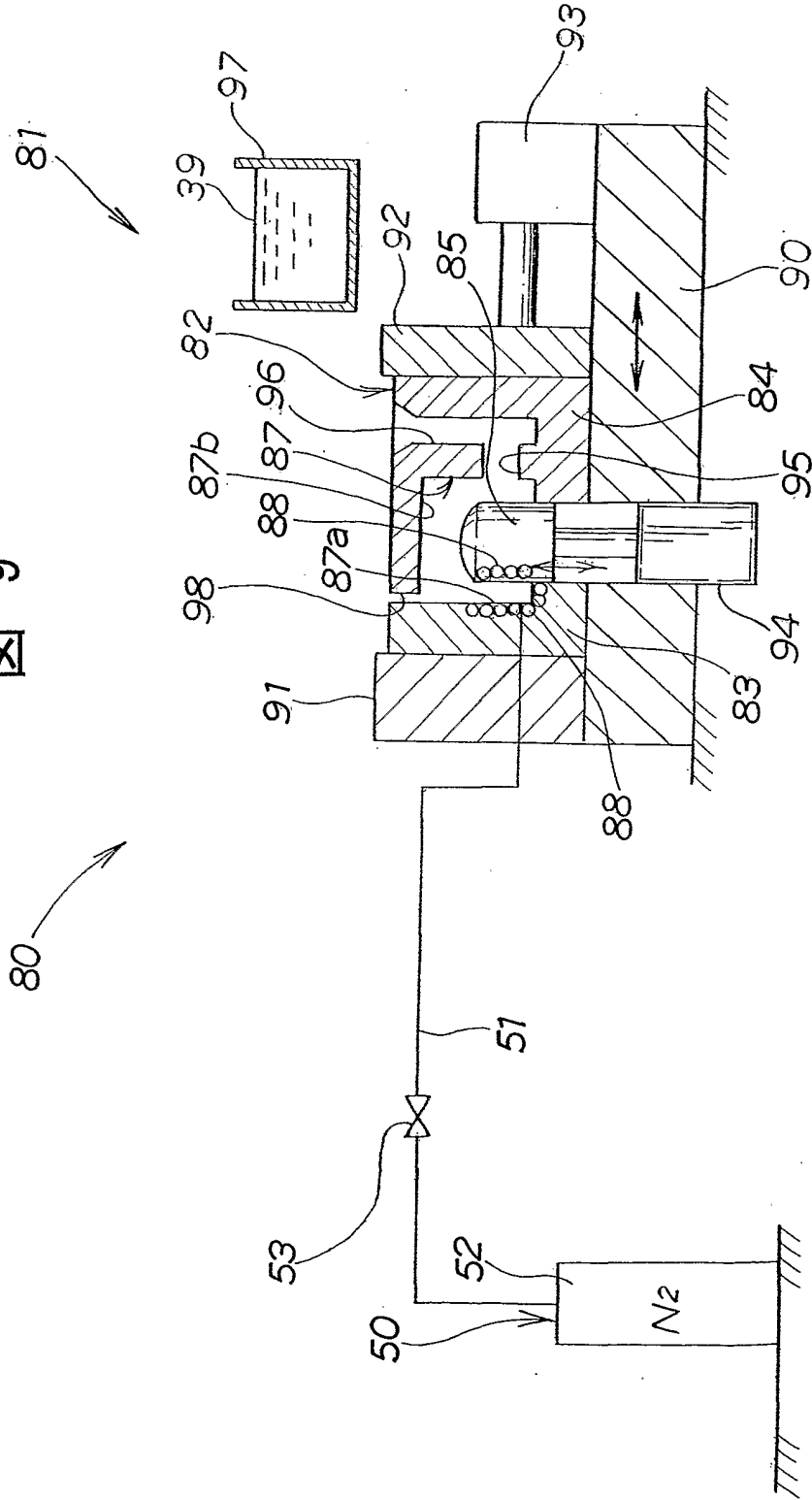


図 11 A

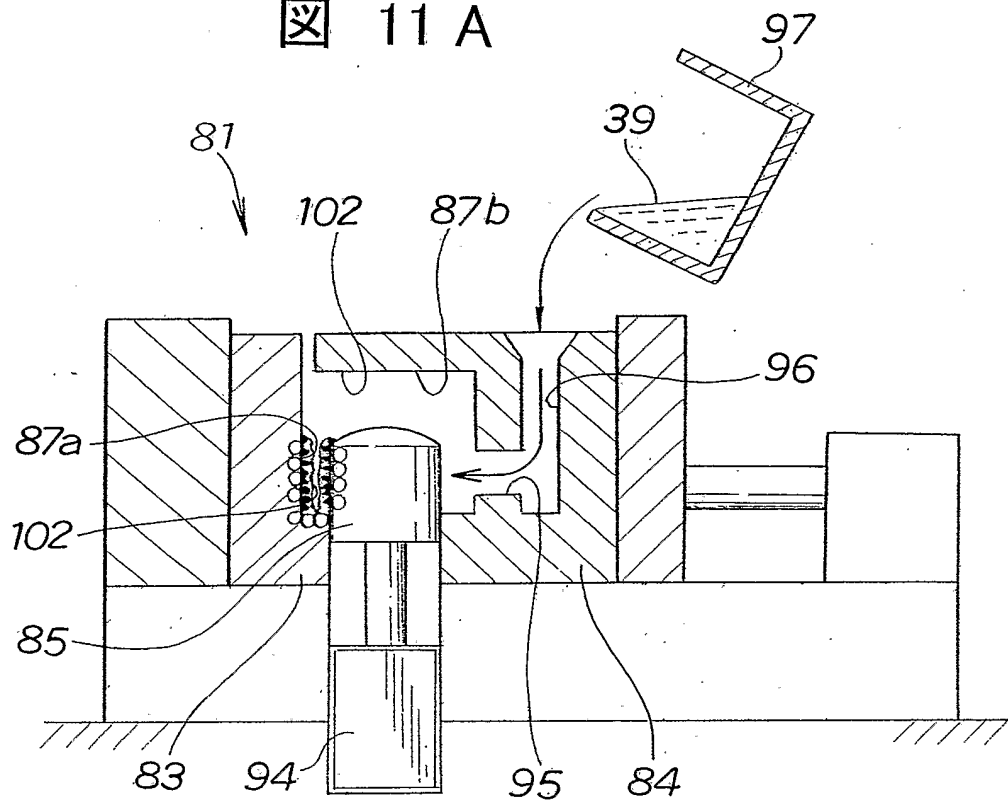
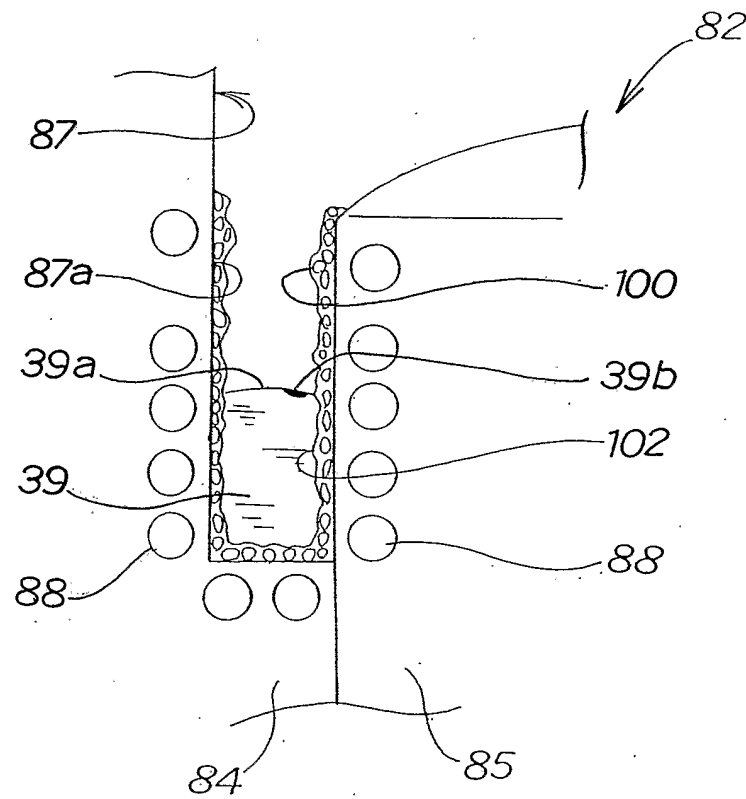


図 11 B



12/24

図 12 A

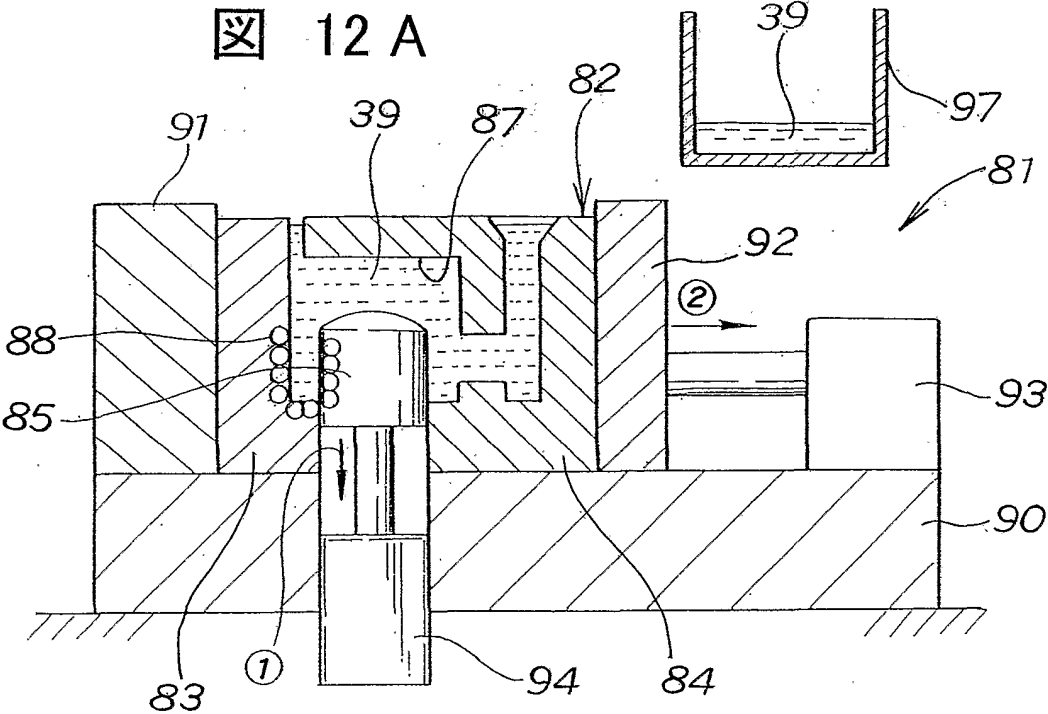


図 12 B

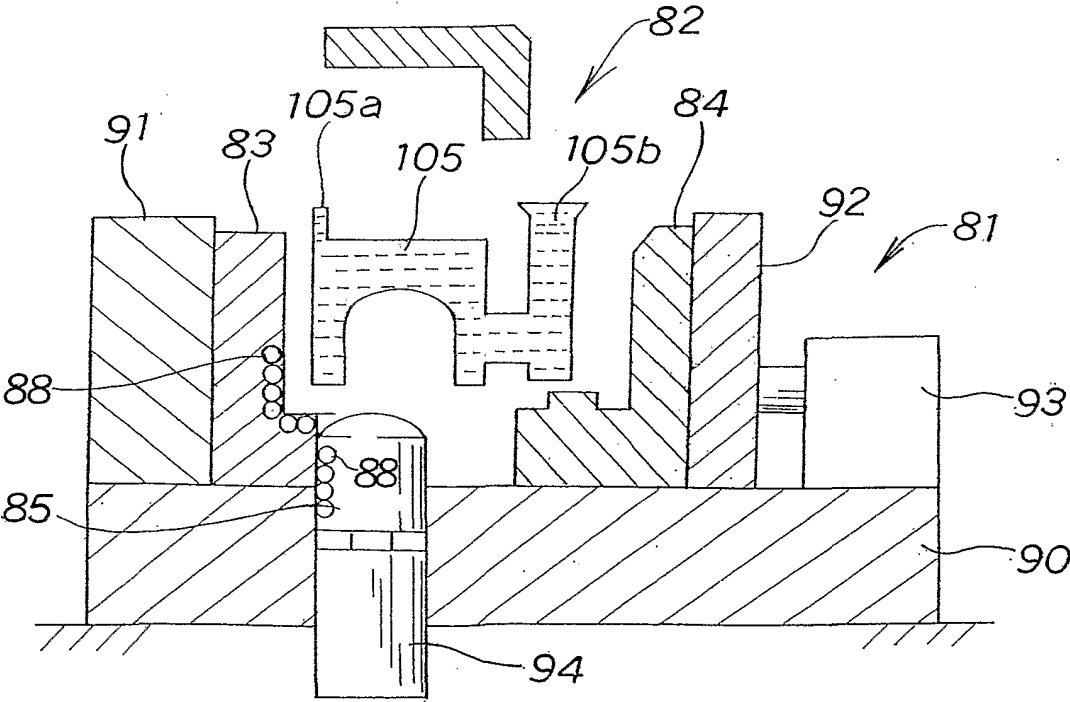
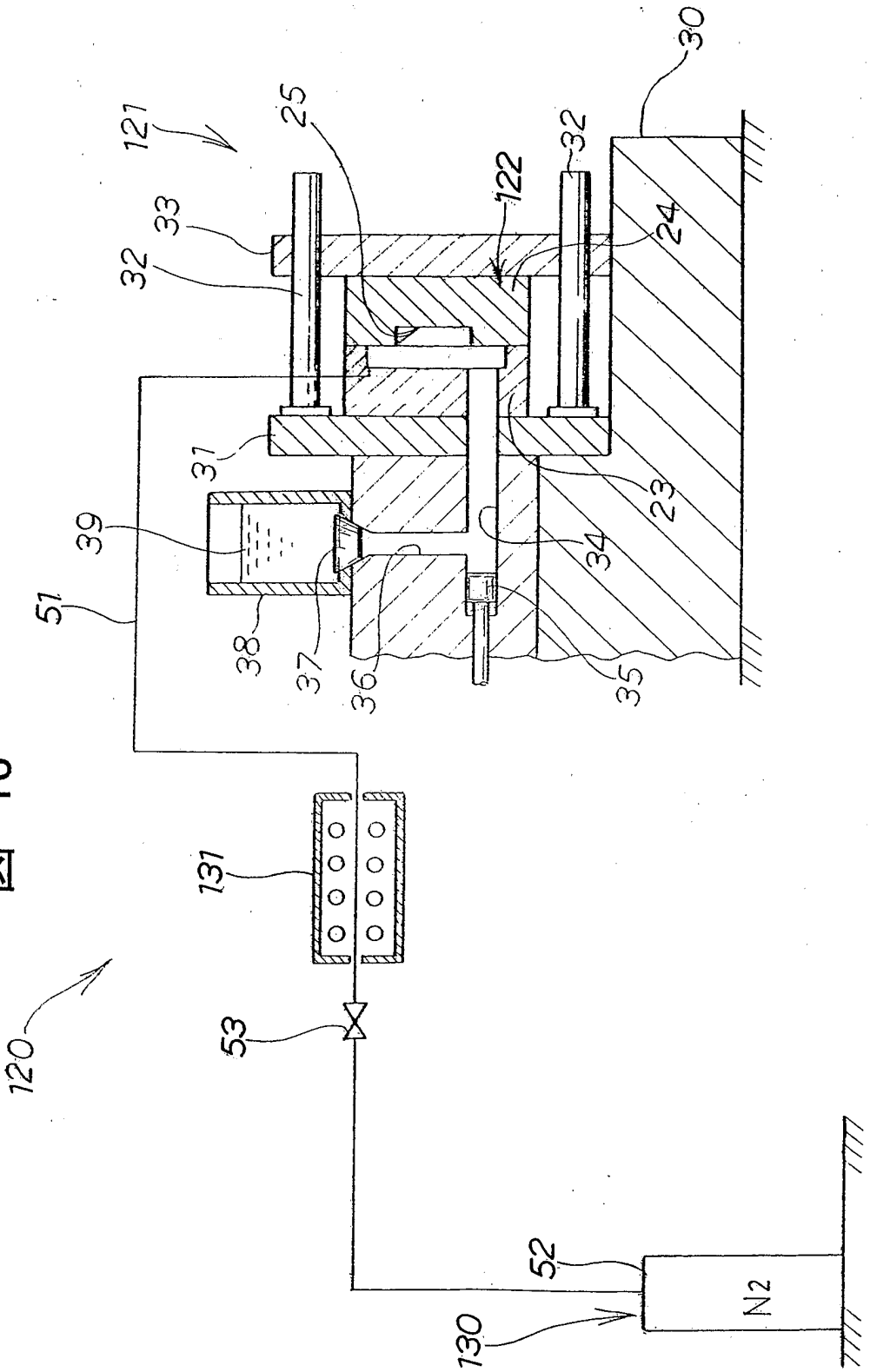


図 13



14/24

図 14

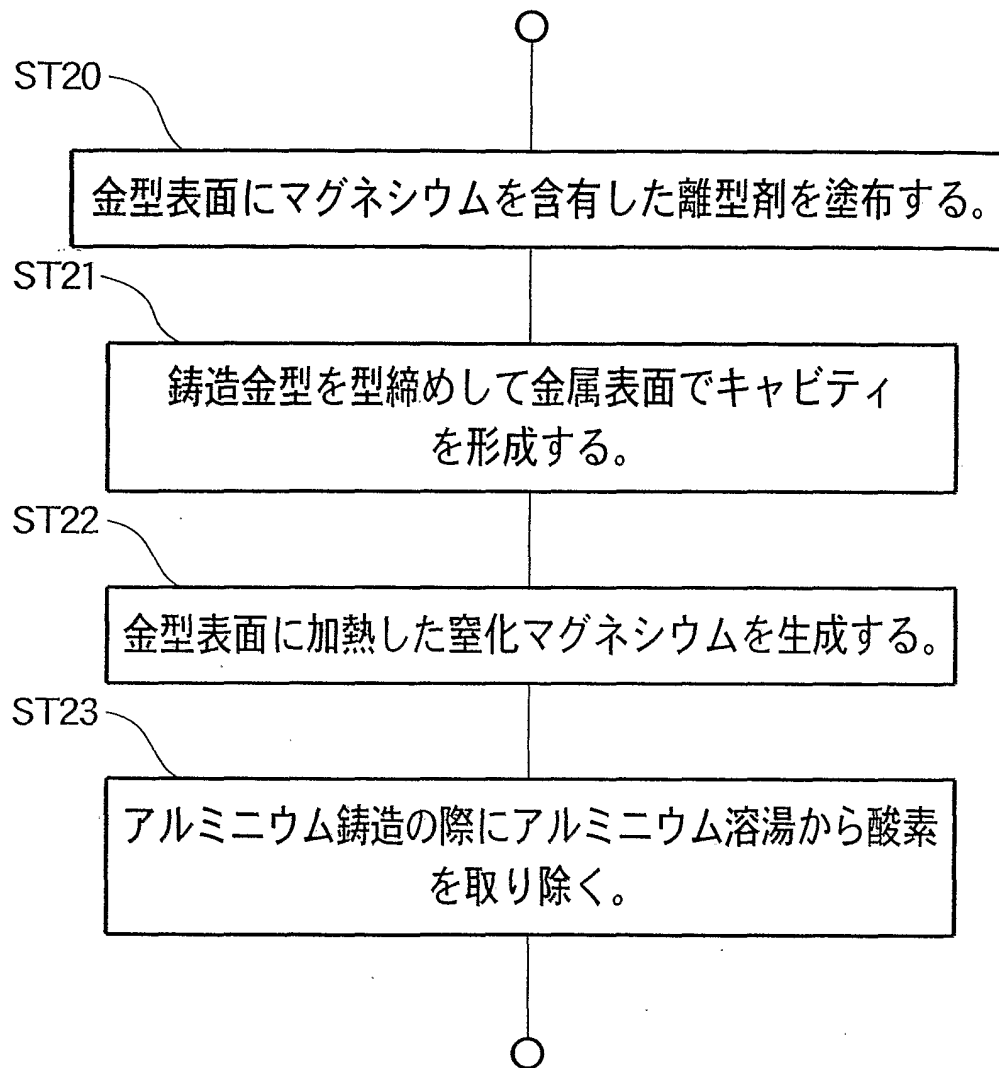


図 15

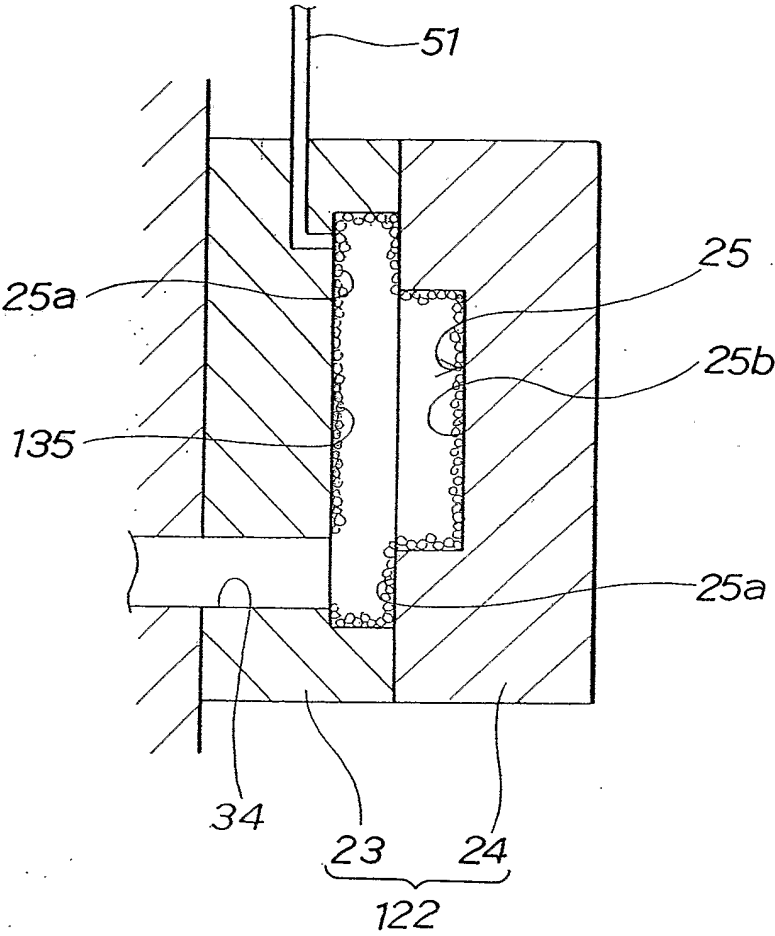


図 16

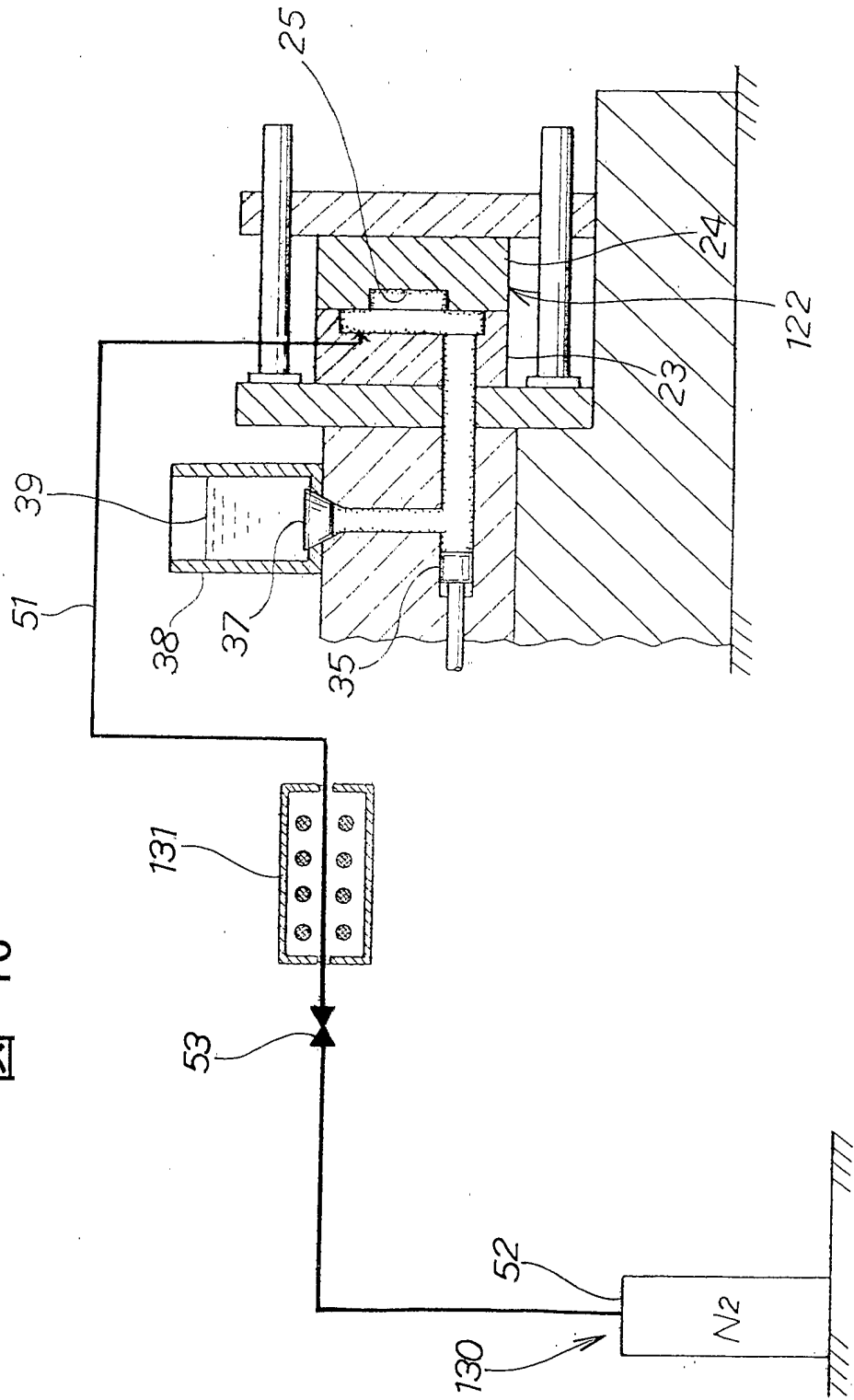
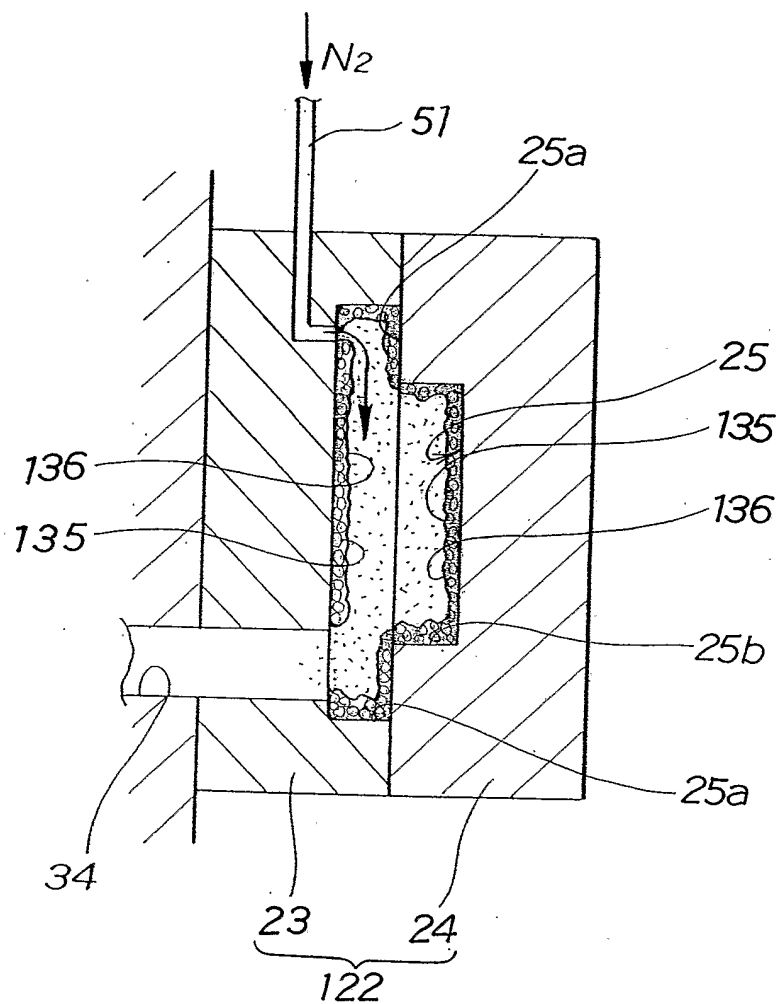


图 17



18/24

図 18 A

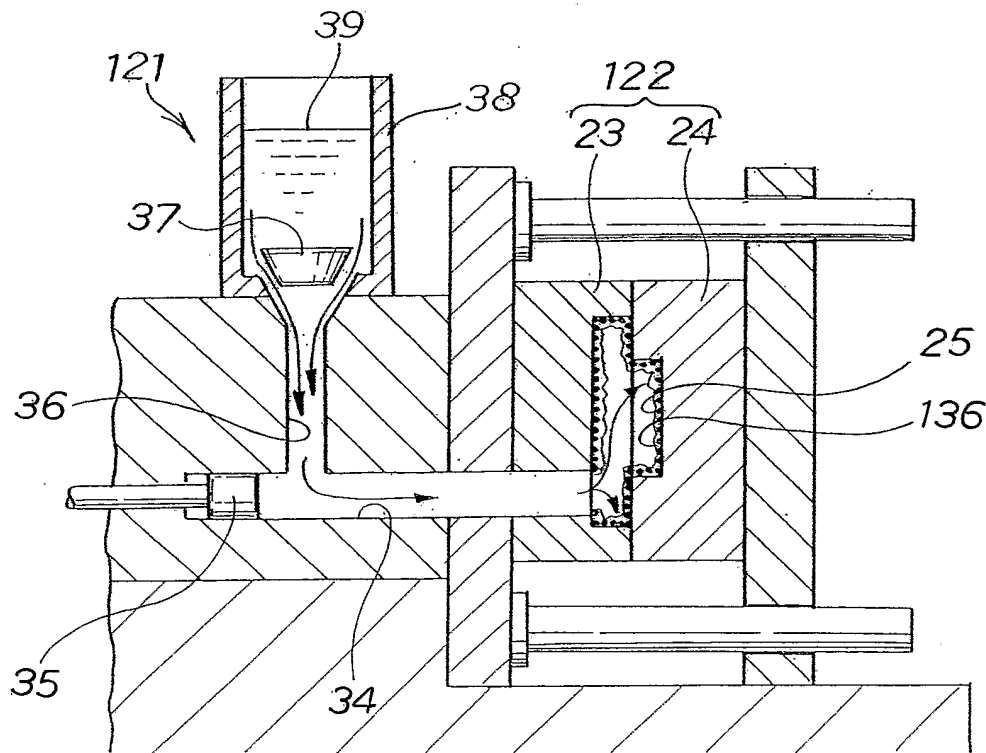


図 18 B

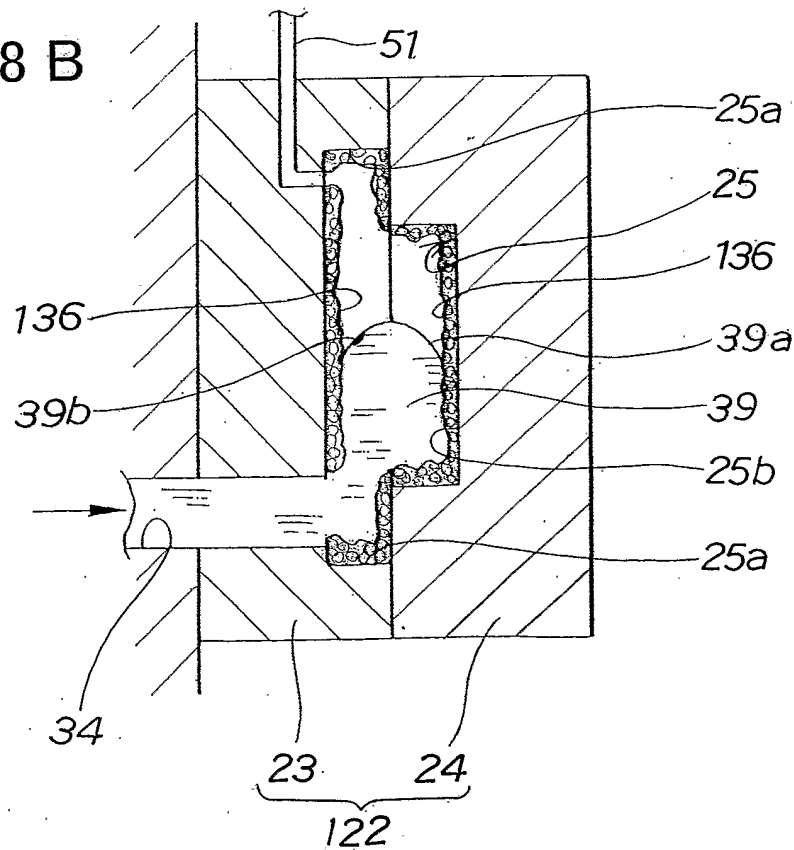


図 19 A

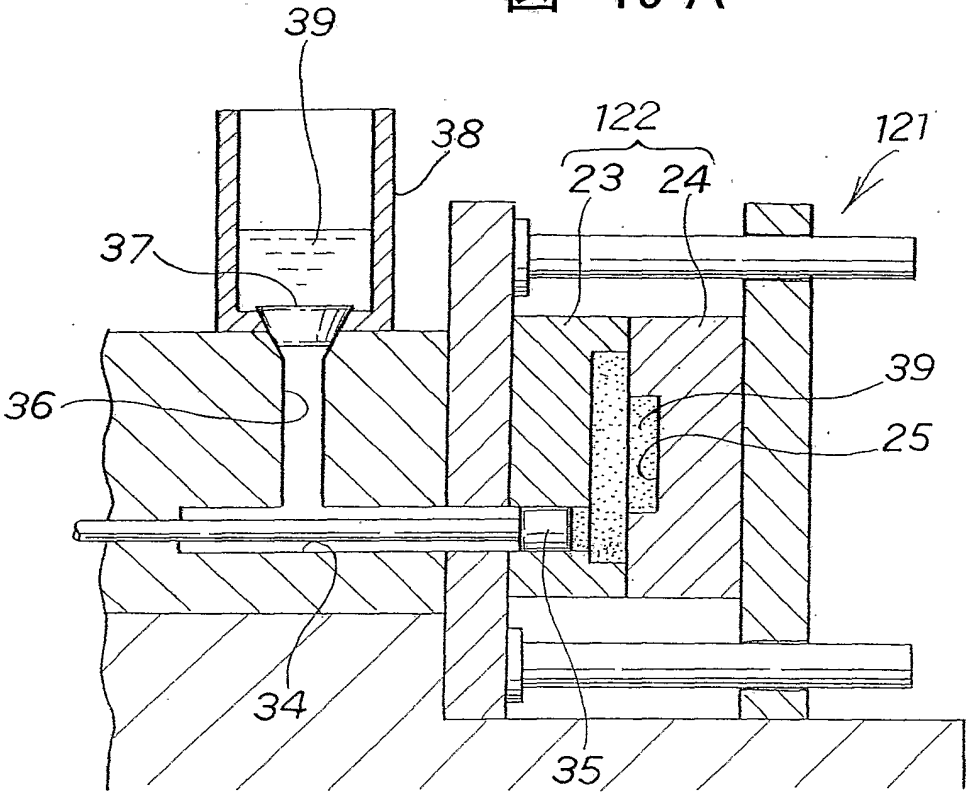
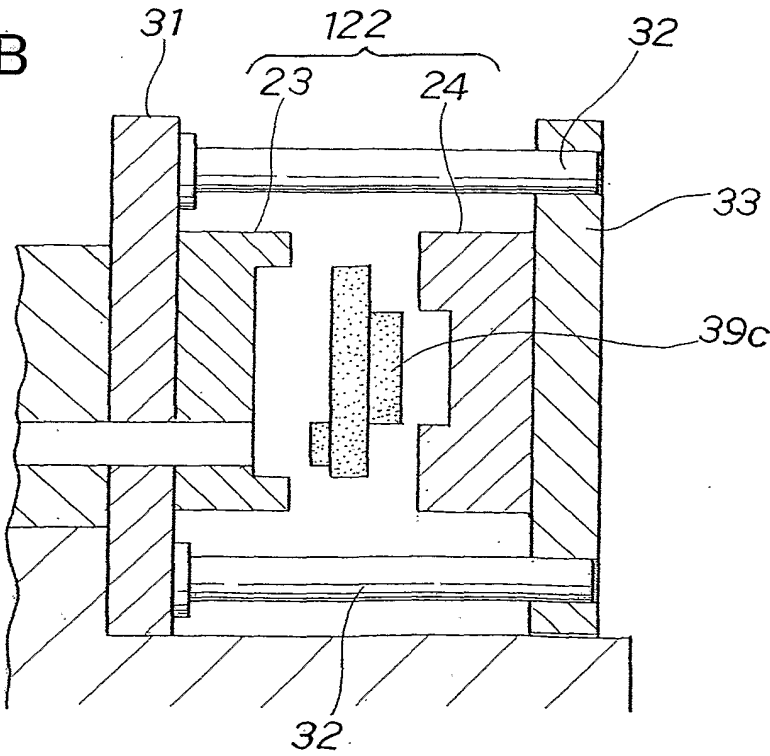
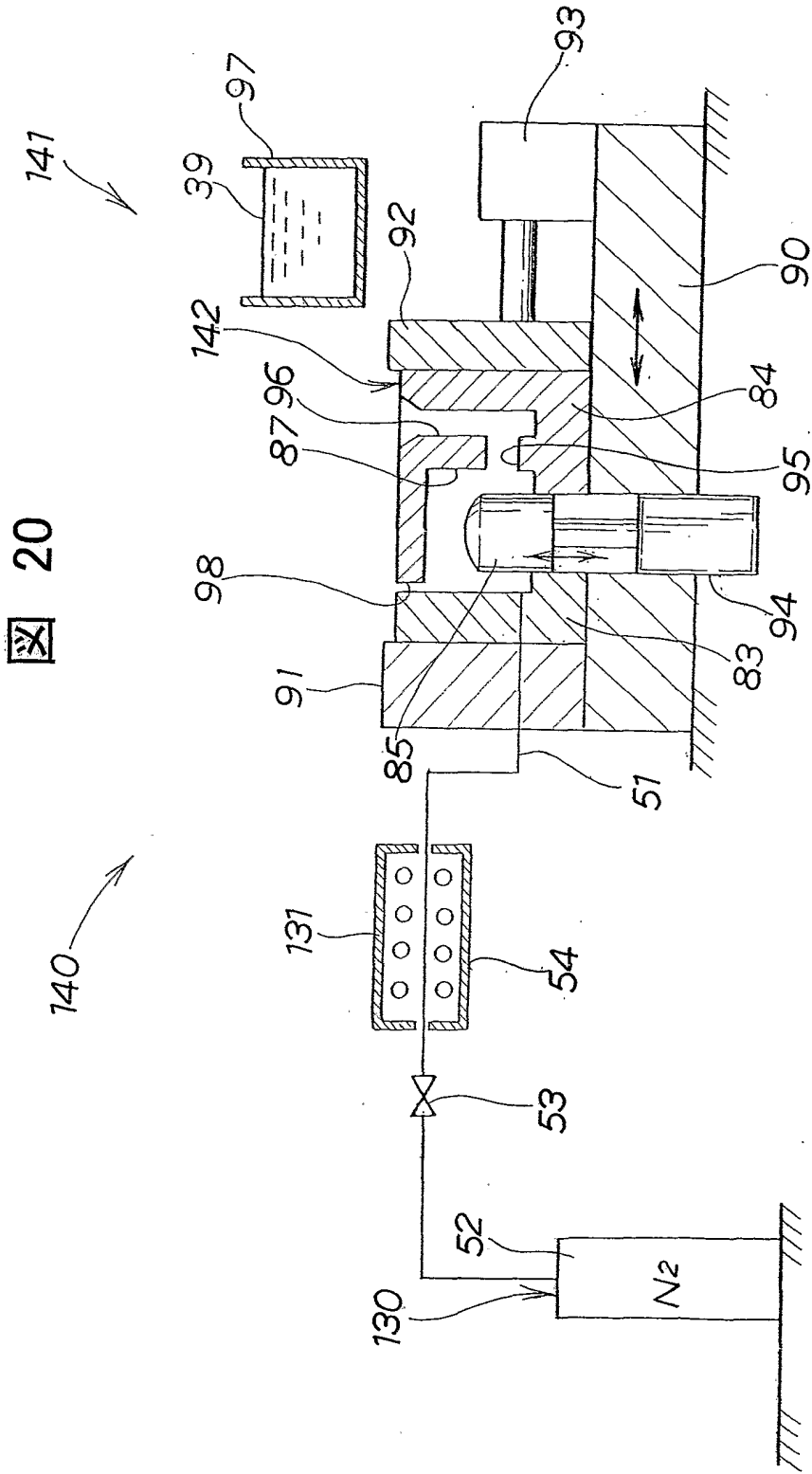


図 19 B





21/24

図 21 A

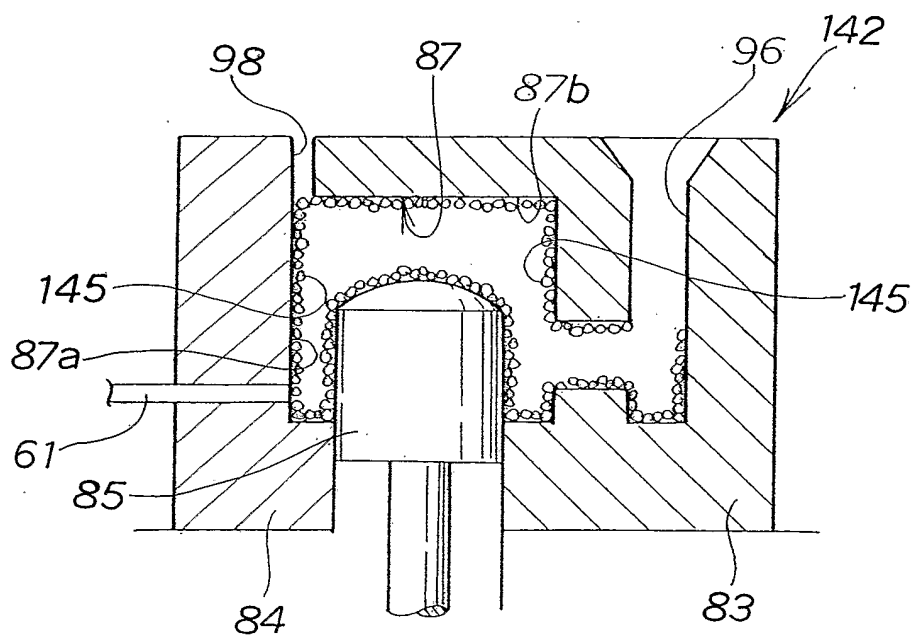


図 21 B

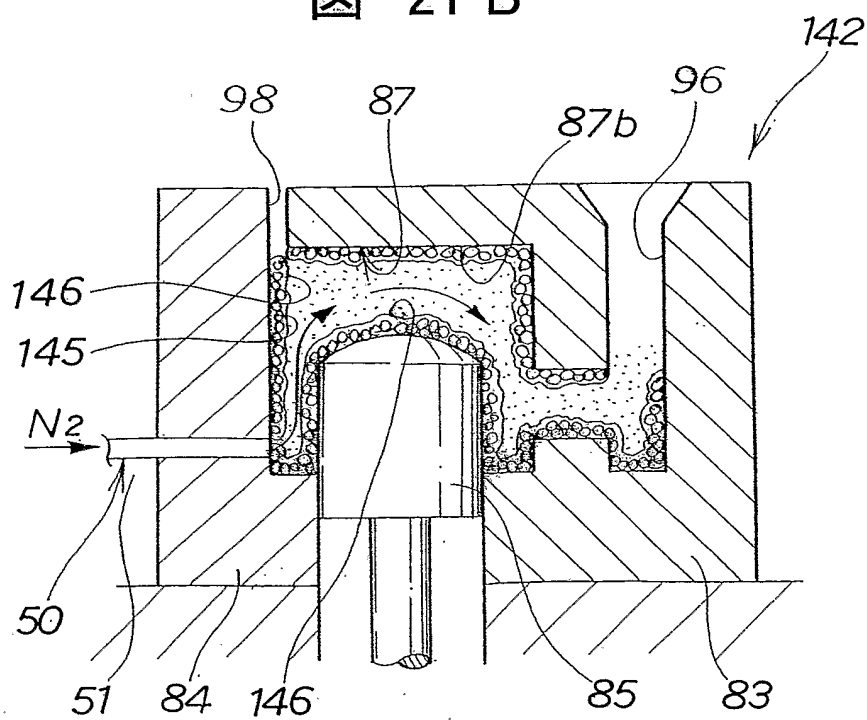


図 22 A

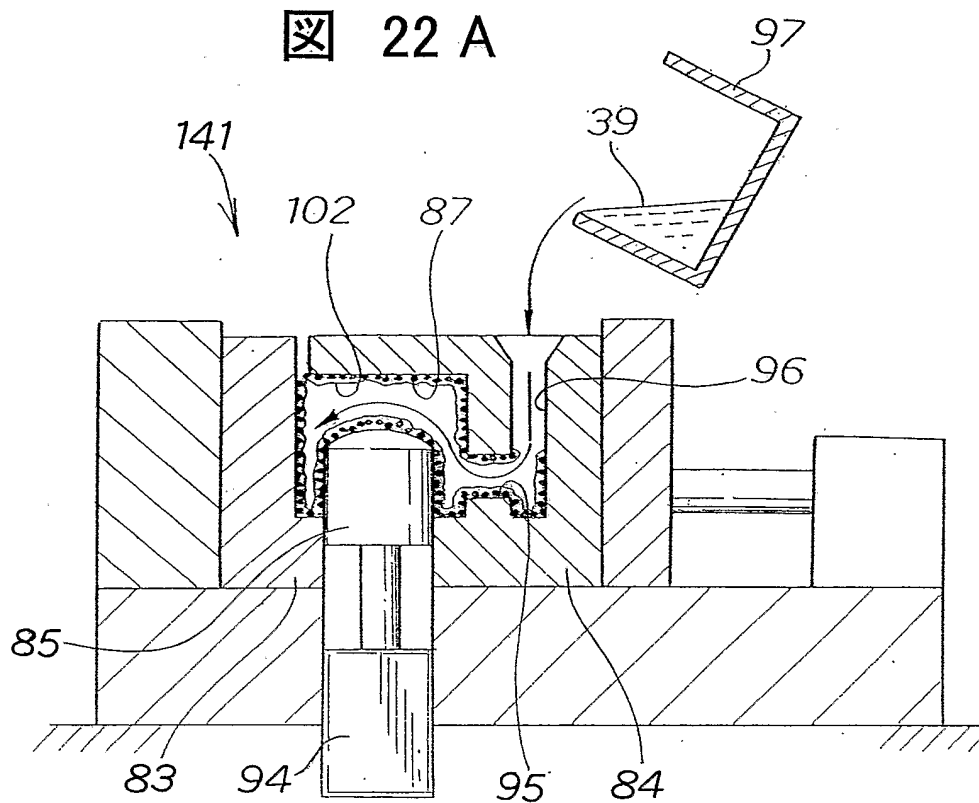


图 22 B

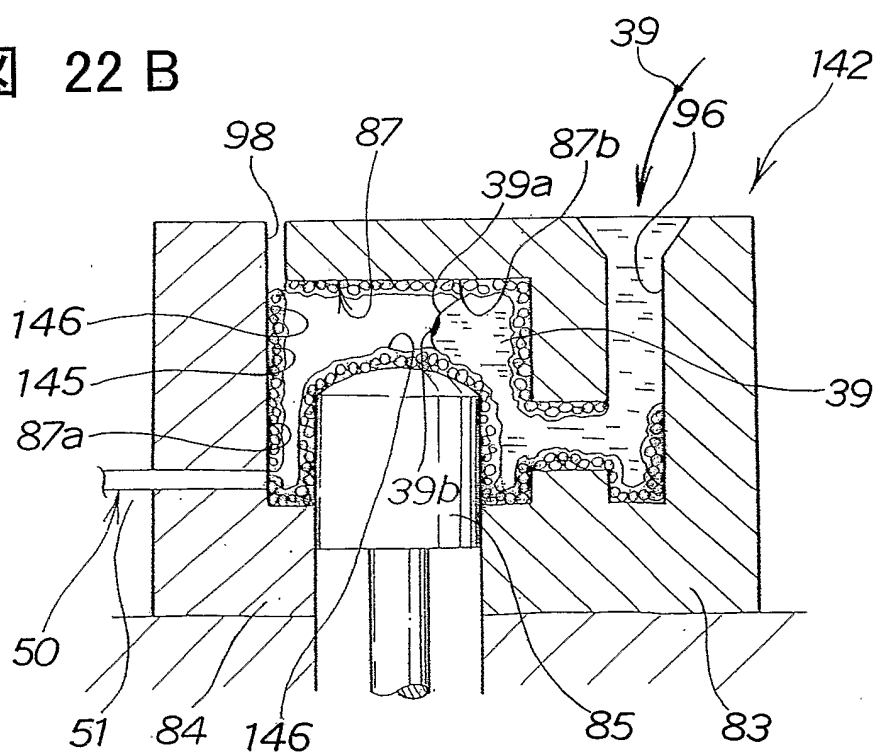


図 23 A

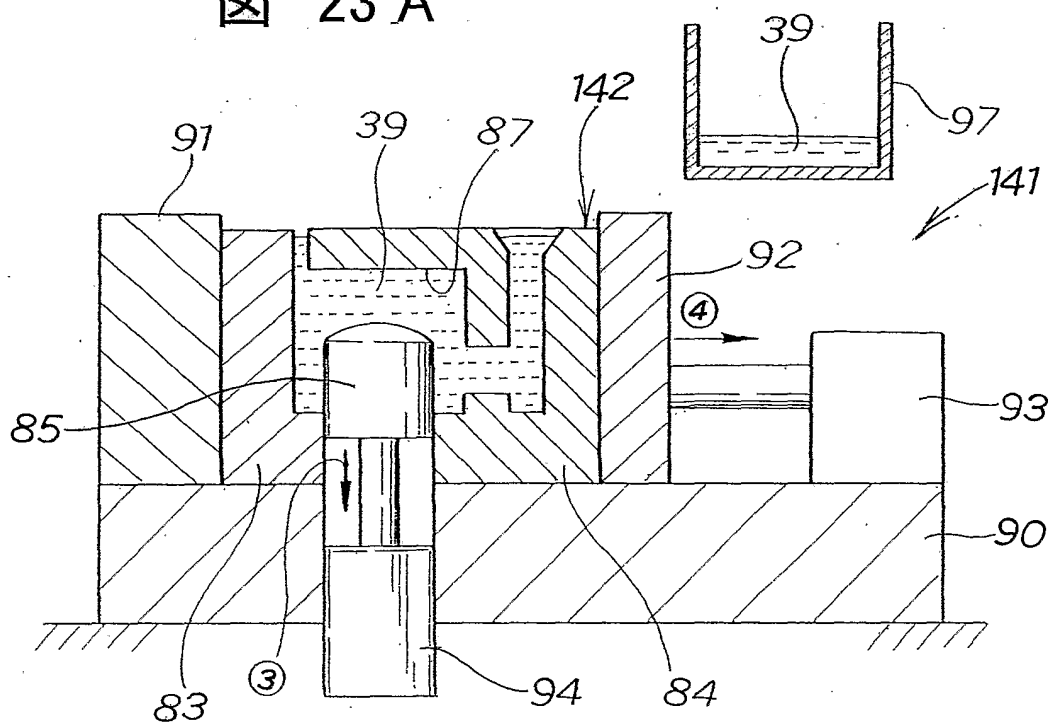


図 23 B

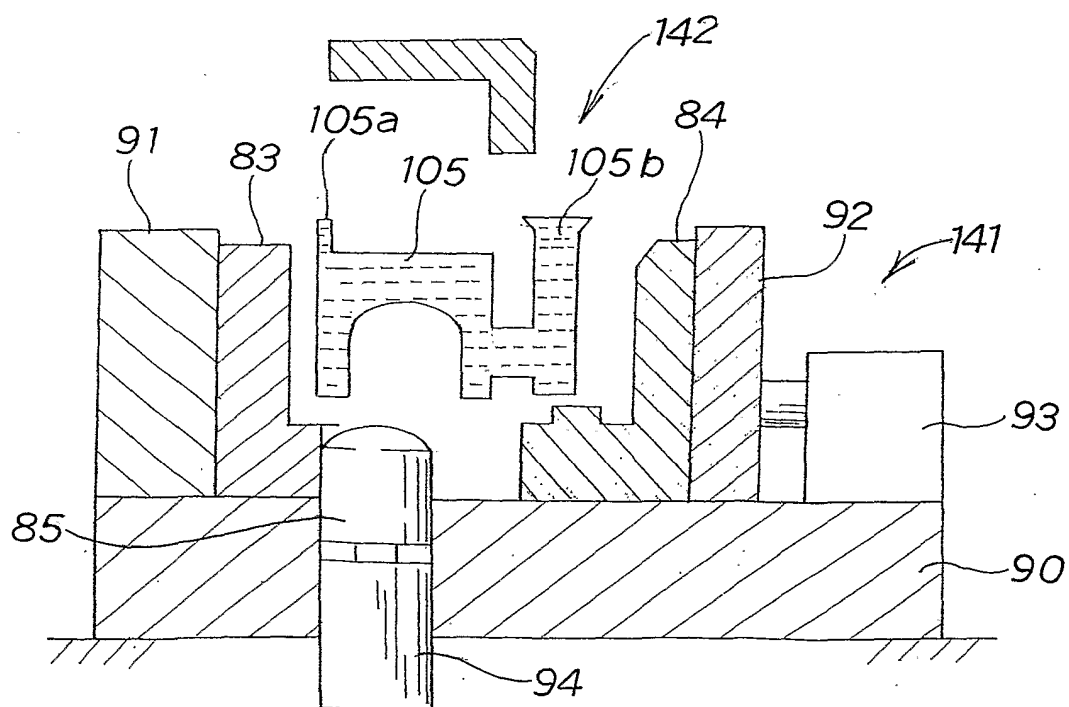


図 24
(先行技術)

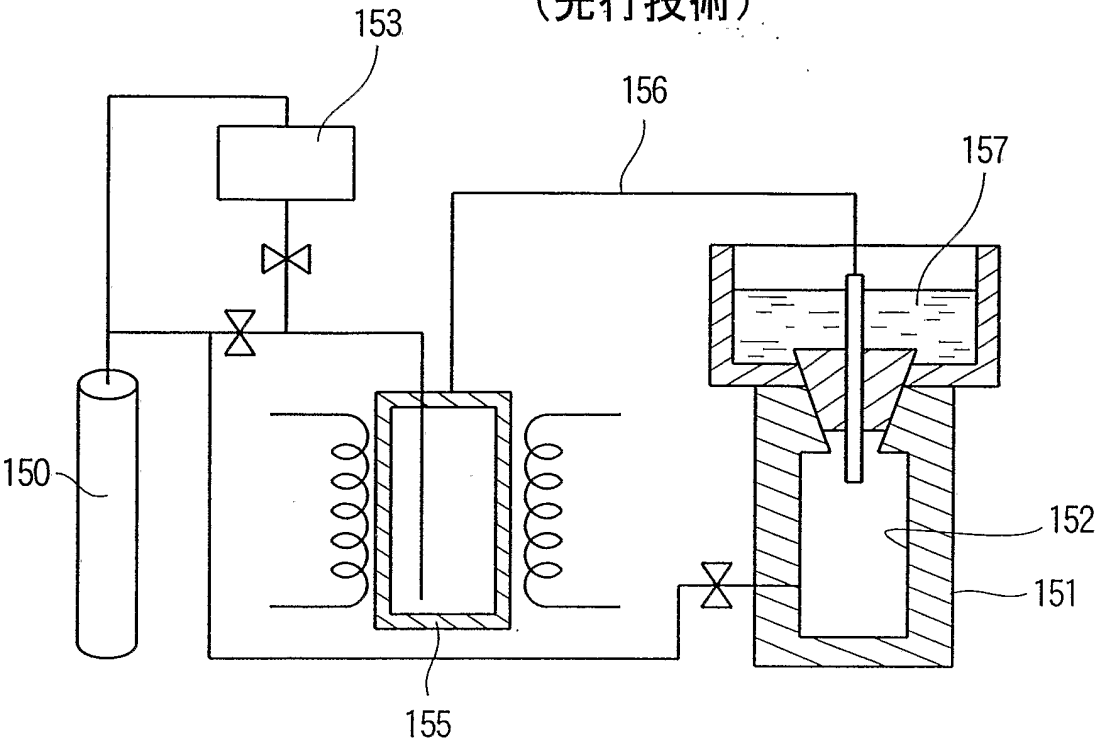
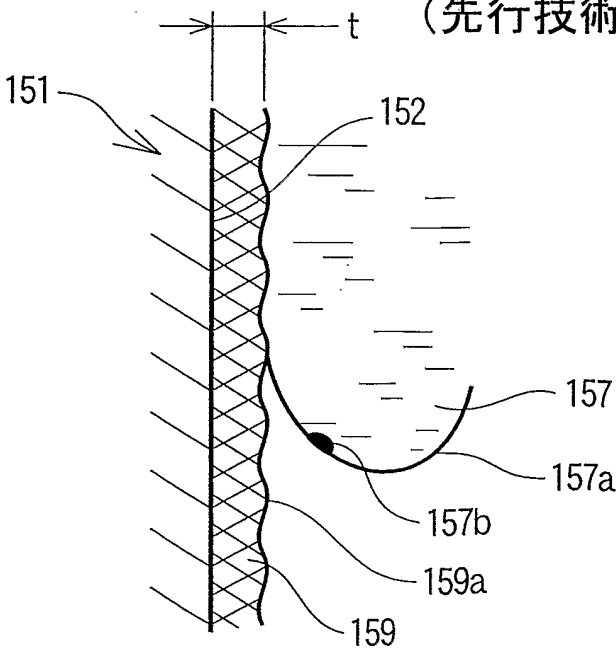


図 25
(先行技術)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/06481

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B22D27/18, B22C3/00, B22D21/04

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B22D27/18, B22C3/00, B22D21/04, B22D17/20, B22D18/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

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

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-280063 A (Nissin Kogyo Kabushiki Kaisha), 10 October, 2000 (10.10.00), Full text; drawings (Family: none)	1-4
P,A	JP 2001-321921 A (Nissin Kogyo Kabushiki Kaisha), 20 November, 2001 (20.11.01), Full text; drawings (Family: none)	1-4
P,A	EP 1145787 A1 (Nissin Kogyo Kabushiki Kaisha), 17 October, 2001 (17.10.01), Full text; drawings & US 2001/0027852 A1 & JP 2001-353567 A	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 September, 2002 (05.09.02)Date of mailing of the international search report
17 September, 2002 (17.09.02)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int.Cl ⁷ B22D27/18, B22C3/00, B22D21/04		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int.Cl ⁷ B22D27/18, B22C3/00, B22D21/04, B22D17/20, B22D18/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2002年 日本国登録実用新案公報 1994-2002年 日本国実用新案登録公報 1996-2002年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
WPI		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2000-280063 A (日信工業株式会社) 2000. 10. 10, 全文, 図面 (ファミリーなし)	1-4
PA	JP 2001-321921 A (日信工業株式会社) 2001. 11. 20, 全文, 図面 (ファミリーなし)	1-4
PA	EP 1145787 A1 (Nissin Kogyo Kabushiki Kaisha) 2001. 10. 17, 全文, 図面 & US 2001/0027852 A1 & JP 2001-353567 A	1-4
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	05. 09. 02	国際調査報告の発送日 17.09.02
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 金 公 彦	4E 8925
電話番号 03-3581-1101 内線 3423		