

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4759889号  
(P4759889)

(45) 発行日 平成23年8月31日(2011.8.31)

(24) 登録日 平成23年6月17日(2011.6.17)

(51) Int. Cl.	F I
<b>B 3 0 B 11/00 (2006.01)</b>	B 3 0 B 11/00 F
<b>B 2 2 F 3/00 (2006.01)</b>	B 2 2 F 3/00 D
<b>B 2 2 F 3/035 (2006.01)</b>	B 2 2 F 3/00 E
	B 2 2 F 3/035 C

請求項の数 17 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2001-276242 (P2001-276242)	(73) 特許権者	000005083
(22) 出願日	平成13年9月12日(2001.9.12)		日立金属株式会社
(65) 公開番号	特開2002-160096 (P2002-160096A)		東京都港区芝浦一丁目2番1号
(43) 公開日	平成14年6月4日(2002.6.4)	(74) 代理人	100101351
審査請求日	平成20年8月5日(2008.8.5)		弁理士 辰巳 忠宏
(31) 優先権主張番号	特願2000-276508 (P2000-276508)	(72) 発明者	松上 正一
(32) 優先日	平成12年9月12日(2000.9.12)		兵庫県養父郡養父町大藪1062番地 近畿住特電子株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	岩崎 忠弘
			兵庫県養父郡養父町大藪1062番地 近畿住特電子株式会社内
		(72) 発明者	田中 淳夫
			兵庫県養父郡養父町大藪1062番地 近畿住特電子株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 粉末充填装置、それを用いたプレス成形装置および焼結磁石製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ダイに形成されたキャビティ内に粉末を充填するための粉末充填装置であって、前記粉末が通過することができる複数の開口部が設けられた粉末保持部を底部に有する容器、および

前記容器の外側において前記容器を挟んで対向するように設けられかつ前記容器と衝突され得る複数の衝突部材を備え、

前記衝突部材と前記容器とを衝突させ、前記容器に対して撃力を加えることによって、前記容器内に収容された粉末が前記複数の開口部を介して前記キャビティ内に充填され、

前記容器は、前記容器の一方側の前記衝突部材に衝突されることによって撃力が加えられたときに前記容器の他方側の前記衝突部材に向かって移動し、前記容器の他方側の前記衝突部材に衝突されることによって撃力が加えられたときに前記容器の一方側の前記衝突部材に向かって移動する、粉末充填装置。

【請求項2】

前記粉末保持部は目開き1.8mm以上12.7mm以下の網によって形成されている、請求項1に記載の粉末充填装置。

【請求項3】

前記粉末保持部は目開き3.2mm以上12.7mm以下の網によって形成されている、請求項1に記載の粉末充填装置。

【請求項4】

前記粉末保持部は前記ダイの表面から 2 . 0 mm 未満の高さに設けられている、請求項 1 に記載の粉末充填装置。

【請求項 5】

前記粉末保持部は前記ダイの表面から 1 . 0 mm 未満の高さに設けられている、請求項 1 に記載の粉末充填装置。

【請求項 6】

前記容器の内側において設けられた仕切り板をさらに備える、請求項 1 に記載の粉末充填装置。

【請求項 7】

前記粉末保持部に設けられた複数の開口部のサイズは、前記開口部が設けられた位置に応じて決められている、請求項 1 に記載の粉末充填装置。

10

【請求項 8】

前記粉末は希土類合金粉末である、請求項 1 に記載の粉末充填装置。

【請求項 9】

前記粉末には潤滑剤が添加されている、請求項 8 に記載の粉末充填装置。

【請求項 10】

ダイに形成されたキャビティ内に粉末を充填するための粉末充填装置であって、前記粉末が通過することができる複数の開口部が設けられた粉末保持部を底部に有する容器、および

前記容器と衝突され得る衝突部材を備え、

20

前記粉末保持部に設けられた複数の開口部のサイズは、前記開口部が設けられた位置に応じて決められ、

前記衝突部材と前記容器とを衝突させ、前記容器に対して撃力を加えることによって、前記容器内に収容された粉末が前記複数の開口部を介して前記キャビティ内に充填される、粉末充填装置。

【請求項 11】

前記容器の上部に連結される振動機構をさらに備え、

前記衝突部材は前記容器の下部に衝突するように設けられ、

前記振動機構で前記容器の上部を振動させることによって、前記衝突部材と前記容器の下部とを衝突させる、請求項 10 に記載の粉末充填装置。

30

【請求項 12】

ダイに形成されたキャビティ内に粉末を充填するための粉末充填装置であって、

底部に網を有する容器を備え、

前記網の開口部のサイズは前記開口部が設けられた位置に応じて決められている、粉末充填装置。

【請求項 13】

請求項 1 から 12 のいずれかに記載の粉末充填装置、および

前記粉末充填装置によって前記キャビティ内に充填された前記粉末をプレス成形するためのプレス手段を備える、プレス成形装置。

【請求項 14】

40

粉末が通過することができる複数の開口部が設けられた粉末保持部を底部に有する容器に対して、前記容器の外側において前記容器を挟んで対向するように設けられる複数の衝突部材によって撃力を加えることによって、前記容器内に収容された粉末を前記複数の開口部を介して、ダイに形成されたキャビティ内に充填する第 1 ステップ、

前記キャビティ内に充填された前記粉末をプレス成形することによって成形体を作製する第 2 ステップ、および

前記成形体を焼結して焼結磁石を製造する第 3 ステップを備え、

前記第 1 ステップにおいて前記容器は、前記容器の一方側の前記衝突部材に衝突されることによって撃力が加えられたときに前記容器の他方側の前記衝突部材に向かって移動し、前記容器の他方側の前記衝突部材に衝突されることによって撃力が加えられたときに前

50

記容器の一方側の前記衝突部材に向かって移動する、焼結磁石製造方法。

【請求項 15】

前記粉末は希土類合金粉末であり、

前記第1ステップの前に、前記希土類合金粉末に潤滑剤を添加するステップをさらに備える、請求項14に記載の焼結磁石製造方法。

【請求項 16】

粉末が通過することができる複数の開口部が設けられかつ前記複数の開口部のサイズが前記開口部が設けられた位置に応じて決められている粉末保持部を底部に有する容器に対して撃力を加えることによって、前記容器内に収容された粉末を前記複数の開口部を介して、ダイに形成されたキャビティ内に充填する第1ステップ、

前記キャビティ内に充填された前記粉末をプレス成形することによって成形体を作製する第2ステップ、および

前記成形体を焼結して焼結磁石を製造する第3ステップを備える、焼結磁石製造方法。

【請求項 17】

前記第1ステップでは、前記容器の上部を振動させることによって、前記容器の下部に撃力を加える、請求項16に記載の焼結磁石製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は粉末充填装置、それを用いたプレス成形装置および焼結磁石製造方法に関し、より特定的にはダイに形成されたキャビティに粉末を充填するための粉末充填装置、それを用いたプレス成形装置および焼結磁石製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

現在、希土類合金の焼結磁石としては、サマリウム・コバルト系磁石と希土類・鉄・ホウ素系磁石の二種類が各分野で広く用いられている。なかでも希土類・鉄・ホウ素系磁石（以下、「R-T-(M)-B系磁石」と称する。RはYを含む希土類元素、Tは鉄、または鉄と鉄の一部を置換した遷移金属元素、Mは添加元素、Bはホウ素である。）は、種々の磁石の中で最も高い磁気エネルギー積を示し、価格も比較的安いとため、各種電子機器へ積極的に採用されている。Tに含まれる遷移金属としては、たとえばCoが用いられる。なお、ホウ素はC（カーボン）によって一部置換されうる。

【0003】

このような希土類磁石を作製するために、まずプレス成形装置を用いて、希土類合金を粉碎した磁性合金粉末から成形体（圧粉体）が作製される。成形体を作製する際、磁性合金粉末は、ダイに設けられたダイホール（貫通孔）と、これに挿入された下パンチとによって形成されたキャビティの内部に充填され、キャビティ内に充填された磁性合金粉末は上パンチを用いてプレス成形される。こうして得られた成形体は、約1000～1100の温度で焼結され、これによって希土類焼結磁石を作製することができる。

【0004】

従来より、プレス成形装置におけるキャビティ内へ磁性合金粉末を供給するために様々な技術が提案されている。

たとえば、実公昭59-32568号や特開昭61-147802号には、粉末を収容した容器を振動させることによって、金網を介してキャビティ内に粉末を篩い落とすようにして供給する技術が記載されている。

特開昭61-147802号には、フィーダカップ（粉末容器）の底部に金網を取りつけ、ソレノイドコイルを用いてフィーダカップを比較的急激に振動させることによって、金網を通過した顆粒状の磁性粉末を短時間でキャビティ内に充填する装置が記載されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

しかし、特開昭61-147802号に記載の従来の装置は、ソレノイドコイルと鉄芯との吸着力およびバネの復元力を利用して、粉末を収容したフィーダカップ自体を振動させるものであり、鉄芯（可動部）とフィーダカップとが連結金具で固定されている。この場合、フィーダカップ内の粉末には揺さぶりによる力しか加えられず、粉末の塊を崩す力を伝え難いという問題があった。このような装置を用いて、ブリッジの形成を防止しつつキャビティ内に顆粒状の粉末を供給するためには、金網の目開き（メッシュ）を細かく設定することが考えられる。しかし、このような目の細かい金網を用いた場合には、粉末が落ちにくく、粉末の充填時間が大幅に増加するという問題が生じる。

【0006】

また、上記従来の装置では、フィーダカップの移動量（振幅）を大きく設定することが難しく、このようにフィーダカップがわずかにしか移動しない場合、キャビティ内に均一に粉末を充填することは困難である。

さらに、キャビティの角部や縁部には中央部に比べて粉末が充填され難いため、上記従来の装置を用いて、ダイ表面から比較的高い位置に設けられた金網を通して希土類合金粉末を供給する場合、粉末は中央部が盛り上がるようにして堆積される傾向がある。このように、キャビティ内に不均一な密度で粉末が充填されていると、プレス成形後の成形体において、角部または縁部と中央部との間で成形密度に大きな差が生じ、この密度差によって成形体にひびが発生する。

上述の弊害は、実公昭59-32568号に記載の装置についても同様に生じると考えられる。

それゆえにこの発明の主たる目的は、プレス成形装置のキャビティ内に均一に短時間で粉末を充填することができる、粉末充填装置、それを用いたプレス成形装置および焼結磁石製造方法を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上述の目的を達成するために、請求項1に記載の粉末充填装置は、ダイに形成されたキャビティ内に粉末を充填するための粉末充填装置であって、粉末が通過することができる複数の開口部が設けられた粉末保持部を底部に有する容器、および容器の外側において容器を挟んで対向するように設けられかつ容器と衝突され得る複数の衝突部材を備え、衝突部材と容器とを衝突させ、容器に対して撃力を加えることによって、容器内に収容された粉末が複数の開口部を介してキャビティ内に充填され、容器は、容器の一方側の衝突部材に衝突されることによって撃力が加えられたときに容器の他方側の衝突部材に向かって移動し、容器の他方側の衝突部材に衝突されることによって撃力が加えられたときに容器の一方側の衝突部材に向かって移動することを特徴とする。

【0008】

請求項2に記載の粉末充填装置は、請求項1に記載の粉末充填装置において、粉末保持部は目開き1.8mm以上12.7mm以下の網によって形成されていることを特徴とする。

【0009】

請求項3に記載の粉末充填装置は、請求項1に記載の粉末充填装置において、粉末保持部は目開き3.2mm以上12.7mm以下の網によって形成されていることを特徴とする。

請求項4に記載の粉末充填装置は、請求項1に記載の粉末充填装置において、粉末保持部はダイの表面から2.0mm未満の高さに設けられていることを特徴とする。

【0010】

請求項5に記載の粉末充填装置は、請求項1に記載の粉末充填装置において、粉末保持部はダイの表面から1.0mm未満の高さに設けられていることを特徴とする。

【0011】

請求項6に記載の粉末充填装置は、請求項1に記載の粉末充填装置において、容器の内側において設けられた仕切り板をさらに備えることを特徴とする。

請求項 7 に記載の粉末充填装置は、請求項 1 に記載の粉末充填装置において、粉末保持部に設けられた複数の開口部のサイズは、開口部が設けられた位置に応じて決められていることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

請求項 8 に記載の粉末充填装置は、請求項 1 に記載の粉末充填装置において、粉末は希土類合金粉末であることを特徴とする。

請求項 9 に記載の粉末充填装置は、請求項 8 に記載の粉末充填装置において、粉末には潤滑剤が添加されていることを特徴とする。

請求項 10 に記載の粉末充填装置は、ダイに形成されたキャビティ内に粉末を充填するための粉末充填装置であって、粉末が通過することができる複数の開口部が設けられた粉末保持部を底部に有する容器、および容器と衝突され得る衝突部材を備え、粉末保持部に設けられた複数の開口部のサイズは、開口部が設けられた位置に応じて決められ、衝突部材と容器とを衝突させ、容器に対して撃力を加えることによって、容器内に収容された粉末が複数の開口部を介してキャビティ内に充填されることを特徴とする。

10

請求項 11 に記載の粉末充填装置は、請求項 10 に記載の粉末充填装置において、容器の上部に連結される振動機構をさらに備え、衝突部材は容器の下部に衝突するように設けられ、振動機構で容器の上部を振動させることによって、衝突部材と容器の下部とを衝突させることを特徴とする。

請求項 12 に記載の粉末充填装置は、ダイに形成されたキャビティ内に粉末を充填するための粉末充填装置であって、底部に網を有する容器を備え、網の開口部のサイズは開口部が設けられた位置に応じて決められていることを特徴とする。

20

請求項 13 に記載のプレス成形装置は、請求項 1 から 12 のいずれかに記載の粉末充填装置、および粉末充填装置によってキャビティ内に充填された粉末をプレス成形するためのプレス手段を備える。

請求項 14 に記載の焼結磁石製造方法は、粉末が通過することができる複数の開口部が設けられた粉末保持部を底部に有する容器に対して、容器の外側において容器を挟んで対向するように設けられる複数の衝突部材によって撃力を加えることによって、容器内に収容された粉末を複数の開口部を介して、ダイに形成されたキャビティ内に充填する第 1 ステップ、キャビティ内に充填された粉末をプレス成形することによって成形体を作製する第 2 ステップ、および成形体を焼結して焼結磁石を製造する第 3 ステップを備え、第 1 ステップにおいて容器は、容器の一方側の衝突部材に衝突されることによって撃力が加えられたときに容器の他方側の衝突部材に向かって移動し、容器の他方側の衝突部材に衝突されることによって撃力が加えられたときに容器の一方側の衝突部材に向かって移動することを特徴とする。

30

請求項 15 に記載の焼結磁石製造方法は、請求項 14 に記載の焼結磁石製造方法において、粉末は希土類合金粉末であり、第 1 ステップの前に、希土類合金粉末に潤滑剤を添加するステップをさらに備える。

【 0 0 1 3 】

請求項 16 に記載の焼結磁石製造方法は、粉末が通過することができる複数の開口部が設けられかつ複数の開口部のサイズが開口部が設けられた位置に応じて決められている粉末保持部を底部に有する容器に対して撃力を加えることによって、容器内に収容された粉末を複数の開口部を介して、ダイに形成されたキャビティ内に充填する第 1 ステップ、キャビティ内に充填された粉末をプレス成形することによって成形体を作製する第 2 ステップ、および成形体を焼結して焼結磁石を製造する第 3 ステップを備える。

40

請求項 17 に記載の焼結磁石製造方法は、請求項 16 に記載の焼結磁石製造方法において、第 1 ステップでは、容器の上部を振動させることによって、容器の下部に撃力を加えることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

請求項 1 に記載の粉末充填装置では、衝突部材を容器に衝突させることによって、容器内に収容された粉末を解砕させ、ばらけた状態の粉末をキャビティ内に供給することができ

50

る。請求項10に記載の粉末充填装置についても同様である。

また、請求項1に記載の粉末充填装置では、移動する容器に衝突部材を衝突させることができ、容器には逆方向の衝撃力を与えることができる。これによって、キャビティ内に粉末をより均一に充填することができる。さらに、請求項1に記載の粉末充填装置では、容器に撃力を連続的に与えることができる。

【0016】

請求項2、3に記載の粉末充填装置では、粉末保持部に比較的目の粗い網を使用することで、粉末充填に要する時間を大幅に低減しつつ、キャビティ内に粉末を均一に充填することができる。

請求項4、5に記載の粉末充填装置では、キャビティにおいて、ダイ表面から盛り上がる粉末の量をわずかなものとすることができる。したがって、擦りきるべき余分な粉末の量が少なく、容器による充填粉末のすりきりの際に発生する塊を次回の給粉時にキャビティ内に充填してしまわない。

【0017】

請求項6に記載の粉末充填装置では、衝突部材が容器の側壁に衝突した際、仕切られた容器内の粉末に分散して撃力を伝達することができ、より効率良く粉末を充填することができる。このようにすれば、キャビティへの粉末充填時間を大幅に短縮することができる。

【0018】

請求項7に記載の粉末充填装置のように、開口部の位置に応じてその粗さを変えれば、キャビティ内に充填する粉末の量を部分的に調節することができる。請求項10、12に記載の粉末充填装置についても同様である。

粉末が希土類合金粉末の場合、角張った形状を有し流動性が低下するので、粉末は粉末保持部の開口部からは落下し難い状態となっている。しかし、請求項8に記載の粉末充填装置では、流動性が悪い希土類合金粉末であっても、キャビティ内に均一に短時間で効率良く充填することができる。

【0019】

また、希土類合金粉末からなる粉末に潤滑剤が添加されているとさらに流動性が低下し、塊状となり、粉末は粉末保持部の開口部からさらに落下し難くなる。しかし、請求項9に記載の粉末充填装置では、潤滑剤が添加された流動性が悪い希土類合金粉末であっても、キャビティ内に均一に短時間で効率良く充填することができる。

請求項11に記載の粉末充填装置では、振動機構と容器とを連結させ、衝突部材と振動機構とを分離することで、粉末の舞い散りを抑制でき、振動機構への粉末の噛み込みを減少できる。また、衝突部材を容器の下部に衝突させることによって、衝撃が容器の開口部により直接的に伝わりやすくなる。それによって開口部にある粉末全体に衝撃を伝えることができ、キャビティに粉末を均一に充填できる。

請求項13に記載のプレス成形装置では、上述のようにしてキャビティに均一に充填された粉末をプレス成形すると、密度が均一で寸法バラツキおよび単重バラツキの小さい成形体を作製でき、歩留まりも向上する。

請求項14に記載の焼結磁石製造方法では、上述のようにしてキャビティに均一に充填された粉末をプレス成形すると、密度が均一で寸法バラツキおよび単重バラツキの小さい成形体を作製でき、歩留まりも向上する。さらに、その成形体を焼結すると、寸法バラツキおよび単重バラツキの小さい焼結磁石が得られる。請求項16に記載の焼結磁石製造方法についても同様である。

請求項15に記載の焼結磁石製造方法では、潤滑剤が添加された流動性が悪い希土類合金粉末であっても、キャビティ内に均一に短時間で効率良く充填することができる。

【0020】

請求項17に記載の焼結磁石製造方法では、容器において振動を加える部分と撃力を加える部分とを分離することによって、粉末の舞い散りを抑制できる。また、撃力を容器の下部に加えることによって、開口部にある粉末全体に衝撃を伝えることができ、キャビテ

10

20

30

40

50

ィに粉末を均一に充填できる。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照してこの発明の実施形態について説明する。

図1および図2を参照して、この発明の一実施形態のプレス成形装置10は、プレス成形部12および粉末充填装置14を含む。

プレス成形部12はダイセット16と金型18とを含む。金型18は、ダイ20、下パンチ22および上パンチ24(図6参照)を含む。ダイ20の飽和磁化はたとえば0.005 T以上1.2 T以下に設定される。ダイ20はダイセット16に嵌め込まれ、下パンチ22はダイ20を上下方向に貫通するダイホール26に下方から嵌入自在に配置される。下パンチ22の上端面とダイホール26の内周面とによって任意の容積のキャビティ28(図2(b)参照)が形成される。そして、上パンチ24をキャビティ28内に没入することによって、キャビティ28内に充填された粉末m(後述)が圧縮され、成形体が得られる。また、ダイ20近傍には、磁場発生用コイル29が設けられる。磁場発生用コイル29を用いて粉末mにはプレス成形方向と平行なたとえば1.2 Tの配向磁場が印加される。

10

【0022】

粉末充填装置14は、ダイセット16に隣接配置されるベースプレート30を含む。ベースプレート30上には給粉箱32が設けられ、給粉箱32はたとえば油圧シリンダやエアシリンダ等のシリンダ(または電動サーボモータ)34のシリンダロッド36によってダイ20上と待機位置とを往復移動する。給粉箱32の待機位置近傍には、給粉箱32に粉末mを補給するための補給装置38が設けられる。

20

【0023】

補給装置38では、秤40上にフィーダカップ42が配置され、振動トラフ44によって少しずつフィーダカップ42内に粉末mが落下される。この計量動作は給粉箱32がダイ20上に移動している間に行われる。フィーダカップ42内の粉末mの重量が一定レベルに達した時点でロボット46がフィーダカップ42を把持し、給粉箱32が待機位置に戻ったときにロボット46によってフィーダカップ42内の粉末mが給粉箱32に補給される。フィーダカップ42内の粉末mの量は、1回のプレス動作に伴う給粉箱32内の粉末減少分に相当するように設定され、給粉箱32内の粉末mの量が常に一定量にされる。このように、給粉箱32内の粉末mの量が一定となる結果、粉末mがキャビティ28に重力落下するときの圧力が一定となり、キャビティ28に充填される粉末mの量が一定となる。粉末mにはたとえば希土類合金粉末が用いられる。

30

【0024】

図2(a)および(b)を参照しながら、粉末充填装置14の要部について説明する。粉末充填装置14の給粉箱32は、囲い部材48と囲い部材48の上面に設けられ開閉可能な蓋50とを含む。囲い部材48の内側には粉末容器52が配置され、粉末容器52を挟んで対向するように一对の衝突部材54が設けられる。粉末容器52内に粉末mが収容された給粉箱32は、プレス成形装置10のダイ20に形成されたキャビティ28上まで移動させられ、キャビティ28内に粉末mを供給することができる。

40

【0025】

囲い部材48の上面に設けられた蓋50は、囲い部材48の内側を密閉することができる。好適には、囲い部材48の内部には、たとえば窒素ガスのような不活性ガスが供給されており、粉末容器52に収容された粉末mが大気によって酸化されることを防止する。蓋50の開閉動作は、たとえばエアシリンダなどを用いて自動的に行われ得る。

【0026】

粉末容器52の底部には、粉末mを保持できるとともに、衝突部材54による衝突を受けたときには粉末mを通過させることができる網材56が取り付けられている。網材56としては、好ましくは、SUS304などから形成される目開き1.8 mm以上12.7 mm以下(2~14メッシュ)の金網が用いられ、より好ましくは、目開き3.2 mm以上

50

12.7mm以下(2~8メッシュ)の網材が用いられる。たとえば8メッシュの網材は、線径が約0.6mmの金属線を約3.0mmの間隔で編み合わせることによって作製される。この網材56には、好ましくは、Niなどの材料によるめっきが施されており、これによって、網材56の表面粗度が低くなり、充填の際の希土類合金粉末の流動性を向上させられる。

#### 【0027】

一对の衝突部材54は、それぞれに対して設けられたエアシリンダ58によってそれぞれ独立して駆動される。衝突部材54は、エアシリンダ58によって粉末容器52の方向に向かって素早く移動し、粉末容器52の側壁に衝突することによって撃力(衝撃力)を加えることができる。これによって、粉末容器52に収容された粉末mは、網材56を通過してキャビティ28内に供給される。衝突部材54は、好ましくは、エアシリンダ58を用いて50回~120回/分の割合で粉末容器52と衝突するように駆動される。各衝突部材54の移動のストロークは、たとえば10mm~20mmに設定される。

10

#### 【0028】

粉末容器52は、好ましくは、一方の衝突部材54に衝突されたときに、他方の衝突部材54に向かって移動することができる。このために、囲い部材48には、衝突部材54の移動方向に平行に延びる2つのガイド部材60が設けられており、囲い部材48内において、粉末容器52はガイド部材60に沿って直線的に移動することができる。このようにすれば、他方の衝突部材54を、近づいてくる粉末容器52に対して衝突させることができ、粉末容器52には、移動方向とは逆方向の衝撃力を与えることができる。これによって、キャビティ28内に粉末mを均一に充填することができる。

20

#### 【0029】

粉末容器52の下端部には、フッ素系樹脂製薄板またはフェルトなどから形成される摺動部材62(厚さ:たとえば5mm程度)が設けられている。この摺動部材62の存在によって、粉末容器52とダイ20との間で粉末mの噛み込みが発生しにくくなり、粉末容器52がダイ20上を滑らかに摺動することが可能になる。また、囲い部材48の下端部にも同様の摺動部材64が設けられている。この摺動部材64の存在によって、囲い部材48とダイ20との間で粉末mの噛み込みが発生しにくくなり、囲い部材48がダイ20上を滑らかに摺動することが可能になる。このようにして、給粉箱32は、プレス成形装置10のダイ20上を滑らかに摺動することができる。

30

#### 【0030】

つぎに図3(a)および(b)を参照する。図3(a)は、衝突部材54によって衝撃が与えられる前の状態を示す。粉末mがストリップキャスト法を用いて製造した希土類合金粉末の場合、個々の粉末(particle)は角張った形状を有する。また、粉末mに潤滑剤が添加されていると流動性が低下し、塊状となる。この場合、希土類合金粉末からなる粉末mは、網材56の開口部56a(網目)からは落下し難い状態となっている。このため、目開き1.8mm以上12.7mm以下程度の比較的目的の粗い網材が用いられており、開口部56aの幅(目開き)d1は、数mm~十数mm程度と比較的大きく設定されている。

#### 【0031】

その後、図3(b)に示すように、衝突部材54によって衝撃が加えられると塊は崩れ、上記メッシュより小さい粉末mが、網材56の開口部56aから落下する。なお、図3(a)および(b)において、粉末mの寸法は比較的大きく示されており、実際には、希土類合金粉末からなる粉末mの粒径は典型的には10 $\mu$ m以下であり、開口部56aの幅d1(数mm~十数mm程度)に比べてはるかに小さい。

40

#### 【0032】

このように、この実施形態では、従来のように容器自体を振動させるのではなく、図2(a)および(b)に示したように衝突部材54を粉末容器52に衝突させることによって、粉末容器52に収容された、流動性が悪く塊を形成しやすい粉末mを解砕させ、ばらけた状態の粉末mをキャビティ28内に供給することができる。衝突部材54を用いれば、

50

粉末容器 5 2 に対して極めて短時間に作用する非常に大きい力（瞬間力）を加えることができ、この力を粉末 m にも伝播させて、効果的に粉末 m を細かくばらけた状態にすることができる。この実施形態では、目開き 1.8 mm 以上 12.7 mm 以下程度の比較的目の粗い網を使用することで、粉末充填に要する時間を大幅に低減しつつ、キャビティ 2 8 内に粉末 m を均一に充填することができる。

#### 【 0 0 3 3 】

つぎに、図 4 を参照する。粉末充填装置 1 4 では、キャビティ 2 8 内に粉末 m を供給したあと、給粉箱 3 2 がキャビティ 2 8 上から退去する際、粉末容器 5 2 の底部エッジによって充填粉末の上部をすりきり、それによって、成形すべき所定量の粉末 m をキャビティ 2 8 内へ精度良く充填することができる。このすりきりによる粉末供給量の調節を適切に行うために、粉末容器 5 2 の底部において、網材 5 6 は、ダイ 2 0 の表面から近い位置に取り付けられている。網材 5 6 とダイ 2 0 の表面との間隔 d 2 は、好ましくは 2 mm 未満に設定され、より好ましくは 1 mm 未満に設定される。

10

#### 【 0 0 3 4 】

このように網材 5 6 とダイ 2 0 の表面との間のギャップ d 2 を小さくすれば、キャビティ 2 8 において、ダイ 2 0 表面から盛り上がる粉末 m の量をわずかなものとすることができる。したがって、すりきるべき余分な粉末 m の量が少なく、粉末容器 5 2 による充填粉末のすりきりの際に発生する塊を次の給粉時にキャビティ 2 8 内に充填してしまわない。また、キャビティ 2 8 以外の領域において、ダイ 2 0 の表面と網材 5 6 との間に堆積する粉末 m の量を減少させることができ、すりきり時に余分な粉末 m がキャビティ 2 8 内に充填される（押し込まれる）ことを防止することができる。さらに、キャビティ 2 8 の角部や縁部にはその中央部よりも粉末 m が供給され難い場合であっても、中央部において粉末 m が盛り上がる（すなわち、余分な粉末が堆積される）ことを防止しつつ、キャビティ 2 8 の角部や縁部にも粉末 m をダイ 2 0 表面まで均一に充填することができる。

20

#### 【 0 0 3 5 】

このように、網材 5 6 をダイ 2 0 表面近傍の位置に設けることによって、キャビティ 2 8 内に粉末 m を均一に充填することができる。なお、このようにダイ 2 0 表面の近くに網材 5 6 を設ける場合、網材 5 6 がダイ 2 0 表面と接触することを防止するために、網材 5 6 の撓みを小さくすることが好ましい。このため、網材 5 6 は、好ましくは、歪みが少ない圧延メッシュから形成されている。

30

#### 【 0 0 3 6 】

図 5 は、網材 5 6 とダイ 2 0 表面との間の距離（ギャップ）d 2 と、焼結後の成形体（焼結体）の厚さバラツキとの関係を示すグラフである。厚さバラツキは、プレス成形装置 1 0 を用いて縦 5.5 mm × 横 4.5 mm × 厚さ 1.6 mm のサイズを有するブロック状の成形体を作製した後、これを焼結し、焼結体上面における 4 角近傍の位置および中央の位置の 5 箇所について厚さを測定することによって調べた。厚さバラツキ（％）は、上記 5 箇所における厚さの最大値と最小値との差を上記 5 箇所の厚さの平均値で割った値を表す。なお、厚さバラツキの測定は、各ギャップ d 2 毎に 30 個の焼結体について行っており、その平均値を各ギャップ d 2 の厚さバラツキ（％）として規定している。

40

#### 【 0 0 3 7 】

グラフからわかるように、ギャップ d 2 を 2 mm 未満に設定したときに、厚さバラツキを 4 % 以下に抑えることができ、比較的均一な厚さを有する所望形状の成形体を作製することができた。またグラフから、厚さバラツキの小さい成形体を確実に作製するためにはギャップ d 2 を 1 mm 未満に設定することが好ましく、また、ギャップ d 2 を 0.5 mm 以下に設定すれば、厚さバラツキが大幅に低減された寸法精度の高い成形体を作製できることがわかる。

#### 【 0 0 3 8 】

このように、この実施形態の粉末充填装置 1 4 では、衝突部材 5 4 を用いて撃力によって粉末容器 5 2 内の粉末 m を崩し、これをダイ 2 0 表面近くに位置する比較的目の粗い網材 5 6 を通してキャビティ 2 8 内に供給することによって、キャビティ 2 8 における深さお

50

よび位置に関わらず均一な状態で粉末mを充填することができた。また、粉末供給にかかる時間を大幅に低減することができた。この実施形態の粉末充填装置14を、後述するような材料から形成される潤滑剤が添加されることで流動性が悪くなった希土類合金粉末を供給するために用いた場合、特に大きな効果が得られた。また、深さが30mm以下のキャビティ28に粉末mを充填する場合において、特に大きな効果が得られた。

#### 【0039】

このようなプレス成形装置10の動作について説明する。

給粉箱32内の粉末容器52には窒素ガスなどの不活性ガスが導入されている。この状態で、給粉箱32の蓋50を開けて、ロボット46によってフィーダカップ42内の所定量の粉末mを粉末容器52に供給する。粉末mの供給後、蓋50を閉じて粉末容器52の内部を不活性ガス雰囲気につく。粉末容器52への不活性ガスの導入は、給粉箱32がキャビティ28上を移動するときだけでなく常時行うこととして、粉末の発火を防止する。また、不活性ガスとしてはArやHeも使用できる。

10

#### 【0040】

このようにして粉末mを収容した給粉箱32がキャビティ28上まで移動すると、粉末供給が行われる。この粉末供給は、図2(a)および(b)に示すように、衝突部材54に接続されたエアシリンダ58が駆動され、粉末容器52に撃力が加えられることによって行われる。このように衝突部材54を用いて、連続して多数回衝撃を加えることによって、粉末容器52内に収容された粉末mは、網材56からキャビティ28の内部へ供給される。

20

#### 【0041】

なお、左右の衝突部材54の動作パターンは種々のものとすることができる。たとえば左側の衝突部材54を粉末容器52に衝突させると同時に右側の衝突部材54を粉末容器52から離反させ、その後、右側の衝突部材54を衝突させると同時に左側の衝突部材54を粉末容器52から離反させるというような動作を行うことができる。この際、粉末容器52がダイ20上で往復運動するようにし、粉末容器52自体も細かく振動させることが好ましい。このように、衝突部材54を左右に対向するように設ければ、粉末mがキャビティ28内に入り易い適切な動作パターンで、キャビティ28内に均一に粉末mを供給することが可能になる。

#### 【0042】

図6を参照する。このようにして粉末mが充填された後、上パンチ24が降下し始め、キャビティ28内に充填された粉末mに対しては、磁場発生用コイル29が形成する配向磁場が印加される。上パンチ24および下パンチ22がキャビティ28内の粉末mをプレス成形することによってキャビティ28内で成形体66が形成される。その後、上パンチ24は上昇し、下パンチ22が成形体66を押し上げることによって、成形体66をダイ20から抜き出す(取り出す)。図6は、下パンチ22が成形体66の全体をダイ20から上へ押し上げた状態を示している。

30

#### 【0043】

このプレス成形が終了した後、下パンチ22によって押し上げられた成形体66は、不図示の搬送ロボットによって焼結用台板68(厚さ:0.5mm~3mm)に載せられる。台板68は、たとえばモリブデン材料から構成されている。成形体66は、コンベア70上を台板68とともに搬送されて、たとえば窒素のような不活性ガス雰囲気に保持された空間内に置かれている焼結ケース72へ搭載される。焼結ケース72は、好ましくはモリブデン製の薄い金属板(厚さ:1mm~3mm程度)から構成されている。

40

#### 【0044】

焼結ケース72には、水平方向に延びる複数本のモリブデン製ロッド(支持棒)74が設けられており、ロッド74によって成形体66が載せられた状態の台板68が焼結ケース72内でほぼ水平に支持される。

このように焼結ケース72を使用すれば、焼結炉において多数の成形体66を効率良く焼結できるとともに、成形体66が炉内で暴露された状態で焼結されることを防ぎ、成形体

50

66の酸化等を防止することができる。

【0045】

以下、粉末充填装置14を用いたR-T-(M)-B系の希土類磁石の製造方法を説明する。

R-T-(M)-B系磁石を製造するために、まず、急冷法(冷却速度 $10^2$ °C/sec以上 $10^4$ °C/sec以下)による合金の作製法としてストリップキャスト法を用いて、R-T-(M)-B系合金を作製する。ストリップキャスト法は、たとえば米国特許第5,383,978号に開示されている。具体的には、Nd:26wt%、Dy:5.0wt%、B:1.0wt%、Al:0.2wt%、Co:0.9wt%、Cu:0.2wt%、残部Feおよび不可避不純物からなる組成の合金を高周波溶解によって溶融し、合金溶湯を形成する。この合金溶湯を1350に保持した後、単ロール法によって、合金溶湯を急冷し、厚さ0.3mmのフレーク状合金を得る。このときの急冷条件は、たとえば、ロール周速度約1m/秒、冷却速度500/秒、過冷度200である。

10

【0046】

このフレーク状合金を水素吸蔵法によって粗粉碎した後、ジェットミルを用いて窒素ガス雰囲気中で微粉碎すれば、平均粒径が約3.5µmの合金粉末を得ることができる。この窒素ガス雰囲気中の酸素量は10000ppm程度に低く抑えることが好ましい。このようなジェットミルは、特公平6-6728号公報に記載されている。微粉碎時における雰囲気ガス中に含まれる酸化性ガス(酸素や水蒸気)の濃度を制御し、それによって、微粉碎後における合金粉末の酸素含有量(重量)を6000ppm以下に調整することが好ましい。希土類合金粉末中の酸素量が6000ppmを超えて多くなりすぎると、磁石中に非磁性酸化物の占める割合が増加し、最終的な焼結磁石の磁気特性が劣化してしまうからである。

20

【0047】

こうして得た希土類合金粉末に対して、ロッキングミキサー内で潤滑剤をたとえば0.3wt%添加・混合し、潤滑剤で合金粉末粒子の表面を被覆する。潤滑剤としては、脂肪酸エステルを石油系溶剤で希釈したものをを用いることが好ましい。この実施形態では、脂肪酸エステルとしてカブロン酸メチルを用い、石油系溶剤としてはイソパラフィンを好適に用いることができる。カブロン酸メチルとイソパラフィンの重量比は、たとえば1:9とすればよい。

30

【0048】

なお、潤滑剤の種類は上記のものに限定されるわけではない。脂肪酸エステルとしては、カブロン酸メチル以外に、たとえば、カプリル酸メチル、ラウリル酸メチル、ラウリン酸メチルなどを用いても良い。溶剤としては、イソパラフィンに代表される石油系溶剤やナフテン系溶剤等を用いることができる。潤滑剤添加のタイミングは任意であり、微粉碎前、微粉碎中、微粉碎後の何れであっても良い。液体潤滑剤とともに、ステアリン酸亜鉛などの固体(乾式)潤滑剤を用いても良い。

【0049】

つぎに、プレス成形装置10を用いて、上記合金粉末から成形体を作製する。まず、希土類合金粉末を粉末充填装置14の給粉箱32に充填し、プレス成形装置10のダイ20に形成されたキャビティ28に給粉箱32から合金粉末を供給する。粉末充填装置14を用いれば、キャビティ28内においてブリッジなどを形成しない均一な粉末充填をすることができる。つぎに、キャビティ28内において希土類合金粉末を磁場中でプレス成形(圧縮成形)し、それによって所定形状の成形体を作製する。成形体の密度は、 $3.9\text{g/cm}^3 \sim 4.8\text{g/cm}^3$ たとえば $4.3\text{g/cm}^3$ 程度に設定される。この実施形態では、粉末充填装置14を用いてキャビティ28内に所定量の希土類合金粉末が均一に充填されているので、上記充填された希土類合金粉末をプレス成形することによって、密度が均一な成形体を作製することができる。また、この粉末充填装置14は一度に多数のキャビティに均一な充填ができるので、プレス成形の際に成形体にひびが発生することが防止され、歩留まりを向上することができる。

40

50

## 【0050】

特に、キャビティの深さが30mm以下の場合、キャビティ内に希土類合金粉末が均一に充填されていないと、希土類合金粉末によってブリッジが形成され、作製される成形体の密度のバラツキが大きくなる。粉末充填装置14を用いれば、このような深さの浅いキャビティにも、均一に粉末を充填することができる。その後、図6に示すように、成形体を焼結用台板68上に載せた状態で焼結ケース72内に収容し、これを焼結装置まで搬送し、焼結装置の入り口に設けられている準備室内に挿入する。準備室を密閉した後、酸化防止のため、雰囲気圧力が2パスカル程度になるまで準備室内を真空引きする。つぎに、焼結ケース72を脱バインダ室に搬送し、そこで脱バインダ処理(温度:250~600、圧力:2パスカル、時間:3時間~6時間)を実行する。脱バインダ処理は、磁性粉末の表面を覆っている潤滑剤(バインダ)を焼結工程の前に揮発させるために行うものである。潤滑剤は、プレス成形時における磁性粉末の配向性を改善するため、プレス成形前に磁性粉末と混合されたものであり、磁性粉末の各粒子間に存在している。脱バインダ処理時には成形体から有機系ガス、水蒸気などの各種のガスが発生する。したがって、これらのガスを吸収することができるゲッターを焼結ケース72内に予め置いておくことが望ましい。

10

## 【0051】

脱バインダ処理が終了した後、焼結ケース72は焼結室に搬送され、アルゴンガス雰囲気中で、1000~1100の焼結処理を2時間~5時間程度受ける。これにより、成形体が収縮を伴って焼結し、焼結体が得られる。

20

このとき、この実施形態では、成形体の密度が均一であるので、焼結時において磁気異方性方向の縮みのバラツキが小さくなる。したがって、焼結体の寸法調整のための加工時間を短縮することができ、生産性を向上させることができる。

## 【0052】

その後、焼結ケース72は冷却室に搬送され、ここで室温程度に低下するまで冷却される。冷却された焼結体は、時効処理炉に挿入され、通常の時効処理工程が実行される。時効処理は、たとえば、アルゴン等の雰囲気ガスの圧力を2パスカル程度とし、400~600の温度にて3時間~7時間程度行われる。時効処理を行う際、焼結ケース72から焼結体を取り出し、これをステンレス鋼のメッシュ容器に移し替えてから処理を行うようにしてもよい。

30

## 【0053】

所定の磁気特性が付与されるように作製された希土類磁石の焼結体は、所望の形状を持つように切削・研磨される。このとき、焼結体の寸法のバラツキが小さいので、形状加工に要する時間を短縮することができる。その後、所望の形状にされた磁石に対し、耐候性を高めるために、NiやSnなどから形成される保護膜を形成するなどして表面処理が必要に応じて行われ、製品としての希土類磁石が完成する。

## 【0054】

なお、この発明の製造方法によって作製される希土類磁石(R-T-(M)-B系磁石)は、前述の組成を有する磁石に限定されず、たとえば、希土類元素Rとして、Y、La、Ca、Pr、Nd、Sm、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Luの少なくとも一種の元素を含有する原料を用いることができる。十分な磁化を得るには、希土類元素Rのうちの50at%以上がPrまたはNdの何れかまたは両方によって占められることが好ましい。

40

## 【0055】

FeおよびCoを含む遷移金属元素Tは、Feのみから構成されていても良いが、Coの添加によってキュリー温度が上昇し、耐熱性が向上する。遷移金属元素Tの50at%以上はFeで占められることが好ましい。Feの割合が50at%を下回ると、Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B型化合物の飽和磁化そのものが減少するからである。

Bは、正方晶Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B型結晶構造を安定的に析出するために必須である。Bの添加量が4at%未満ではR<sub>2</sub>T<sub>17</sub>相が析出するため保磁力が低下し、減磁曲線の角型性が著

50

しく損なわれる。したがって、Bの添加量は4at%以上であることが好ましい。

【0056】

粉末の磁気的な異方性をより高めるために、他の添加元素を付与してもよい。添加元素としては、Al、Ti、Cu、V、Cr、Ni、Ga、Zr、Nb、Mo、In、Sn、Hf、Ta、Wからなる群から選択された少なくとも1種類の元素が好適に使用され得る。磁気的に等方性の磁粉を得るには添加元素Mは不要だが、固有保磁力を高めるためにAl、Cu、Ga等を添加してもよい。

【0057】

ついで、図7に、他の実施形態の粉末充填装置14aの要部を示す。

粉末充填装置14aは粉末容器76を含み、粉末容器76の内側には、複数の仕切り板78が設けられている。このように仕切り板78を設ければ、衝突部材54が粉末容器76の側壁に衝突した際、粉末容器76内の仕切り板78にて仕切られた粉末mに分散して撃力を伝達することができ、より効率良く粉末mを充填することができる。このようにすれば、キャビティ28への粉末充填時間を大幅に短縮することができる。なお、仕切り板78は、上下方向（粉末容器76の高さ方向）に位置調節が可能であり、粉末容器76に收容される粉末mの量に応じて、仕切り板78の位置を調節することによって、粉末全体に対して適切な力を加えることができる。

【0058】

また、粉末容器の底部に設けられる網材として、図8(a)および(b)に示すような網材80および82が用いられてもよい。図8(a)に示すように、網材80は粗さの異なる2種類の網材80aおよび80bを含み、図8(b)に示すように、網材82は粗さの異なる2種類の網材82aおよび82bを含む。このように、網材の位置に応じてその粗さを変えれば、キャビティ28内に充填する粉末mの量を部分的に調節することができる。

【0059】

上述のように、キャビティ28の角部や縁部には、中央部よりも粉末供給量が少なくなる場合がある。このような場合、キャビティ28の全体に均一に同量の粉末を供給するためには、キャビティ28の角部や縁部において、より粉末mが供給され易くすることが好ましい。

このため、図8(a)および(b)に示す網材80および82では、キャビティ28の縁部に対応する部分により粗い目の網材80bおよび82bを設け、中央部にはより細かい目の網材80aおよび82aを設けている。このようにすれば、キャビティ28の縁部においてその中央部よりも多くの粉末mを充填することができる。

【0060】

また、図8(b)に示す網材82では、粉末充填後の擦りきり時において網材82が移動する方向（図において矢印Aで示す方向）の手前側に目の細かい網材82aを設け、この部分において粉末mが供給され難いようにしている。これは、擦りきり時においてダイ20上に散らばっていた粉末mがキャビティ28内の縁部（上記目の細かい網材を設けた場所）にも供給されることがあるため、予めその分を少なくしておくためである。このようにすれば、擦りきり後に、適切な量の粉末mをキャビティ28全体に均一に充填することができる。

【0061】

以下、表1にこの発明の実施形態および比較例の実験結果を示す。

実施形態1では、図2に示す粉末充填装置14を用いてキャビティ28内に希土類合金粉末の充填を行ったあと、プレス成形によって成形体を作製した。実施形態2では、図7に示す粉末充填装置14aを用いて成形体を作製した。比較例1では特開2000-248301号に開示されるシェーカー式の粉末充填装置を用いて成形体を作製した。

【0062】

このようにして作製された成形体のそれぞれを焼結し、焼結体の厚さバラツキおよび単重バラツキを測定した。厚さバラツキは、作製された焼結体の厚さを9点で測定し、この9

10

20

30

40

50

点における厚さの最大値と最小値との差を求め、この差を9点の厚さの平均値で割ることによって求めた。なお、表1における厚さバラツキの値は、200個の焼結体の各々について求めた厚さバラツキ(%)の平均値を示している。また、単重バラツキは、200個の焼結体における単重最大値と単重最小値との差を求め、この差を焼結体200個の平均重量で割った数値を示している。なお、給粉時間は、ある一定量の粉末をキャピティ内に充填するのに要した時間を示す。

【0063】

【表1】

	方 式	給粉時間	単重バラツキ (R/AVE)	厚さバラツキ (R/AVE)
実施形態1	衝突式粉末充填装置	12秒	2.67%	1.54%
実施形態2	衝突式粉末充填装置 +仕切り板	10秒	2.35%	1.12%
比較例1	シェーカー式粉末充填装置	15秒	5.40%	2.74%

10

【0064】

上記表1より、特開2000-248301号に示すシェーカー式の粉末充填装置を用いた場合(比較例1)に比べて、図2および図7に示す粉末充填装置14および14aを用いた場合(実施形態1および2)の方が、充填速度が速く、かつ、焼結体の寸法および重さのバラツキが小さいことがわかる。

20

【0065】

さらに、図9(a)および(b)に、その他の実施形態の粉末充填装置14bの要部を示す。

粉末充填装置14bは、粉末容器52の上部に連結される振動機構84を有し、振動機構84はエアシリンダ等のシリンダ86に接続される。また、一对の衝突部材88が、粉末容器52の下部に衝突できるように囲い部材48に取り付けられる。衝突部材88の先端部90は、たとえば硬質の樹脂等によって構成され、これによって粉末容器52との衝突時の火花の発生を抑えることができる。網材56のメッシュ寸法やダイ20表面から網材56までの距離等、その他の構成については図2(a)および(b)に示す粉末充填装置14と同様である。

30

【0066】

このような粉末充填装置14bでは、シリンダ86によって振動機構84を駆動し、振動機構84で粉末容器52の上部を振動させることによって、衝突部材88と粉末容器52の下部とを衝突させる。粉末容器52の移動ストロークはたとえば1mm~15mmである。

粉末充填装置14bでは、振動機構84を上部、衝突部材88を下部にそれぞれ配置し、両者を分離させることで、衝突部材88をダイ20表面により近づけることができ、粉末mが充填された粉末容器52の開口部56aにより均一に衝撃力を加えることができるので、粉末mをキャピティ28により均一かつ安定的に充填できる。

40

【0067】

また、たとえば、粉末mが10μm以下の微細な粉末である場合、給粉箱32b内で粉末mが舞い上がり粉末容器52の外に舞い散ることを抑制でき、囲い部材48とエアシリンダ86との摺動部等に粉末mが噛み込むのをなくすることができる。

さらに、粉末充填装置14bを用いてキャピティ28に充填された粉末mを、図1に示す実施形態と同様にしてプレス成形し、さらに焼結して焼結磁石を製造すれば、寸法バラツキ、単重バラツキの小さい焼結磁石を得ることができる。

50

粉末充填装置 1 4 b を用いれば、上記表 1 の実施形態 2 の場合とほぼ同様の効果が得られる。

【 0 0 6 8 】

【発明の効果】

この発明によれば、容器に撃力を加えることによって容器内の粉末を供給しているため、粉末をばらけた状態とすることができ、キャビティにおける深さおよび位置に関わらず均一な状態で粉末を充填することができる。また、粉末供給に必要な時間を大幅に低減することができる。

また、上述のようにしてキャビティに均一に充填された粉末をプレス成形すると、密度が均一で寸法バラツキおよび単重バラツキの小さい成形体を作製できる。さらに、その成形体を焼結すると、寸法バラツキおよび単重バラツキの小さい焼結磁石が得られる。

10

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の一実施形態のプレス成形装置の要部を示す斜視図である。

【図 2】図 1 の実施形態で用いられる粉末充填装置の要部を示す図であり、( a ) は蓋を取り外した状態での平面図、( b ) は粉末を収容した状態での断面図を示す。

【図 3】衝撃力を加えることによって網材から粉末が落下する様子を示す断面図であり、( a ) は衝撃力を加える前の状態、( b ) は衝撃力を加えた直後の状態を示す。

【図 4】粉末容器の一部を拡大して示し、ダイ表面と網材とのギャップを説明するための断面図である。

【図 5】ダイ表面と網材とのギャップと、厚さバラツキとの関係を示すグラフである。

20

【図 6】図 1 に示すプレス成形装置およびその周辺部を示す図解図である。

【図 7】他の実施形態の粉末充填装置の要部を示す断面図である。

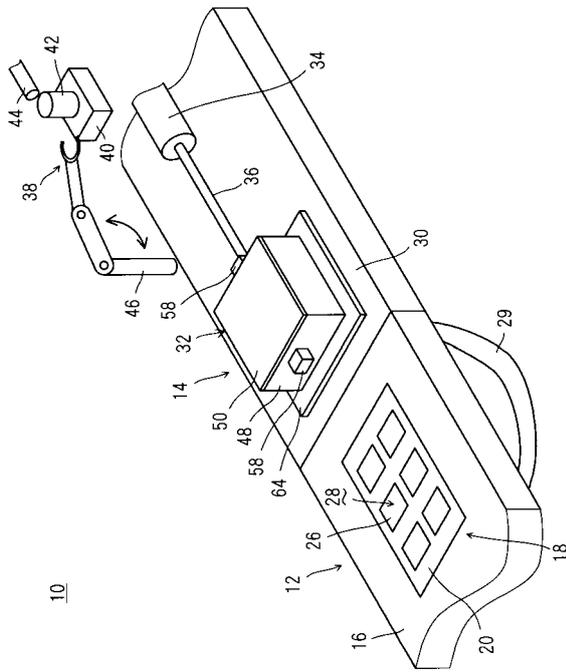
【図 8】網材の変形例を示す平面図である。

【図 9】さらにその他の実施形態の粉末充填装置の要部を示す図であり、( a ) は蓋を取り外した状態での平面図、( b ) は粉末を収容した状態での断面図を示す。

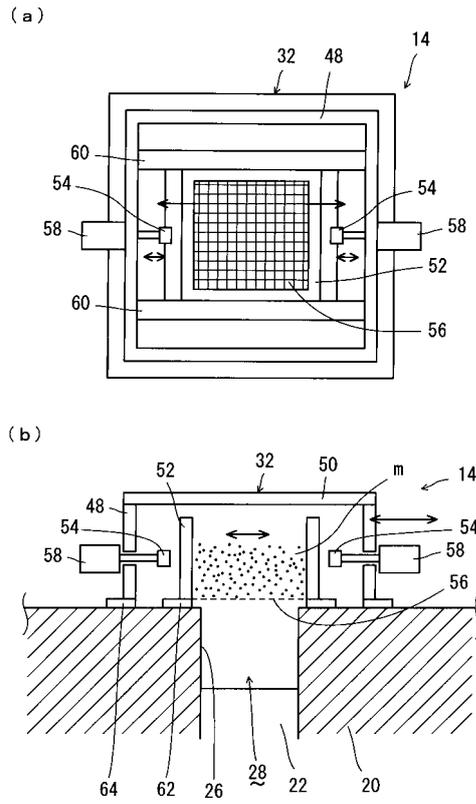
【符号の説明】

1 0	プレス成形装置	
1 2	プレス成形部	
1 4、1 4 a、1 4 b	粉末充填装置	
2 0	ダイ	30
2 2	下パンチ	
2 4	上パンチ	
2 8	キャビティ	
5 2、7 6	粉末容器	
5 4、8 8	衝突部材	
5 6、8 0、8 0 a、8 0 b、8 2、8 2 a、8 2 b	網材	
5 6 a	開口部	
6 6	成形体	
7 8	仕切り板	
8 4	振動機構	40
d 1	開口部の幅	
d 2	網材とダイ表面との間のギャップ	
m	粉末	

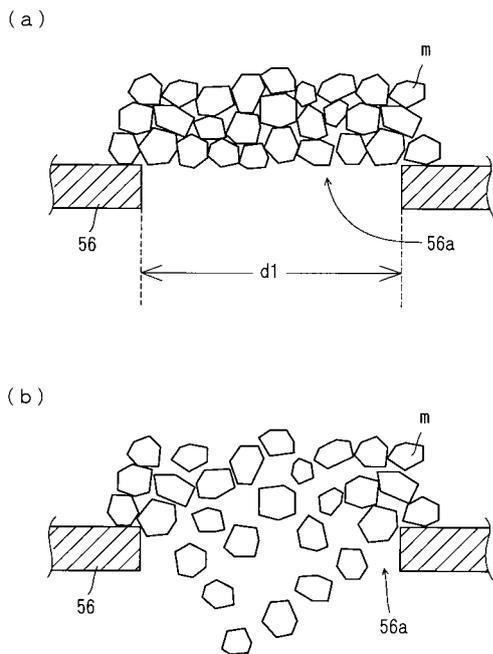
【図1】



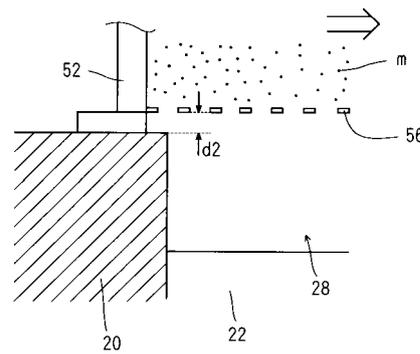
【図2】



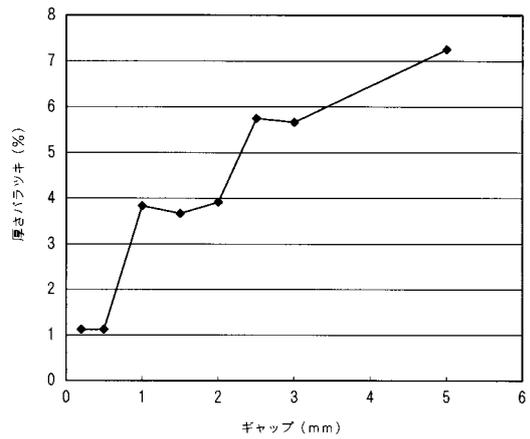
【図3】



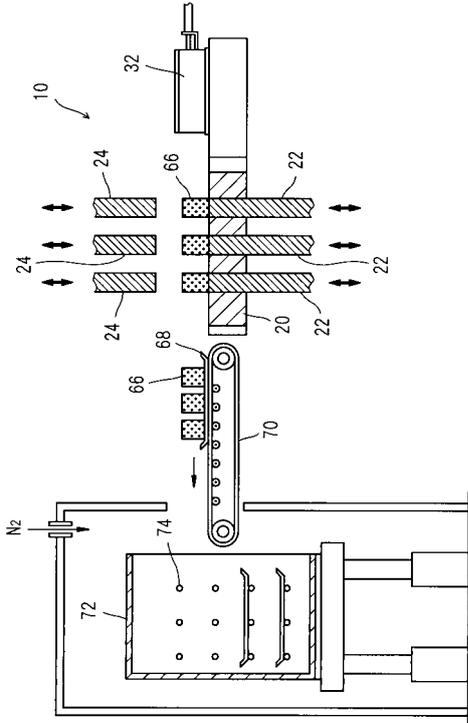
【図4】



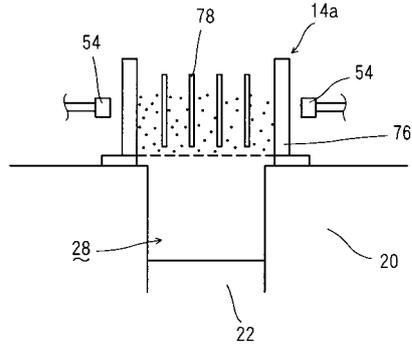
【図5】



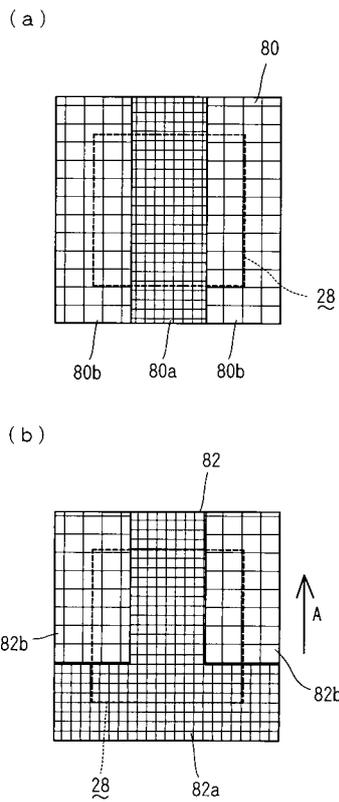
【 図 6 】



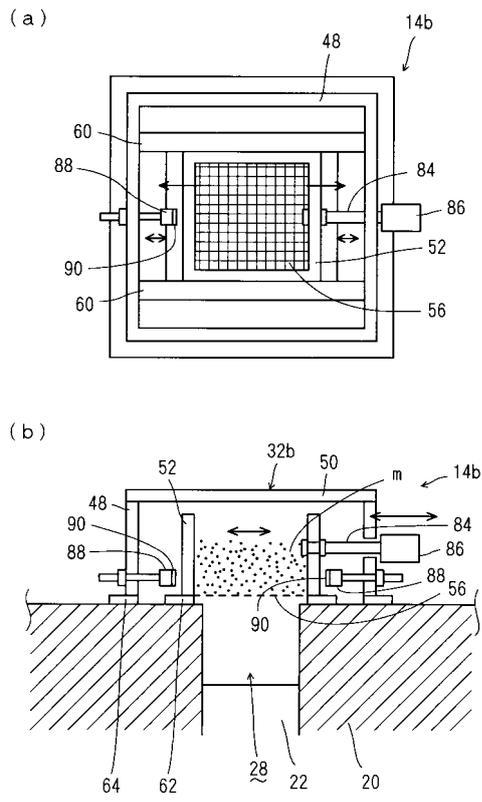
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 高野 芳郎

佐賀県杵島郡大町町大字福母282番 住友特殊金属株式会社 大町事業所内

審査官 村山 睦

(56)参考文献 特開昭61-147802(JP,A)  
特開平11-156302(JP,A)  
実開平02-025537(JP,U)  
特開2000-248301(JP,A)  
特開平08-300194(JP,A)  
特開平10-259403(JP,A)  
実公昭59-032568(JP,Y2)  
特開平11-010395(JP,A)  
実開昭63-053396(JP,U)  
登録実用新案第3004456(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B30B 11/00

B30B 15/30

B22F 3/00

B22F 3/035