

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-5869

(P2010-5869A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
B 2 8 B 3/02 (2006.01) B 2 8 B 3/02 H 4 G 0 5 4
B 3 0 B 11/04 (2006.01) B 3 0 B 11/04

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2008-166557 (P2008-166557)
 (22) 出願日 平成20年6月25日 (2008. 6. 25)

(71) 出願人 000005832
 パナソニック電工株式会社
 大阪府門真市大字門真1048番地
 (74) 代理人 100067828
 弁理士 小谷 悦司
 (74) 代理人 100115381
 弁理士 小谷 昌崇
 (74) 代理人 100097054
 弁理士 麻野 義夫
 (74) 代理人 100133798
 弁理士 江川 勝
 (74) 代理人 100143373
 弁理士 大西 裕人

最終頁に続く

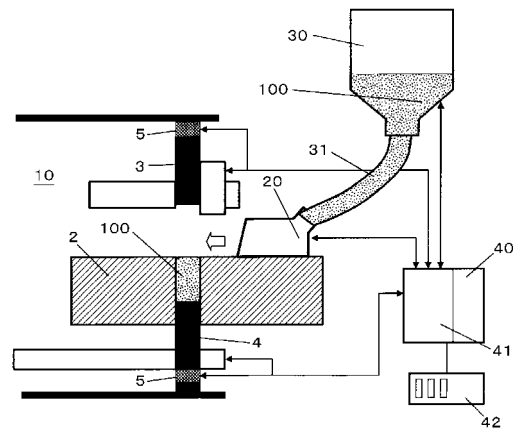
(54) 【発明の名称】 セラミック造粒体用圧縮成形装置

(57) 【要約】

【課題】設置する場所の湿度や温度を管理できない場合においても、成形ショット毎の製品バラツキを抑制できるセラミック造粒体用圧縮成形装置を提供する。

【解決手段】金型ダイス2から挿入された第一パンチ3及び第二パンチ4により、金型ダイス2内に充填されたセラミック造粒体100を圧縮するための圧縮成形機本体10と、圧縮成形機本体10の金型ダイス2内にセラミック造粒体100を充填するための充填器20と、供給ホッパ30とを備え、充填器20には、セラミック造粒体100の含水率 W_x を測定する水分率センサ21及び温度 T_x を測定する温度センサ22が備えられており、圧縮成形機本体10には圧縮成形時に生じる圧力 P_x を測定する圧力センサ5が備えられており、含水率 W_x 及び/又は温度 T_x に基づき、圧縮ピーク圧及び/又は、圧縮間隔を補正するような制御手段40を備えるセラミック造粒体用圧縮成形装置。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

セラミック粉体と樹脂バインダとを含有する混合物を造粒して得られるセラミック造粒体を、圧縮成形するためのセラミック造粒体用圧縮成形装置であって、

金型ダイスの両端から挿入された第一パンチ及び第二パンチにより、該金型ダイス内に充填されたセラミック造粒体を、圧縮するための圧縮成形機本体と、

前記圧縮成形機本体の金型ダイス内にセラミック造粒体を充填するための充填器と、

前記充填器にセラミック造粒体を供給するための供給ホッパと、を備え、

前記充填器には、収納されたセラミック造粒体の含水率 W_x を測定するための水分率センサ及び収納されたセラミック造粒体の温度 T_x を測定するための温度センサが備えられており、

前記圧縮成形機本体には圧縮成形時における第一パンチ及び第二パンチに生じる圧力 P_x を測定するための圧力センサがさらに備えられており、

前記測定された、含水率 W_x 及び / 又は温度 T_x に基づき、該第一パンチ及び第二パンチの圧縮ピーク圧及び / 又は、圧縮間隔を補正するような制御手段を備えていることを特徴とするセラミック造粒体用圧縮成形装置。

【請求項 2】

前記圧縮成形機本体における第一パンチ及び第二パンチによるセラミック造粒体の圧縮終点は、第一パンチ及び第二パンチに掛かる基準圧縮ピーク圧 P_0 を設定値とする圧力制御がなされており、

前記含水率 W_x が、予め定められた最適含水率 W_0 よりも高い場合には基準圧縮ピーク圧 P_0 を所定圧だけ低下させる補正をし、予め定められた最適含水率 W_0 よりも低い場合には基準圧縮ピーク圧 P_0 を所定圧だけ上昇させる補正をするような制御手段を備える請求項 1 に記載のセラミック造粒体用圧縮成形装置。

【請求項 3】

補正された圧縮ピーク圧 P_{A1} が下記式 (1) :

$$P_{A1} = P_0 / \dots (1)$$

(式 (1) 中、 P_0 は、前記セラミック造粒体の含水率 W を横軸に、該セラミック造粒体を圧縮成形したときの該含水率 W に対するプレス圧 P を縦軸にプロットし、それを結ぶ近似曲線から、基準含水率 W_0 における接線の傾きを A_1 、含水率 W_x のときの接線の傾きを B_1 とした場合に、 $P_{A1} = A_1 / B_1$ を用いて算出される係数である)

により求められる請求項 2 に記載のセラミック造粒体用圧縮成形装置。

【請求項 4】

温度 T_x が、予め定められた最適温度 T_0 よりも高い場合には基準圧縮ピーク圧 P_0 を所定圧だけ低下させる補正をし、温度 T_x が、予め定められた最適温度 T_0 よりも低い場合には基準圧縮ピーク圧 P_0 を所定圧だけ上昇させる補正をするような制御手段をさらに備える請求項 2 に記載のセラミック造粒体用圧縮成形装置。

【請求項 5】

補正された圧縮ピーク圧 P_{A2} が下記式 (2) :

$$P_{A2} = P_0 / \dots (2)$$

(式 (2) 中、 P_0 は、前記セラミック造粒体の含水率 W を横軸に、該セラミック造粒体を圧縮成形したときの該含水率 W に対するプレス圧 P を縦軸にプロットし、それを結ぶ近似曲線から、基準含水率 W_0 における接線の傾きを A_1 、含水率 W_x のときの接線の傾きを B_1 とした場合に、 $P_{A1} = A_1 / B_1$ を用いて算出される係数、 T_0 は前記セラミック造粒体の温度 T を横軸に、該セラミック造粒体を圧縮成形したときの該温度 T に対するプレス圧 P を縦軸にプロットし、それを結ぶ近似曲線から、基準温度 T_0 における接線の傾きを A_2 、温度 T_x のときの接線の傾きを B_2 とした場合に、 $P_{A2} = A_2 / B_2$ を用いて算出される係数である)

により求められる請求項 4 に記載のセラミック造粒体用圧縮成形装置。

【請求項 6】

10

20

30

40

50

前記圧縮成形機本体における第一パンチ及び第二パンチによるセラミック造粒体の圧縮終点は、第一パンチと第二パンチとの基準間隔 L_0 を設定値とする位置制御されており、

前記含水率 W_x が、予め定められた最適含水率 W_0 よりも低い場合には基準間隔 L_0 を所定量だけ狭くする補正をし、予め定められた最適含水率 W_0 よりも高い場合には基準間隔 L_0 を所定量だけ広げる補正をするような制御手段を備えた請求項 1 に記載のセラミック造粒体用圧縮成形装置。

【請求項 7】

補正された間隔 L_{A1} が下記式 (3) :

$$L_{A1} = L_0 \cdot \dots (3)$$

(式 (3) 中、 L_{A1} は、前記セラミック造粒体の含水率 W を横軸に、該セラミック造粒体を圧縮成形したときの該含水率 W に対するプレス圧 P を縦軸にプロットし、それを結ぶ近似曲線から、基準含水率 W_0 における接線の傾きを A_1 、含水率 W_x のときの接線の傾きを B_1 とした場合に、 $L_{A1} = A_1 / B_1$ を用いて算出される係数である)

により求められる請求項 6 に記載のセラミック造粒体用圧縮成形装置。

【請求項 8】

温度 T_x が、予め定められた最適温度 T_0 よりも低い場合には基準間隔 L_0 を所定量だけ狭くする補正をし、温度 T_x が、予め定められた最適温度 T_0 よりも高い場合には基準間隔 L_0 を所定量だけ広げる補正をするような制御手段をさらに備える請求項 6 に記載のセラミック造粒体用圧縮成形装置。

【請求項 9】

補正された間隔 L_{A2} が下記式 (4) :

$$L_{A2} = L_0 \cdot \dots (4)$$

(式 (4) 中、 L_{A2} は、前記セラミック造粒体の含水率 W を横軸に、該セラミック造粒体を圧縮成形したときの該含水率 W に対するプレス圧 P を縦軸にプロットし、それを結ぶ近似曲線から、基準含水率 W_0 における接線の傾きを A_1 、含水率 W_x のときの接線の傾きを B_1 とした場合に、 $L_{A2} = A_1 / B_1$ を用いて算出される係数、 L_{A2} は前記セラミック造粒体の温度 T を横軸に、該セラミック造粒体を圧縮成形したときの該温度 T に対するプレス圧 P を縦軸にプロットし、それを結ぶ近似曲線から、基準温度 T_0 における接線の傾きを A_2 、温度 T_x のときの接線の傾きを B_2 とした場合に、 $L_{A2} = A_2 / B_2$ を用いて算出される係数である)

により求められる請求項 8 に記載のセラミック造粒体用圧縮成形装置。

【請求項 10】

前記測定された温度 T_x 及び含水率 W_x に基づき、前記供給ホッパ内部及び / 又は前記充填器内部の湿度を基準温度 T_0 及び基準含水率 W_0 に近づくように調整する調湿手段が備えられている請求項 1 ~ 9 の何れか 1 項に記載のセラミック造粒体用圧縮成形装置。

【請求項 11】

前記温度 T_x 及び含水率 W_x が、予め設定された所定範囲外の場合に、アラームを発報する手段を備える請求項 1 ~ 10 の何れか 1 項に記載のセラミック造粒体用圧縮成形装置。

【請求項 12】

セラミック造粒体の圧縮時に計測された圧力ピーク P_x が、所定の設定圧 P_s よりも低い場合には、次サイクルの圧縮成形サイクルにおいて充填されるセラミック造粒体の量を増加させ、該所定の設定圧 P_s よりも高い場合には次サイクルの圧縮成形サイクルにおいて充填されるセラミック造粒体の量を減少させるような補正をする制御手段を備える請求項 1 ~ 11 の何れか 1 項に記載のセラミック造粒体用圧縮成形装置。

【請求項 13】

$n + 1$ ショット目 (n は 1 以上の整数) の圧縮成形サイクルにおいて充填されるセラミック造粒体の充填量 M_{n+1} が下記式 (5) :

$$M_{n+1} = M_n \pm R_0 \cdot \dots (5)$$

(式 (5) 中、 M_n は n ショット目の前記セラミック造粒体の充填量、 R_0 は基準給粉充

10

20

30

40

50

填補正量、 α は、前記セラミック造粒体の含水率 W を横軸に、該セラミック造粒体を圧縮成形したときの該含水率 W に対するプレス圧 P を縦軸にプロットし、それを結ぶ近似曲線から、基準含水率 W_0 における接線の傾きを A_1 、含水率 W_x のときの接線の傾きを B_1 とした場合に、 $\alpha = A_1 / B_1$ を用いて算出される係数、 β は前記セラミック造粒体の温度 T_x を横軸に、該セラミック造粒体を圧縮成形したときの該温度 T_x に対するプレス圧 P_x を縦軸にプロットし、それを結ぶ近似曲線から、基準温度 T_0 における接線の傾きを A_2 、温度 T_x のときの接線の傾きを B_2 とした場合に、 $\beta = A_2 / B_2$ を用いて算出される係数である)

になるように制御される請求項 12 に記載のセラミック造粒体用圧縮成形装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明はセラミック粉体と樹脂バインダとを含有する混合物を造粒して得られるセラミック造粒体を、圧縮成形するためのセラミック造粒体用圧縮成形装置に関する。

【背景技術】

【0002】

セラミック成形体の成形方法として、圧縮成形法が知られている。このような圧縮成形法に用いられる成形材料としては、例えば、特許文献 1 に記載されたような、セラミック粉体と樹脂バインダとを含有する混合物を造粒して得られるセラミック造粒体が用いられている。樹脂バインダでセラミック粉体を固めることにより、セラミック成形材料に給粉流動性と押圧接着性を付与することができる。

20

【0003】

セラミック造粒体を圧縮成形装置により圧縮成形する場合、圧縮成形の圧縮終点を圧力ピークで制御した場合には、棒状のインゴットを成形するときにはショット毎に長さのバラツキが生じるという問題があった。また、圧縮終点を上パンチと下パンチとの間の間隔で制御した場合には、得られるインゴットの密度にバラツキが生じるという問題があった。

【特許文献 1】特開 2000 - 327431 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

本発明者らは、上記のような成形ショット毎の長さや密度のバラツキの原因は、樹脂バインダの粘弾性によるものと考えている。具体的には、樹脂バインダは、含水率や温度の変化により粘弾性が変化するため、成形ショット毎に供給される材料の含水率や温度がばらつくことにより、セラミック造粒体の充填流動性や圧縮性が成形ショット毎にばらつくと考えている。例えば、成形の圧縮終点を圧力で制御する場合、同じ圧力に達するまで圧縮しても、セラミック造粒体の剛性が高い場合には十分に圧縮されず、図 9 (a) に示すように相対的に長いインゴット 80a が形成され、セラミック造粒体の剛性が低い場合には圧縮されすぎて図 9 (b) に示すように相対的に短いインゴット 80b が得られるような成形になる。また、例えば、成形の終点の金型のパンチ間間隔で制御する場合、同じ間隔で圧縮しても、セラミック造粒体の剛性が高い場合には圧縮されにくくなるために成形体密度が低いインゴットが形成され、セラミック造粒体の剛性が低い場合には圧縮されやすくなるために、成形体密度が高いインゴットが形成されるような成形になる。

40

【0005】

このような成形ショット毎に供給される材料の含水率や温度がばらつくことによる製品バラツキを抑制するために、圧縮成形機を恒温恒湿管理された場所に設置して、圧縮成形を行うことも考えられる。しかしながら、多数の圧縮成形機を並置して大量生産を行う工場生産のような場合、十分に環境管理された場所を用意することは、生産コストに悪影響を与えるおそれがある。

【0006】

50

本発明は、圧縮成形機を設置する場所の湿度や温度を精密に管理できない場合においても、成形ショット毎の製品の長さや密度のバラツキを抑制することができるセラミック造粒体用圧縮成形装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するための本発明のセラミック造粒体用圧縮成形装置は、金型ダイスの両端から挿入された第一パンチ及び第二パンチにより、該金型ダイス内に充填されたセラミック造粒体を、圧縮するための圧縮成形機本体と、前記圧縮成形機本体の金型ダイス内にセラミック造粒体を充填するための充填器と、前記充填器にセラミック造粒体を供給するための供給ホッパと、を備え、前記充填器には、収納されたセラミック造粒体の含水率 W_x を測定するための水分率センサ及び収納されたセラミック造粒体の温度 T_x を測定するための温度センサが備えられており、前記圧縮成形機本体には圧縮成形時における第一パンチ及び第二パンチに生じる圧力 P_x を測定するための圧力センサがさらに備えられており、前記測定された、含水率 W_x 及び / 又は温度 T_x に基づき、該第一パンチ及び第二パンチの圧縮ピーク圧及び / 又は、圧縮間隔を補正するような制御手段を備えているものである。セラミック粉体と樹脂バインダとを含有する混合物を造粒して得られるセラミック造粒体（以下、単にセラミック造粒体とも呼ぶ）は、樹脂バインダを含有するために、含水率や温度により弾性率が変化しやすい。本発明によれば、圧縮される直前の含水率 W_x 、及び / 又は温度 T_x を測定し、得られた含水率 W_x 、及び / 又は温度 T_x に基づいてショット毎の成形条件を微調整するために、圧縮終点を圧力制御する場合には、ショット毎に長さのバラツキを抑制でき、圧縮終点を上パンチと下パンチとの間の間隔で制御する場合には、得られるインゴットの密度のバラツキを抑制できる。すなわち、予めセラミック造粒体の含水率 W_x 、及び / 又は温度 T_x を計測し、その値を圧縮条件の補正に用いることにより、バラツキの少ない成形体を得るためのフィードフォワード制御に用いることができる。

10

20

【0008】

上記セラミック造粒体用圧縮成形装置においては、前記圧縮成形機本体における第一パンチ及び第二パンチによるセラミック造粒体の圧縮終点は、第一パンチ及び第二パンチに掛かる基準圧縮ピーク圧 P_0 を設定値とする圧力制御がなされている場合には、前記含水率 W_x が、予め定められた最適含水率 W_0 よりも高い場合には基準圧縮ピーク圧 P_0 を所定圧だけ低下させる補正をし、予め定められた最適含水率 W_0 よりも低い場合には基準圧縮ピーク圧 P_0 を所定圧だけ上昇させる補正をするような制御手段を備えることが好ましい。

30

【0009】

また、上記セラミック造粒体用圧縮成形装置においては、前記圧縮成形機本体における第一パンチ及び第二パンチによるセラミック造粒体の圧縮終点は、第一パンチ及び第二パンチの基準間隔 L_0 で位置制御されている場合には、含水率 W_x が、予め定められた最適含水率 W_0 よりも低い場合には基準間隔 L_0 を所定量だけ狭くする補正をし、予め定められた最適含水率 W_0 よりも高い場合には基準間隔 L_0 を所定量だけ広げる補正をするような制御手段を備えることが好ましい。

40

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、セラミック造粒体を連続して複数ショット圧縮成形する場合の、ショット間の長さや密度のバラツキを抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

本発明のセラミック造粒体用圧縮成形装置を図面を参照しながら説明する。

【0012】

図1は本実施形態のセラミック造粒体用圧縮成形装置の構成を模式的に示した、構成模式図である。

50

【0013】

図1中、10は、金型ダイス2、第一パンチ3、第二パンチ4を備えたセラミック造粒体を圧縮するための圧縮成形機本体であり、20は圧縮成形機本体10の金型ダイス2にセラミック造粒体100を充填する粉箱である充填器であり、30は充填器20にセラミック造粒体を供給するための供給ホッパ、40は制御部、41は記憶部、42は成形条件設定部である。そして、第一パンチ3及び第二パンチ4には、圧縮成形時における第一パンチ3及び第二パンチ4に生じる圧力 P_x を測定するための圧力センサ5がさらに備えられている。また、充填器20と供給ホッパ30とは供給路31によって連結されている。

【0014】

図2は、充填器20の拡大模式図である。充填器20は、供給ホッパ30から供給されたセラミック造粒体100を白抜矢印方向に可動することにより金型ダイス2に充填する装置である。充填器20には、収納されたセラミック造粒体100の含水率 W_x を測定するための水分率センサ21、収納されたセラミック造粒体の温度 T_x を測定するための温度センサ22が備えられており、記憶部41を通じて制御部40に接続されている。

【0015】

記憶部41は、機能的に圧縮成形装置の一般的な設定条件及び水分率センサ21で計測された含水率 W_x 、温度センサ22で計測された温度 T_x 、圧力センサ5で計測された圧力 P_x 等を記憶する装置であり、例えば、RAM(Random Access Memory)等の揮発性の記憶素子を備えて構成される。また、制御部40は、例えば、マイクロプロセッサ、記憶素子及びその周辺回路等を備えて構成され、機能的に圧縮成形装置の一般的な設定条件及び記憶部41で記憶された含水率 W_x 、温度 T_x 、圧力 P_x データに基づいて図略の演算処理手段により演算処理し、また、設定条件に従って圧縮成形工程を制御する。なお、制御部40及び記憶部41の具体的な態様については本発明においては特に限定されない。本実施形態においては、特に、水分率センサ21で計測された含水率 W_x 、温度センサ22で計測された温度 T_x を記憶し、記憶された含水率 W_x 、温度 T_x に基づいて、後に詳しく説明するように基準圧縮ピーク圧 P_0 や第一パンチと第二パンチとの基準間隔 L_0 を微調整する補正をするための補正值を演算し、該補正值により補正された圧縮ピーク圧 P_A やプレス間隔 L_A で、前記記憶素子に予め記憶されている制御プログラムに従いセラミック造粒体用圧縮成形装置の各部を当該機能に応じてそれぞれ制御する。

【0016】

圧縮成形工程の制御としては、例えば、供給ホッパ30から充填器20へのセラミック造粒体100の供給量を、図略の供給量制御部により設定供給量と実供給量を比較しながら調整したり、充填器20による金型ダイス2へのセラミック造粒体100の充填タイミング、圧縮成形機本体10における、第一パンチ3及び第二パンチ4の可動タイミング、金型ダイス2及び第二パンチ4で規定される充填量の制御等が行われる。

【0017】

このような構成のセラミック造粒体用圧縮成形装置では、まず、圧縮成形装置の操作者は、成形条件設定部42から圧縮成形の終点を特定するための基準圧力ピーク P_0 又は第一パンチ及び第二パンチの基準間隔 L_0 、1ショットあたりのセラミック造粒体の充填量 M 、金型温度等を許容されるバラツキの範囲等とともに設定する。また、このとき、特定の設定値が許容される範囲を超えた場合には、警報を発報したり、可動停止指令を出したりするための指令も合わせて設定することもできる。

【0018】

そして、セラミック造粒体用圧縮成形装置が稼働される。セラミック造粒体用圧縮成形装置の稼働のはじめは、供給ホッパ30から充填器20へセラミック造粒体100が供給される。一方、充填器20へのセラミック造粒体100の供給の後、又は供給前後に、圧縮成形機本体10においては、第二パンチ4が所定距離可動して、金型ダイス2と第二パンチ4により形成されるスペースからなる設定された充填量のセラミック造粒体100を充填するための金型キャビティが形成される。そして、圧縮成形機本体10から金型キャビティが形成されたことを伝達する信号が制御部40に伝えられる。制御部40は該信号

10

20

30

40

50

を検知した後、充填器 20 に対して金型ダイス 2 にセラミック造粒体 100 を充填するための指令を出し、図 3 (a)、(b) に示すように、充填器 20 が可動して金型ダイス 2 にセラミック造粒体 100 が充填される。そして、充填後、図 3 (c) に示すように、圧縮成形機本体 10 の第一パンチ 3 及び第二パンチ 4 に、圧縮成形を行う指令が出される。

【 0 0 1 9 】

図 4 は、本実施形態のセラミック造粒体用圧縮成形装置における、一連の圧縮成形プロセスであるフローチャートを示す図である。図 4 において、成形条件設定部 42 から各種設定条件が入力され (S 1)、成形工程スタートの指令が入力されると (S 2)、まず、供給ホッパ 30 から充填器 20 に対してセラミック造粒体 100 が供給される (S 3)。そして、充填器 20 に供給されたセラミック造粒体 100 の含水率 W_x が水分率センサ 21 で計測され、温度 T_x が温度センサ 22 で計測される (S 4)。そして、記憶部 41 は、計測された含水率 W_x 及び温度 T_x を記憶し、記憶されたデータを制御部 40 に伝達する。次に、制御部 40 に備えられた図略の演算手段により、計測された含水率 W 及び温度 T_x に基づいて、補正圧縮ピーク圧 P_A 、または、第一パンチ 3 及び第二パンチ 4 によるセラミック造粒体 100 の圧縮間隔を補正した補正間隔 L_A を演算する (S 5)。そして、得られた補正值に基づいて、圧縮終点信号を発するための終点設定を補正する (S 6)。そして、ほぼ同時に、充填器 20 からセラミック造粒体 100 が金型ダイス 2 と第二パンチ 4 から形成される金型キャビティに充填される (S 7)。そして、第 1 パンチ 3 により仮圧縮の後、設定量のセラミック造粒体 100 が充填されていることが確認され、その後、第 1 パンチ 3 及び第 2 パンチ 4 が可動してセラミック造粒体 100 を圧縮する (S 8)。そして、圧縮が進行して金型に備えられた圧力センサが補正圧縮ピーク圧 P_A に達したことを確認したとき、位置センサが第 1 パンチ 3 及び第 2 パンチ 4 が補正間隔 L_A に到達したことを確認したとき、圧縮終点信号が制御部 40 に発信される。そして、制御部 40 が圧縮終点信号を受信すると同時に第 1 パンチ 3 及び第 2 パンチ 4 に型開き指令が出されて圧縮が終了する (S 9)。そして、得られた圧縮成形体が突き出されて離型される (S 10)。ここまですべての圧縮成形の 1 ショットのサイクルである。そして、S 3 ~ S 10 の工程が所定のショット数だけ繰り返される。

【 0 0 2 0 】

次に上記工程において用いられる補正方法について説明する。

【 0 0 2 1 】

圧縮成形における圧縮成形終点は、一般的に、(i) 第一パンチ及び第二パンチに掛かる基準圧縮ピーク圧 P_0 を設定値とする圧力制御、又は、(i i) 第一パンチ及び第二パンチの基準間隔 L_0 を設定値とする位置制御、により制御される。

【 0 0 2 2 】

(i) 第一パンチ及び第二パンチに掛かる基準圧縮ピーク圧 P_0 を設定値とする圧力制御は、セラミック造粒体 100 を金型ダイス 2 に充填した後、第一パンチ 3 及び第二パンチ 4 によりセラミック造粒体 100 を圧縮し、第一パンチ 3 及び第二パンチ 4 に掛かる圧力が所定の基準圧縮ピーク圧 P_0 に達した場合に、圧縮を停止する、または保圧に切り替えて圧縮を終了するというものである。

【 0 0 2 3 】

この場合においては、圧縮直前に測定されたセラミック造粒体の含水率 W_x が、予め定められた最適含水率 W_0 よりも高い場合には基準圧縮ピーク圧 P_0 よりも低い補正圧縮ピーク圧 P_{A1} になるまで圧縮することにより、圧縮しすぎることによりインゴットが短くなりすぎること抑制することができる。一方、予め定められた最適含水率 W_0 よりも低い場合には基準圧縮ピーク圧 P_0 よりも高い圧縮ピーク圧 P_{A1} になるまで圧縮することにより、圧縮不足によりインゴットが長くなりすぎること抑制することができる。

【 0 0 2 4 】

このとき採用されうる補正值としては、例えば、以下のようにして求められる係数を用いた補正值が挙げられる。

【 0 0 2 5 】

10

20

30

40

50

予め、セラミック造粒体 100 を圧縮成形したときの含水率 W_x に対するプレス圧 P_x を複数点計測し、そのセラミック造粒体の含水率 W を横軸に、該セラミック造粒体を圧縮成形したときの該含水率 W に対するプレス圧 P を縦軸にプロットし、それを結ぶ近似曲線を得る。このとき得られる近似曲線の例を図 5 に示す。

【0026】

そして、図 5 において、予め設定した基準含水率 W_0 のときの該近似曲線に対する接線の傾きを A_1 とする。一方、あるショットにおいて測定された含水率が W_{x1} ($< W_0$) の場合、含水率が W_{x1} のときの該近似曲線に対する接線の傾きを B_{1+} とする。そして $\alpha = A_1 / B_{1+}$ を算出する。または、あるショットにおいて測定された含水率が W_{x2} ($> W_0$) の場合、含水率が W_{x2} のときの該近似曲線に対する接線の傾きを B_{1-} とする。そして $\alpha = A_1 / B_{1-}$ を算出する。この係数 α 又は β は (以下、これらをまとめて α と表す)、基準含水率 W_0 のときの最適値として設定された基準圧縮ピーク圧 P_0 に基づいて、含水率 W_x のときの最適なプレス圧 P_{A1} を算出するためのものであり、具体的には、基準含水率 W_0 のときの基準圧縮ピーク圧 P_0 に基づいて $P_{A1} = P_0 / \alpha \cdot \dots$ (1) の式により、補正された圧縮ピーク圧 P_{A1} を算出することにより、プレス圧をプレス成形時の顆粒含水率における最適なプレス圧に補正することができる。このようにして算出された補正された圧縮ピーク圧 P_{A1} によればショット間における長さのバラツキを抑制するための適切な圧力が得られる。

10

【0027】

同様に、予め、セラミック造粒体を圧縮成形したときの温度 T_x に対するプレス圧 P_x を複数点計測し、そのセラミック造粒体の温度 T を横軸に、該セラミック造粒体を圧縮成形したときの該温度 T に対するプレス圧 P を縦軸にプロットし、それを結んだ近似曲線を得る。このとき得られる近似曲線の例を図 6 に示す。

20

【0028】

そして、図 6 において、予め設定した基準温度 T_0 のときの該近似曲線に対する接線の傾きを A_2 とする。一方、あるショットにおいて測定された温度が T_{x1} ($< T_0$) の場合、温度が T_{x1} のときの該近似曲線に対する接線の傾きを B_{2+} とする。そして $\alpha = A_2 / B_{2+}$ を算出する。または、あるショットにおいて測定された温度が T_{x2} ($> T_0$) の場合、温度が T_{x2} のときの該近似曲線に対する接線の傾きを B_{2-} とする。そして $\alpha = A_2 / B_{2-}$ を算出する。この係数 α 又は β (以下、これらをまとめて α と表す) は、基準温度 T_0 のときの最適値として設定された基準圧縮ピーク圧 P_0 に基づいて、温度 T_x のときの最適なプレス圧 P_{A1} を算出するためのものであり、具体的には、基準温度 T_0 のときの基準圧縮ピーク圧 P_0 に基づいて、前記 $P_{A1} = P_0 / \alpha \cdot \dots$ (1) の式に、さらに、温度係数 γ を組み込んだ $P_{A2} = P_0 / \alpha \cdot \gamma \cdot \dots$ (2) の式により、補正された圧縮ピーク圧 P_{A2} を算出することにより、プレス圧をプレス成形時の顆粒含水率かつ顆粒温度における最適なプレス圧に補正することができる。このようにして算出された補正された圧縮ピーク圧 P_{A2} によればショット間における長さのバラツキを抑制するためのより適切な圧力が得られる。

30

【0029】

(ii) 第一パンチ 3 及び第二パンチ 4 の基準間隔 L_0 を設定値とする位置制御は、セラミック造粒体 100 を金型ダイス 2 に充填後、第一パンチ 3 及び第二パンチ 4 によりセラミック造粒体 100 を圧縮し、第一パンチ 3 と第二パンチ 4 との間隔が所定の基準間隔 L_0 に達した場合に、圧縮を停止する、または保圧に切り替えるというものである。

40

【0030】

この場合においては、圧縮直前に測定されたセラミック造粒体 100 の含水率 W_x が、予め定められた最適含水率 W_0 よりも低い場合には基準間隔 L_0 よりも所定量だけ狭い補正間隔 L_{A1} になるまで圧縮することにより、圧縮不足によりインゴットの密度が低下することを抑制することができる。一方、予め定められた最適含水率 W_0 よりも高い場合には基準間隔 L_0 よりも所定量だけ広い補正間隔 L_{A1} になるまで圧縮することにより、圧縮しすぎによりインゴットの密度が高くなりすぎることを抑制することができる。

50

【0031】

このとき採用されうる補正值としては、例えば、以下のようにして求められる係数を用いた補正值が挙げられる。

【0032】

予め、上記(i)について説明したのと同様にして、セラミック造粒体を圧縮成形したときの含水率 W_x に対するプレス圧 P_x を複数点計測し、そのセラミック造粒体の含水率 W を横軸に、該セラミック造粒体を圧縮成形したときの該含水率 W に対するプレス圧 P を縦軸にプロットし、それを結ぶ図5に示したような近似曲線を得る。そして、上記(i)について説明したのと同様にして、図5における近似曲線から、接線の傾き A_1 と接線の傾き B_1 を求め、 $\frac{P}{W} = A_1 / B_1$ 、又は $\frac{P}{W} = A_1 / B_1$ を算出する。そして、

$$L_{A_1} = L_0 \cdot \dots (3) \quad (\text{は } \frac{P}{W} \text{ 又は } \frac{P}{W})$$

の式により、補正された補正間隔 L_{A_1} を算出することにより、第一パンチと第二パンチとの間隔をプレス成形時の顆粒含水率における、最適圧縮ピーク圧を得られる間隔に補正することができる。このようにして算出された補正された補正間隔 L_{A_1} によればショット間における密度のパラツキを抑制するための適切な圧縮間隔が得られる。

【0033】

同様に、予め、上記(i)について説明したのと同様にして、セラミック造粒体100を圧縮成形したときの温度 T_x に対するプレス圧 P_x を複数点計測し、そのセラミック造粒体の温度 T を横軸に、該セラミック造粒体を圧縮成形したときの該温度 T に対するプレス圧 P を縦軸にプロットし、それを結ぶ図6に示したような近似曲線を得る。そして、上記(i)について説明したのと同様にして、図6における近似曲線から、接線の傾き A_2 と接線の傾き B_2 を求め、 $\frac{P}{T} = A_2 / B_2$ 、又は $\frac{P}{T} = A_2 / B_2$ を算出する。そして、前記 $L_{A_1} = L_0 \cdot \dots (3)$ の式に、さらに、温度係数 $(\text{は } B_2 \text{ 又は } \frac{P}{T})$ を組み込んだ

$$L_{A_2} = L_0 \cdot \dots (4)$$

の式により、補正間隔 L_{A_2} を算出することにより、補正間隔 L をプレス成形時の顆粒含水率かつ顆粒温度における、最適圧縮ピーク圧を得られる間隔に補正することができる。このようにして算出された補正間隔 L_{A_2} によればショット間における密度のパラツキを抑制するためのより適切な圧力が得られる。

【0034】

また、本実施形態のセラミック造粒体用圧縮成形装置の他の実施形態としては、図7に示すように、充填器20及び供給ホッパ30に、それらに収納されたセラミック造粒体の含水率を調整するための加湿及び除湿機能を有する調湿装置50を備えていてもよい。図7中、51は充填器20を調湿するために調湿された空気を送風するための通気路、52は供給ホッパ30を調湿するために調湿された空気を送風するための通気路、53, 54はメッシュ、55はセラミック造粒体供給口である。調湿装置50には、通気路51、及び、通気路52が接続されており、調湿装置50で調湿された空気を各通気路51, 52から充填器20及び供給ホッパ30に送風することによりセラミック造粒体を調湿することができる。このような調湿装置50によれば、圧縮成形機本体10に供給されるセラミック造粒体100の含水率をコントロールすることができる。調湿装置50としては、コントロールされた湿度の空気を送風するエアーコンディショナー装置が用いられる。

【0035】

さらに、本発明のセラミック造粒体用圧縮成形装置には、ある特定の n ショット目の圧縮成形の際に計測された圧力ピーク P_x が、狙いの設定圧 P_s からずれた場合に、次のショットである $(n+1)$ ショット目に充填されるセラミック造粒体の量を増減させることにより、 $(n+1)$ ショット目の圧縮成形の際の圧力の最大値が狙いの設定圧 P_s に近くような制御がされていることが好ましい、具体的には、 n ショット目の圧縮成形の際に計測された圧力ピーク P_x が、該所定の設定圧 P_s よりも低い場合には、次サイクル $(n+1)$ ショット目の圧縮成形サイクルにおいて充填されるセラミック造粒体の量を増加させ、該所定の設定圧 P_s よりも高い場合には次サイクル $(n+1)$ ショット目の圧縮成形

10

20

30

40

50

サイクルにおいて充填されるセラミック造粒体の量を減少させるような補正をする制御手段を備えることが好ましい。このような制御手段によれば、前サイクルにおいて計測された実圧力ピーク P_x に基づき、次のサイクルのセラミック造粒体の充填量を微調整することができるために、次サイクルにおける圧縮成形のピーク圧を調整することができ、それにより、ショット間における成形体密度のバラツキを抑制することができる。

【0036】

$n + 1$ ショット目 (n は 1 以上の整数) の圧縮成形サイクルにおいて充填されるセラミック造粒体の充填量 M_{n+1} としては

$$\text{式(5)}: M_{n+1} = M_n \pm R_0 \cdot \dots \cdot (5)$$

(式(5)中、 M_n は n ショット目の前記セラミック造粒体の充填量、 R_0 は基準給粉充填補正量、 W_0 は前記セラミック造粒体の含水率を横軸に、該セラミック造粒体を圧縮成形したときの該含水率 W に対するプレス圧 P を縦軸にプロットし、それを結ぶ近似曲線から、基準含水率 W_0 における接線の傾きを A_1 、含水率 W_x のときの接線の傾きを B_1 とした場合に、 $R_0 = A_1 / B_1$ を用いて算出される係数、 T_0 は前記セラミック造粒体の温度 T を横軸に、該セラミック造粒体を圧縮成形したときの該温度 T に対するプレス圧 P を縦軸にプロットし、それを結ぶ近似曲線から、基準温度 T_0 における接線の傾きを A_2 、温度 T_x のときの接線の傾きを B_2 とした場合に、 $R_0 = A_2 / B_2$ を用いて算出される係数である) になるように制御される方法が例示される。

【0037】

この補正式(5)は、図8に示すように、圧縮直前に測定されたセラミック造粒体の含水率 W_x が、予め定められた最適含水率 W_0 よりも高い場合には最適な基準充填補正量 R_0 よりも所定量だけ多く補正充填量を増やすことで、狙いプレス圧力まで、より少ないショット数で到達することができる。一方、予め定められた最適含水率 W_0 よりも低い場合には、基準充填補正量 R_0 よりも所定量だけ少なく補正充填量を減らすことで、狙いプレス圧力を通り越してしまう可能性を減らすことができる。さらに、該セラミック造粒体を圧縮成形したときの該温度 T_x が、予め定められた基準温度 T_0 よりも高い温度の場合には基準充填補正量 R_0 よりも所定量だけ多く補正充填量を増やすことで、狙いプレス圧力まで、より少ないショット数で到達することができる。一方、予め定められた基準温度 T_0 よりも低い温度の場合には基準充填補正量 R_0 よりも所定量だけ少なく充填補正量を減らすことで、狙いプレス圧力を通り越してしまう可能性を減らすことができる。

【0038】

このようにして算出された ($n + 1$) ショット目のセラミック造粒体の充填量 M_{n+1} によれば、ショット間における長さのバラツキや密度のバラツキを抑制するための適切な充填量が得られる。

【0039】

以上説明した、本発明のセラミック造粒体用圧縮成形装置は、セラミック造粒体の圧縮成形が必要とされる用途であれば特に限定なく用いられるが、好ましくは、例えば、セラミック焼結体を得るための予備成形をするための圧縮成形装置として好ましく用いられる。

【0040】

前記セラミック造粒体はセラミック粉体と樹脂バインダとを含有する混合物を公知の造粒方法により造粒して得られるものである。

【0041】

セラミック粉体の具体例としては、アルミナ、ジルコニア、フェライト等の金属酸化物系セラミック粉体、炭化ケイ素、窒化ケイ素等の非酸化物系セラミック粉体、チタン酸バリウム、チタン・ジルコン酸塩およびこれらの複合化合物等のセラミック粉体等が挙げられる。これらのセラミック粉体は、単独で用いても、2種以上を組み合わせ用いてもよい。また、セラミック粉体の粒径としては、 $0.5 \sim 5 \mu\text{m}$ 、好ましくは $0.7 \sim 3 \mu\text{m}$ 程度の範囲であることが好ましい。

【0042】

一方、樹脂バインダの具体例としては、例えば、ポリビニルアルコールやポリ酢酸ビニルの部分けん化物、ポリ(メタ)アクリル酸、メチルセルロース、アクリルアミド類等の単独重合体が挙げられる。これらは、単独で用いても、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

【0043】

バインダの配合割合の具体例としては、例えば、セラミック粉体100質量部に対して0.2~10質量部、さらには0.5~5質量部、とくには0.7~3質量部の範囲であることが好ましい。

【0044】

なお、セラミック造粒体には、さらに、目的に応じて、分散剤、可塑剤、離型剤、等の添加剤を必要に応じて添加してもよい。また、セラミック造粒体としては、異なるセラミック粉末からなるセラミック造粒体を2種以上組み合わせたものであってもよい。

10

【0045】

圧縮成形に適したセラミック造粒体の粒径としては、20~300 μm 、好ましくは30~100 μm 程度の範囲であることが好ましい。含水率としては0.5~0.8%の範囲であることが好ましい。含水率が低すぎる場合には得られる成形体の強度が低下して割れ等の発生率が高くなる傾向があり、また、高すぎる場合には金型への材料付着性が高くなって成形体に凹凸が生じたり、クラックの発生率が高くなる恐れがある。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】図1は本実施形態のセラミック造粒体用圧縮成形装置の構成を模式的に示した、構成模式図である。

20

【図2】図2は、図1中の充填器20の拡大模式図である。

【図3】図3(a)~(c)は、圧縮成形プロセスを説明するための説明図である。

【図4】図4は、本実施形態のセラミック造粒体用圧縮成形装置における、一連の圧縮成形プロセスを説明するためのフローチャートである。

【図5】セラミック造粒体の含水率 W_x を横軸に、該セラミック造粒体を圧縮成形したときの該含水率 W_x に対するプレス圧 P_x を縦軸にプロットし、それを結ぶ近似曲線を引いたときのグラフを示す。

【図6】セラミック造粒体を圧縮成形したときの温度 T_x を横軸に、該セラミック造粒体を圧縮成形したときの該温度 T_x に対するプレス圧 P_x を縦軸にプロットし、それを結ぶ近似曲線を引いたときのグラフを示す。

30

【図7】図7は、本実施形態のセラミック造粒体用圧縮成形装置に備えられる調湿装置を説明するための模式構成図である。

【図8】図8は、設定したプレス圧と実圧力との差を横軸に、該プレス圧の差を補正するためのセラミック造粒体の充填補正量を縦軸にプロットしたときのグラフである。

【図9】図9は、従来の圧縮成形機で成形の圧縮終点を圧力で制御した場合に得られるインゴットの長さのバラツキを説明するための説明図である。

【符号の説明】

【0047】

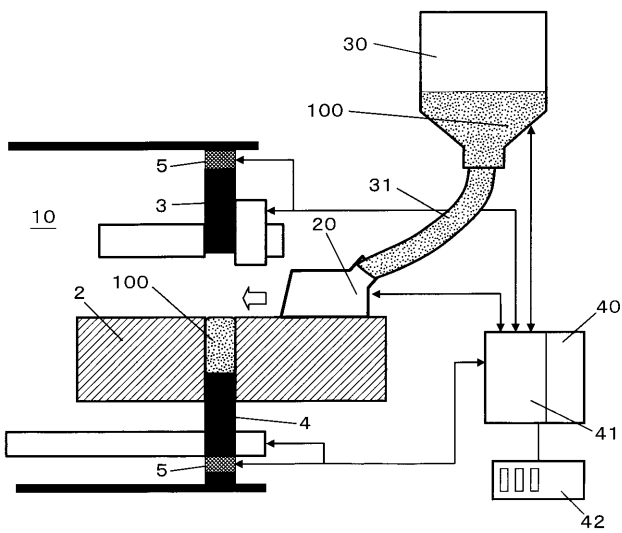
- 2 金型ダイス
- 3 第一パンチ
- 4 第二パンチ
- 5 圧力センサ
- 10 圧縮成形機本体
- 20 充填器
- 21 水分率センサ
- 22 温度センサ
- 30 供給ホッパ
- 31 供給路

40

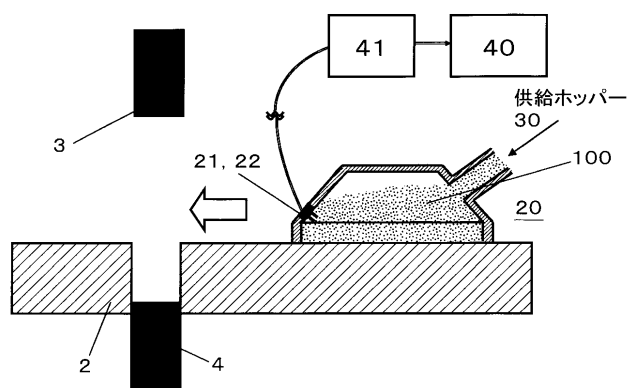
50

- 4 0 制御部
- 4 0 a 演算部
- 4 1 記憶部
- 4 2 成形条件設定部
- 5 0 調湿装置
- 5 1、5 2 通気路
- 5 3、5 4 メッシュ
- 5 5 セラミック造粒体供給口
- 8 0 a、8 0 b インゴット
- 1 0 0 セラミック造粒体

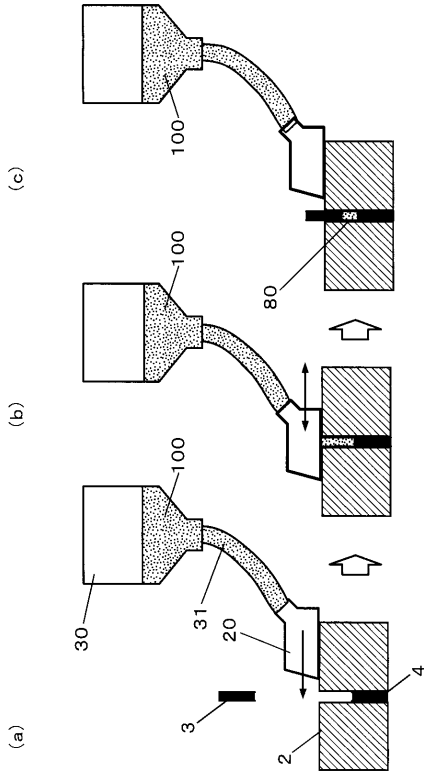
【 図 1 】



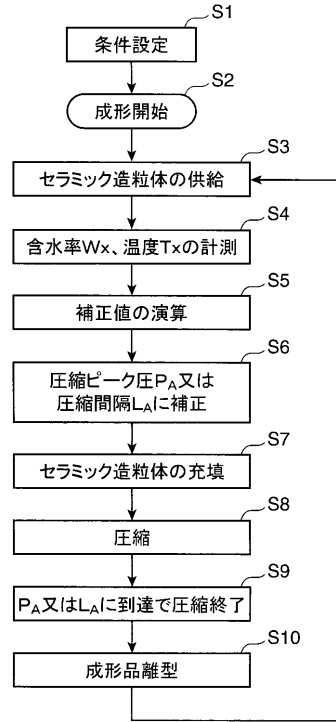
【 図 2 】



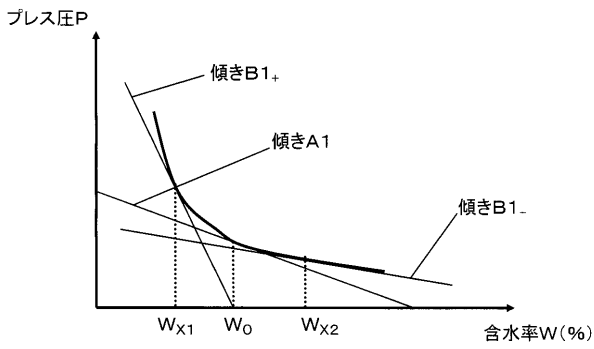
【 図 3 】



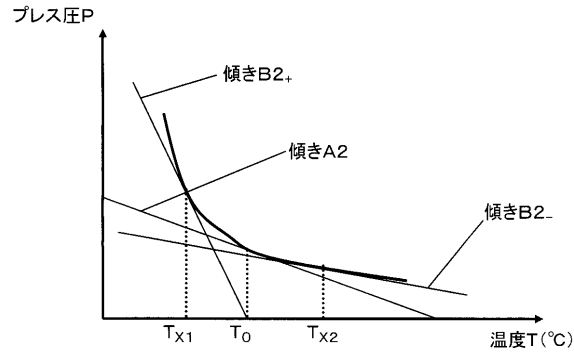
【 図 4 】



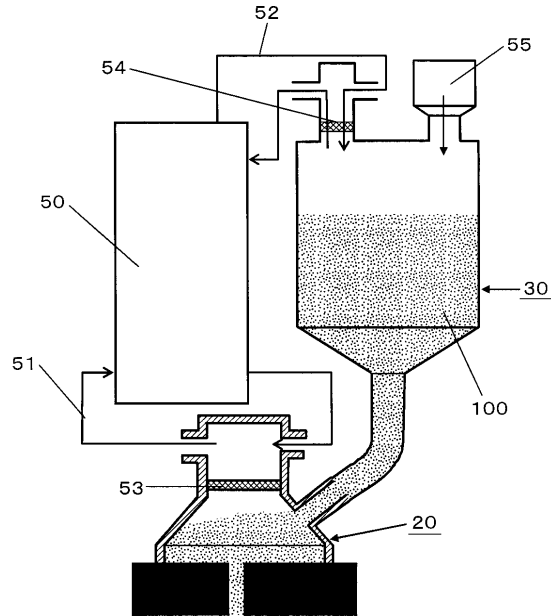
【 図 5 】



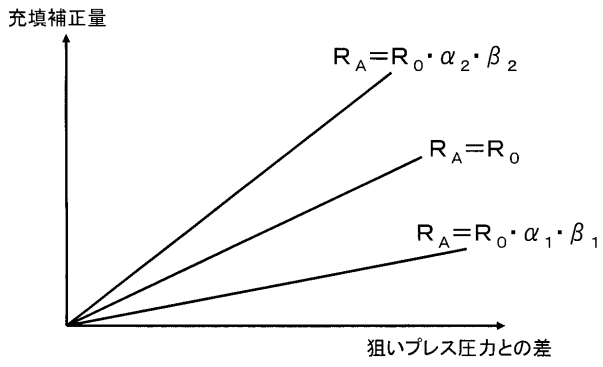
【 図 6 】



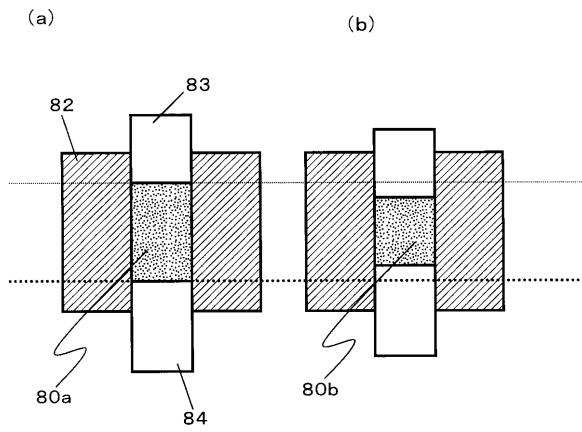
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 吉村 庸

大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内

(72)発明者 吉田 浩之

大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内

Fターム(参考) 4G054 AA05 BA02 BA32 DA01 DA02 DA06