(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2009-113103
(P2009-113103A)
(43)公開日　平成21年5月28日(2009.5.28)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
B30B 11/02	(2006.01)	B30B 11/02	F	
B30B 11/00	(2006.01)	B30B 11/00	R	

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 21 頁）

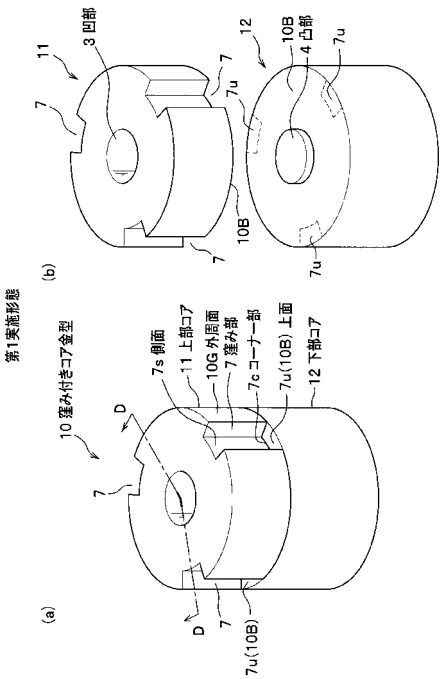
(21)出願番号　特願2007-291448 (P2007-291448)
(22)出願日　平成19年11月9日 (2007.11.9)

(71)出願人　000233572
日立粉末冶金株式会社
千葉県松戸市稔台五丁目２番地１
(74)代理人　100064414
弁理士　磯野　道造
(74)代理人　100111545
弁理士　多田　悦夫
(72)発明者　小林　金也
茨城県日立市大みか町７丁目１番１号　株式会社日立製作所日立研究所内
(72)発明者　長島　英明
茨城県日立市大みか町７丁目１番１号　株式会社日立製作所日立研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】筒状部材の成形用コア金型、成形装置、成形方法、および再成形用コア金型

(57)【要約】　（修正有）
【課題】窪み付きコア金型を使用した、筒形状を有し内周側に軸方向の突出部或いは半径方向の窪み部を有する筒状部材の圧粉成形において、窪み付き部とそれに続く側面部とのコーナ部の曲率半径を小さくしてもコーナ部割れが生じにくいようにする。
【解決手段】成形用コア金型は、略筒形状を有するとともに内周側に軸方向に突出した突出部または半径方向の段差部または窪み部を有する筒状部材を圧粉成形するために使用する成形用コア金型１０であって、外周面１０Ｇの少なくとも一部に中心方向に窪んだ窪み部７を有し、窪み部７の上面７ｕと同一面で上下に２分割され、分割された面同士が締結部材により機械的に締結され又は接着材により接着されている。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
略筒形状を有するとともに内周側に軸方向に突出した突出部または半径方向の段差部または窪み部を有する筒状部材を圧粉成形するために使用する成形用コア金型であって、
外周面の少なくとも一部に中心方向に窪んだ窪み部を有し、該窪み部の上面と同一面で上下に２分割され、分割された面同士が機械的に締結され又は接着材により接着されている
ことを特徴とする筒状部材の成形用コア金型。
【請求項２】
請求項１において、
前記上下に分割されたコア同士が、前記分割面の中央部分でボルト締結、ネジ締結、或いは一方のコアに凹部を形成し他方のコアに凸部を形成して嵌め込みによって締結されている
ことを特徴とする筒状部材の成形用コア金型。
【請求項３】
請求項１において、
前記上下に分割されたコアの少なくとも一方の分割面にショットピーニングによる表面処理が施され、圧縮残留応力が与えられている
ことを特徴とする筒状部材の成形用コア金型。
【請求項４】
請求項１において、
圧粉成形される筒状部材の形状に対応させて上下に２分割されたコアのうち上部のコアが変更可能である
ことを特徴とする筒状部材の成形用コア金型。
【請求項５】
請求項１から請求項４のうちの何れか一項に記載の筒状部材の成形用コア金型において、
前記窪み部の上面と前記窪み部の側面との連結部であるコーナ部が、非曲面構造の角張った形状であるか、または、前記コーナ部の曲率半径をＲ、前記窪み部の半径方向の幅をδとした場合にＲ／δ＜０．２を満足するか、または、前記コーナ部の曲率半径をＲとした場合にＲ＜０．２ｍｍであるか、のうちの少なくとも何れか１つである
ことを特徴とする筒状部材の成形用コア金型。
【請求項６】
請求項１から請求項５のうちの何れか一項に記載の筒状部材の成形用コア金型の外側に、上パンチと下パンチを配置し、その外側にダイを配置した構造を有し、前記上パンチと前記下パンチの間に充填された粉体を、前記上パンチと前記下パンチと成形用コア金型を相対的に移動させることによって成形する
ことを特徴とする筒状部材の成形装置。
【請求項７】
外周面の少なくとも一部に中心方向に窪んだ窪み部を有し、前記窪み部の上面と同一面の分割面で上下に２分割され、前記分割面で上下のコアが締結部材により機械的に締結され又は接着材により接着されている成形用コア金型の外側に上パンチと下パンチを配置し、その外側にダイを配置して、前記上パンチと前記下パンチの間に充填した粉体を、前記上パンチと前記下パンチを相対的に移動させるとともに、前記成形用コア金型を移動させることにより前記上パンチ、前記下パンチおよび前記成形用コア金型の前記窪み部で圧粉成形し、略筒形状を有し内周側に段差または窪みを有する筒状部材を製造する
ことを特徴とする筒状部材の成形方法。
【請求項８】
略筒形状を有するとともに内周側に軸方向に突出した突出部または半径方向の段差部または窪み部を有する筒状部材を圧粉成形するために使用する再成形用コア金型であって、

外周面の少なくとも一部に中心方向に窪んだ窪み部を有し、前記窪み部の上面と同一面で上下に２分割され、分割された面同士が機械的に締結され又は接着材により接着されている

ことを特徴とする筒状部材の再成形用コア金型。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、圧粉成形によって筒状部材を製造するために使用する筒状部材の成形用コア金型、該コア金型を備えた成形装置、成形方法、および再成形用コア金型に関する。

【背景技術】

【０００２】

圧粉成形によって筒状圧粉成形体を製造する場合、該成形体の内周形状を形作るコア金型、成形体に下方向から押圧力を加える下パンチ、成形体に上方向から押圧力を加える上パンチ、及び該成形体の外周形状を形作るダイが用いられる(特許文献１参照)。

特許文献１には、上パンチと下パンチの間に粉末を充填し、上パンチおよび下パンチを相対的に移動させることによって、複層筒状圧粉体を成形する方法が記載されている。

【特許文献１】特開２００６－３０５５７８号公報（要約等）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００３】

図１４(ａ)は、圧粉成形法によって、成形された筒状の圧粉成形体２００の斜視図であり、図１４(ｂ)は、図１４(ａ)のＡ部における内周面２０３側を拡大して示した拡大斜視図である。

圧粉成形法によって、図１４(ａ)に示すように、ドーナツ状又は円筒状の本体部２１０を有し、本体部２１０の内周側に軸方向に突出した突起部２０１、或いは半径方向の突起部２０１の外面、内面間の段差部または窪み部を有する筒状の圧粉成形体２００を製造する場合には、下記の点が問題になる。

【０００４】

第１に、パンチの最小幅、すなわちパンチの半径方向の寸法が決まっているために、突起部２０１の先端面２０２、或いは半径方向の突起部２０１の外面、内面間の段差部または窪み部の半径方向の幅δが小さい筒状部材を得るのが難しいことである。

第２に、パンチで形成する成形体の段差高さをｈ(図１４(ａ)参照)としたときに、ｈ／δが大きい筒状部材を成形するのは、加える荷重が大きくなるために難しいことである。

【０００５】

これらの問題は、筒状の圧粉成形体２００の内周面２０３を形成するコア金型に、パンチに代えて、図１５に示す段付きコア金型２２０を用いて、該段付きコアの金型２２０の段差部２２５で圧粉成形することによって解消できる可能性がある。

なお、図１５は、段付きコア金型２２０の形状を示したものであり、図１５(ａ)は、段付きコア金型２２０を側面上方向から見た斜視図であり、図１５(ｂ)は、図１５(ａ)に示す段付きコア金型２２０をその上面から見た平面図である。

図１５(ａ)に示すように、段付きコア金型２２０は、円柱形状をしたコア本体２２１の外周面に、半径方向に突出した凸形状の段差部２２５が、図１５(ｂ)に示すように、周方向に３個設けられた構造を有する。

【０００６】

ところで、段付きコア金型２２０を用いた場合には、図１４に示す圧粉成形体２００の突起部２０１の先端面２０２を成形することが難しい。同様に、該先端面２０２に相当する段差部上面又は下面、或いは、該先端面２０２に相当する窪み部上面又は下面と、それに連結する内周面２０３とのコーナ部２０５の曲率半径Ｒが小さいものを成形することが難しい。

図１５(ａ)に示すように、段付きコア金型２２０では、段差部分のコーナ部２２６に応

力が集中する。このコーナ部２２６には、段差部２２５の上面２２７に加わる力ｆ１と、段差部２２５の上部のコア側面２２８に加わる力ｆ２により引っ張り力が発生する。

【０００７】

段付きコア金型２２０の段差部２２５におけるコーナ部２２６の曲率半径をＲとすると、このコア金型２２０を使用して成形された圧粉成形体２００の段差部２２５に対応するコーナ部２０５の曲率半径はＲとなる。このとき、段付きコア金型２２０の段差部２２５のコーナ部２２６での応力は１／Ｒ$^{\lambda}$および加える圧力に比例する。

Ｒがゼロに近づき、段差部２２５のコーナ部２２６での応力が破壊強度以上になると、他の部分では問題が生じないにもかかわらず、コーナ部２２６のみに亀裂が生じる可能性がある。

【０００８】

例えば、この段付きコア金型２２０を備えた圧粉成形装置１００の構成を図１６、図１７に示しており、　図１６、図１７の圧粉成形装置において、図１６は圧粉成形前の装置構成を示し、図１７は圧粉成形時の装置構成を示している。

図１６(ａ)、図１７は、それぞれ図１５(ａ)のＢ－Ｂ線断面で示す段付きコア金型２２０を備えた圧粉成形装置１００の要部断面図であり、中心線から左側は段差構造有り部分のコア２２０での装置構成であり、右側は段差構造無し部分のコア２２０での装置構成である。なお、図１６(ｂ)は、図１６(ａ)のＣ部拡大図である。

この圧粉成形装置１００で製造された圧粉成形体が、図１４(ａ）に示す筒状の圧粉成形体２００である。

【０００９】

図１６(ａ)に示すように、圧粉成形装置１００は、中央部に段付きコア金型２２０が配置され、この外側に下パンチ１０３を配置し、更にその外側にダイ１０６を配置している。

そして、下パンチ１０３とダイ１０６と段付きコア金型２２０の間に粉体１０５を充填し、図１７に示すように、上方から上パンチ１０４によって、下方から下パンチ１０３及び段付きコア金型２２０の段差部２２５の上面２２７によって、粉体１０５に荷重を加えることにより、図１４に示す内周側に突起部２０１を有する筒状の圧粉成形体２００が成形される。

図１５に示す段付きコア金型２２０において、コア本体２２１に設けられた段差部２２５の上面２２７は、圧粉成形体２００の突起部２０１の先端面２０２を形成する部分になる。

【００１０】

圧粉成形装置１００による圧粉成形体２００の成形時には、図１５(ａ)に示すコア金型２２０の段差部２２５の上面２２７と、その上面２２７に連結するコア側面２２８に力が加わる。

段差部の上面２２７とコア側面２２８に垂直に加わる荷重は、一定の割合で加わることから、コーナ部２２６に引っ張り応力が加わり、コーナ部２２６が角部である場合、引っ張り応力が集中する。

ここで、コーナ部２２６での曲率半径をＲとしたとき、コーナ部２２６での応力集中の大きさは、１／Ｒ$^{\lambda}$と加わる圧力とに比例する。

【００１１】

そこで、図１６(ｂ)に示すように、コーナ部２２６を曲面構造にして、その曲率半径を大きくした場合には、コーナ部２２６に亀裂は生じにくいが、曲率半径を小さくして、例えば曲率半径をゼロにすると応力集中の大きさが無限大化し、コーナ部２２６での応力集中によってコア金型２２０にコーナ部２２６を起点とする亀裂が生じる。

従って、コア金型２２０の損壊を防止することを目的に、コア金型２２０のコーナ部２２６に適度なＲを付けるため、コア金型２２０を用いて成形される図１４(ａ)に示す圧粉成形体２００の突起部２０１の内周面２０３と先端面２０２との連結部２０５には、対応するコア金型２２０のコーナ部２２６のＲ、曲率半径０．５ｍｍで成形される曲率半径０

．５ｍｍのＲが形成されている。
【００１２】
本発明の目的は、窪みつきコア金型を使用した、筒形状を有し内周側に軸方向に突出した突出部或いは半径方向の窪み部を有する筒状部材の圧粉成形において、窪みつき部とそれに続く側面部とのコーナ部の曲率半径を小さくしてもコーナ部割れが生じにくいようにした成形用コア金型と、そのコア金型を備えた成形装置および成形法を提供することにある。また、筒状圧粉成形体を再成形する再成形用コア金型を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【００１３】
上記目的を達成するべく、第１の本発明は、略筒形状を有するとともに内周側に軸方向に突出した突出部または半径方向の段差部または窪み部を有する筒状部材を圧粉成形するために使用する成形用コア金型であって、外周面の少なくとも一部に中心方向に窪んだ窪み部を有し、該窪み部の上面と同一面で上下に２分割され、分割された面同士が締結部材により機械的に締結され又は接着材により接着されていることを特徴とする筒状部材の成形用コア金型にある。
【００１４】
本発明の好ましい形態では、上下に分割されたコア同士が、分割面の中央部分でボルト締結、ネジ締結、或いは一方のコアに凹部を形成し他方のコアに凸部を形成する嵌め込みによって締結される。
また、本発明の好ましい形態では、上下に分割されたコアの少なくとも一方の分割面にショットピーニングによる表面処理が施され、圧縮残留応力が与えられる。
【００１５】
第２の本発明は、前記した構造の成形用コア金型の外側に上パンチと下パンチを配置し、その外側にダイを配置し、上パンチと下パンチの間に充填された粉体を上パンチと下パンチと成形用コア金型を相対的に移動させることによって圧粉成形する筒状部材の成形装置にある。
【００１６】
第３の本発明は、前記した構成を有する成形装置を用い、上パンチと下パンチの間に充填された粉体を、上パンチと下パンチと成形用コア金型を相対的に移動させることによって圧密化し、略筒形状を有し筒の内周側の少なくとも一部が軸方向に突出あるいは半径方向に窪んでいる筒状部材を製造する筒状部材の成形方法にある。
本発明のコア金型において、上下に分割されたコアのうち上部のコアは圧粉成形される筒状部材の形状に対応させて変更することが好ましい。
また、再成形用コア金型として活用することが好ましい。
【発明の効果】
【００１７】
本発明の成形用コア金型は、窪み部が２分割されているため、下記理由により、コーナ部での破損が生じにくい。
１）成形用コア金型の窪み部における側面と底面が材料的に一体化されていないので、コーナ部分に該底面と側面の応力の加算がない。
２）強い荷重が成形用コア金型の窪み面に垂直に加わるが、成形用コア金型の窪み部の上面と同一平面上での分割され連結された構成により、窪み部での引っ張り応力が弱まる。
３）窪み部分で成形用コア金型が分離されているので、亀裂の進行がない。
そのため、成形用コア金型の窪み上面と、これに連結するコア側面との連結部であるコーナ部が曲面的ではないか、あるいは曲率半径が小さい場合であるにも拘わらず、コーナ部の応力集中を低減できる。
さらに、コア接続前にコア金型の窪み面を含んだコア断面部のショットピーニングにより、コーナ部の応力集中部に初期圧縮力を加えることで、破壊寿命を大幅に長期化できる。

【発明を実施するための最良の形態】
【００１８】
以下、本発明の実施形態について添付図面を参照して説明する。
＜＜第１実施形態＞＞
図１は、第１実施形態の窪み付きコア金型１０の構成を示したものであり、図１(ａ)は上部コア１１と下部コア１２が連結された窪み付きコア金型１０の斜視図であり、図１(ｂ)は上部コア１１と下部コア１２が分離された状態の窪み付きコア金型１０の斜視図である。
図１(ａ)に示すように、第１実施形態の窪み付きコア金型１０は、成型体の内周面形状を形作るものであり、略円柱状を呈しており、上側部には半径方向に凹形状の窪み部７が、周方向に３個形成されている。
【００１９】
窪みつきコア金型１０は、図１(ｂ)に示すように、窪み部７の上面７ｕと同一面で上下２つに分割され、上部コア１１と下部コア１２に分離して構成され、窪み付きコア金型１０の分割面１０Ｂは、窪み部上面７ｕと同一面をなしている。
この分割面１０Ｂにて、上下のコア１１、１２が分割可能な接続法で連結されており、例えば、下部コア１２の中央部分にボルト(図示せず)を取り付け、上部コア１１の中央部分にナット(図示せず)を取り付けることで、上下のコア同士を分割面１０Ｂにてボルト締めし強く接続することができる。
この上下コア１１、１２の連結方法は、ボルト締結に限らず、図１(ｂ)に示すように、上下コア１１、１２の一方に凹部を形成し、他方に凸部を形成して、嵌め込みにより締結しても良い。図１(ｂ)では、一方の上部コア１１に凹部３を形成し、他方の下部コア１２に凸部４を形成して、上部コア１１と下部コア１２とを該凹凸部３、４を嵌合し圧入等により結合している。
【００２０】
なお、上下コア１１、１２の連結は、接着剤等により結合してもよく、また、ネジ締結を採用してもよい。
この窪み付きコア金型１０には、分割面１０Ｂの上面と下面、窪み部７の上面７ｕ、および窪み部７の側面７ｓに、それぞれショットピーニングが施され残留圧縮応力が加えられ、応力腐食割れが防止されている。
上述した如く、窪み付きコア金型１０は、上部コア１１の下面および下部コア１２の上面となる平らな面の分割面１０Ｂで、上部コア１１と下部コア１２とが接合されている。
そのため、窪み付きコア金型１０の段差が形成される窪み部７の上面７ｕと側面７ｓとで形成されるコーナ部７ｃは非曲面構造を形成可能であり、例えば垂直面等の角張った形状で形成されている。
【００２１】
図２と図３は、図１のＤ－Ｄ線断面で示す窪み付きコア金型１０を備えた圧粉成形装置１の要部断面構成図であり、図２は上パンチ１４を上昇させた圧粉成形前の装置構成を示しており、図３は上パンチ１４を下降させるとともに、下パンチ１３および窪み付きコア金型１０を上昇させて、粉体１５を押圧し圧粉成形体２０を成形した圧粉成形直後で圧粉成形体２０の抜き出し前の装置構成を示している。
図２、図３において、中心線ｃから左側は窪み部７の構造有り部分の窪み付きコア金型１０(図１参照)での装置構成図であり、中心線ｃから右側は窪み部７の構造無し部分の窪み付きコア金型１０での装置構成図である。
図２に示すように、圧粉成形装置１は、窪み付きコア金型１０の外周面１０Ｇの外側部分に、下方から押圧力を加える下パンチ１３が配置され、さらに該下パンチ１３の外周面外側部分にダイ１６が配置され、このダイ１６、窪み付きコア金型１０、および下パンチ１３で形成される空間Ｐ１の上方に、上方から押圧力を加える上パンチ１４が配置されている。
【００２２】

この構成の圧粉成形装置１において、図２に示すように、ダイ１６、窪み付きコア金型１０、および下パンチ１３で形成される空間Ｐ１に粉体１５を充填し、図３の白抜き矢印に示すように、上パンチ１４を下降させて粉体１５に上方から荷重を加えるとともに、下パンチ１３および窪み付きコア金型１０を上昇させて粉体１５に下方から荷重を加えて、粉体１５をダイ１６、窪み付きコア金型１０、下パンチ１３、および上パンチ１４で押圧して成形し、圧粉成形体２０を製造する。

なお、粉体１５として圧粉磁心材を用いて、圧粉成形体２０の全体密度を、粉体１５を構成する圧粉磁性材が真密度の９２％以上となるように、プレス機の圧粉成形装置１によって荷重を加え、図４に示す構造の圧粉成形体２０を製造した。

【００２３】

なお、図４(ａ)は、圧粉成形装置１で製造された圧粉成形体２０を示す斜視図であり、図４(ｂ)は、図４(ａ)に示す圧粉成形体２０のＥ部における内周側面２３側を拡大して示す拡大斜視図である。

図４に示すように、圧粉成形装置１を用いることにより、ドーナツ状構造の本体部２１の下面に、周方向に３個の突起部２２を有する圧粉成形体２０が成形される。

圧粉成形体２０は、略筒形状を有するとともに、内周側に軸方向に突出した突起部２２、または半径方向の段差部または窪み部、すなわち突起部２２を形成する半径方向の段差部または窪み部を有している。

【００２４】

ところで、前記の図１５に示すコア金型２２０においては、成型に際してコーナ部２２６に応力集中が起こり亀裂が生じ、コア金型２２０が短期間で破損する。

コア金型２２０で成型される圧粉成形体の粉体の真密度が高いほどコア金型２２０に加わる荷重が大きくなるので、コア金型２２０の寿命は短くなる。

これに対して、第１実施形態では、窪み付きコア金型１０が、図１に示すように、窪み部７の上面７ｕと同一面で上部コア１１と下部コア１２とに上下に２分割され連結される構成なので、窪み付きコア金型１０の窪み部７の上面７ｕと側面７ｓとで形成されるコーナ部７ｃは、別体の上部コア１１と下部コア１２とで形成されるため、応力集中が起こることがなく、窪み付きコア金型１０に過大な応力が加わることが防止され、破損することはない。

なお、３次元有限要素法による窪み付きコア金型１０に加わる応力計算を実施した結果では、窪み付きコア金型１０に加わる最大の応力は、図１５に示すコア金型２２０に加わる最大応力の約半分であった。

【００２５】

さらに、窪み付きコア金型１０には、前記したショットピーニングにより、残留圧縮応力が加えられているため、高サイクルに使用した場合の破壊寿命が長期化する。

一方、図４に示すように、窪み付きコア金型１０を用いて成型された圧粉成形体２０は、突起部２２の先端面２４と突起部２２の内周側面２３との連結部２５が、図１(ａ)に示す窪み付きコア金型１０の上部コア１１と下部コア１２とを連結して形成されるコーナ部７ｃで成型されるため、応力集中が起こることはなく、曲面構造ではない非曲面構造で構成できる。

【００２６】

第１実施形態では、図４(ａ)に示す圧粉成形体２０は、突起部２２の先端面２４と内周側面２３との連結部２５の曲率半径をほぼゼロにすることができる。

一方、前記の図１４(ｂ)の場合、図１４(ｂ)に示す圧粉成形体２００のコーナ部２０５は、曲率半径０．５ｍｍの曲面構造であるため、従来の図１４(ｂ)に示す先端面２０２のフラットな領域の面積は、Ｒが付く分狭くなっている。

これに対して、第１実施形態の図４(ｂ)に示す圧粉成形体２０における突起部２２の先端面２４と内周側面２３との連結部２５の曲率半径は、ほぼゼロであることから、第１実施形態の突起部２２の先端面２４の方が、従来の図１４(ｂ)に示す先端面２０２より、フラットな領域が広い。

【００２７】
これより、突起部２２の先端面２４の幅δ(図４(ｂ)参照)が狭い場合でも、先端面２４のフラットな領域の面積を大きくすることが可能である。
このように、圧粉成形体２０の突起部２２の先端面２４の平坦性が向上した場合、下記の効果が得られる。
１）圧粉成形体２０の突起部２２の先端面２４を近接させるアキシャル・ギャップモータのような製品では、圧粉成形体２０で形成される回転子と固定子との間隔が狭いので、先端面２４がフラットの方が、位置決めの基準面が明らかで位置決めし易い。そのため、アキシャル・ギャップモータの回転子が固定子と接触することが防止され回転が停止することはない。よって、回転子の固定子との接触に起因するノイズの発生を抑制できる。
【００２８】
２）圧粉成形体２０の突起部２２の先端面２４を重ね合わせた場合、突起部２２の先端面２４がフラットである方が、より密着力が向上する。
圧粉成形体２０の突起部２２の先端面２４と平面状の材料との接続時に、先端面２４のフラットな領域で形成される接続面を最大とすることが可能であり、接続面間の接触力を向上できる。更に、フラットな先端面２４により密着性が向上し、無駄なスペースを無くすことができる。
３）圧粉成形体２０の先端面２４で構成される全端面がフラットな方が、幅の薄い、幅寸法δが小さい機器向けに、薄型にできる点で好ましい。
ここで、第１実施形態では、曲率半径Ｒがゼロの場合で説明したが、曲率半径Ｒが有限の場合でも、Ｒ／δ＜０．２ｍｍ、若しくは、Ｒ＜０．１ｍｍであれば上記効果は十分得られる。
【００２９】
ここで、δは突起部の先端面の幅(図４(ｂ)参照)である。Ｒ／δ＜０．１ｍｍ、Ｒ／δ＜０．０５ｍｍになるにつれ、その効果は高まる。また、Ｒ＜０．１ｍｍ、Ｒ＜０．０５ｍｍになるにつれ、上記効果は高まる。
また、圧粉成形体２０の全体密度を、粉体を構成する物質の真密度の９２％以上と高密度化することにより下記効果が得られる。
【００３０】
１）高密度化により、圧粉成形体２０が堅くなり、成形体強度が向上する。
２）搭機部品の様に限られたスペースに搭載する場合、フラットな先端面２４により密着性が向上し、有効である。
３）削らず熱を加えず最終形状に成形できるネットシェイプ鍛造で成形可能であり、生産性が向上する。
【００３１】
また、圧粉磁心材を使ったモータコアなどの成形に活用した場合には、さらに下記の効果がある。
４）必要がない曲面形状を避け得るので、磁束の歪みが防止され磁束密度が向上し、モータ出力や、モータトルクが大きくなる。
５）従来と同等の磁束密度が必要な場合、圧粉成形体２０の磁束密度の向上を図れるので、圧粉磁心を小型化することができる。
また、圧粉成形体２０の全体密度が、粉体を構成する物質の真密度の９４％以上、９６％以上と高くなるにつれ、上記効果はさらに高まる。
【００３２】
さらに、窪み付きコア金型１０に加わる最大応力が削減されるので、下記効果がある。
１）、窪み付きコア金型１０に加わる応力が平均化し、圧粉成形体２０の密度を均一化できる。
２）圧粉成形体２０の一部に集中する残留応力を低減でき、圧粉成形体２０のヒステリシス損が低減する。
３）粉体に絶縁被覆を施した圧粉磁心材を利用している場合、圧粉成形体２０に加わる

応力が平均化して集中しないため、その絶縁被覆の破壊が低減し、渦電流損が削減する。
４）窪み付きコア金型１０の金型寿命が長くなる。
第１実施形態では、図４に示すように、圧粉成形体２０の突起部２２の数が３個の場合を示したが、３個以外のものでも同様の効果がある。
【００３３】
＜＜第２実施形態＞＞
第２実施形態の３Ｄ(ディメンション)モータの固定子のコアを圧粉成形する場合を、図５～図８を用いて説明する。
図５は、３Ｄモータコアを圧粉成形する圧粉成形装置１の構成を示す要部断面図であり、圧粉成形直後で圧粉成形体の抜き出し前の装置構成を示している。
図５の中心線ｃの左側は、窪み構造である窪み部３７が有る部分の上部コア３１ｋでの装置構成、中心線ｃの右側は窪み構造無し部分の上部コア３１ｎの装置構成を示している。なお、図５の圧粉成形装置１は、図６に示すＦ－Ｆ線断面の圧粉成形体５０を成形する場合を示している。
【００３４】
図５に示す圧粉成形装置１における窪み付きコア金型３０は、図１に示す窪み付きコア金型１０と同様な構成であり、略円柱状の形状を呈しており、上側部に外周面３０Ｇから窪んだ複数の窪み部３７を有しており、窪み部３７の上面３７ｕと同一面である分割面３０Ｂで、上部コア３１と下部コア３２とに上下に２分割される構成である。
窪み付きコア金型３０の上部コア３１と下部コア３２は、分割面３０Ｂの中央部分において、上部コア３１の短円柱様凹部形状の凹部３１ｏと、該凹部３１ｏに嵌入される凸部３２ｔが下部コア３２に形成されており、下部コア３２の凸部３２ｔに上部コア３１の凹部３１ｏを嵌め込むことにより、上部コア３１と下部コア３２とが連結されている。
【００３５】
上部コア３１の凹形状の凹部３１ｏと、下部コア３２の凸形状の凸部３２ｔとを嵌め込み構造にしたことにより、簡易に連結することが可能になっている。
この窪み付きコア金型３０において、上部コア３１の下面および下部コア３２の上面が平面である分割面３０Ｂで、上部コア３１と下部コア３２とが２分割されることから、窪み付きコア金型３０の窪み部の上面３７ｕと、これに連結する窪み部の側面３７ｓとで形成されるコーナ部３７ｃは、非曲面構造の角張った例えば、垂直面或いは非垂直面の形状にすることができる。
上部コア３１および下部コア３２の分割面３０Ｂを成す両面と、分割面３０Ｂと同一面をなす窪み部上面３７ｕと、これに連結する窪み部側面３７ｓには、ショットピーニングが施され、残留圧縮応力が加えられている。
【００３６】
図５に示すように、圧粉成形装置１は、窪み付きコア金型３０の外周面３０Ｇ外側部分に下パンチ４１と下パンチ４０とを配置し、さらに下パンチ４１と下パンチ４０の外周面外側部分にダイ４６を配置し、これらの窪み付きコア金型３０、下パンチ４０、４１、およびダイ４６により形成される空間Ｐ２の上方に、上方から押圧力を加えるための上パンチ４４を配置している。
なお、窪み付きコア金型３０に隣接する下パンチ４１は、内周方向に窪み付きコア金型３０が配置される窪み構造を有しており、また、下パンチ４０は、内周方向に下パンチ４１が配置される窪み構造を有している。
【００３７】
上記構成の圧粉成形装置１において、図５に示すように、ダイ４６と窪み付きコア金型３０と２つの下パンチ４０、４１の間の空間Ｐ２に粉体４５を充填し、上パンチ４４によって上方から、下パンチ４０、４１および窪み付きコア金型３０の窪み部の上面３７ｕによって下方から、充填された粉体４５に圧力を加え、３Ｄモータコアの図６、図７に示す圧粉成形体５０および図８(ａ)、(ｃ)に示す圧粉成形体５０を成形する。
なお、図６は、図５に示す圧粉成形装置１により成形された圧粉成形体５０をモータの

固定子に適用した例を示す斜視図であり、図７は、圧粉成形装置１により成形された圧粉成形体５０を大きなモータの固定子に適用した例を示す斜視図である。

図８(ａ)、図８(ｃ)は、圧粉成形装置１により成形された圧粉成形体５０、５０のモータの固定子の斜視図であり、図８(ｂ)は、これらの圧粉成形体５０、５０のモータの固定子により挟着される電流を流すためのコイル５９の斜視図である。

【００３８】

上記成形においては、鉄の圧粉磁心材を利用し、圧粉成形体５０の突起部５１構造の密度と圧粉成形体５０の全体の密度を９２％以上とするように、上パンチ４４および下パンチ４０、４１および窪み付きコア金型３０の窪み部の上面３７ｕで粉体４５に荷重を加えた(図５参照)。

従来、このような高密度では、前記の図１５に示すように、段付きコア金型２２０のコーナ部２２６で亀裂が生じ、コア金型２２０が短期間で破損する。この状況は、段付きコア金型２２０を用いて成形される成形体の材料の密度が高くなるほど、コア金型２２０に加わる荷重が大きくなるため、寿命が短くなる。

しかし、本第２実施形態においては、窪み付きコア金型３０の窪み部３７のコーナ部３７ｃが、上部コア３１と下部コア３２とが分割され連結され構成されているため、窪み付きコア金型３０の破損が防止される。

【００３９】

さらに、窪み付きコア金型３０には、前記のとおりショットピーニングにより、残留圧縮応力が加えられているため、高サイクル使用時の破壊寿命が長期化されている。

前記の成形により、図６、図７、図８(ａ)、図８(ｃ)に示すように、環状構造体５１の上面に突起部５２が周方向に１２個(図６)および３０個(図７)存在している圧粉成形体５０が成形される。

圧粉成形体５０は、略筒形状を有するとともに、内周側に軸方向に突出した突起部５２、または半径方向の段差部または窪み部、すなわち突起部５２を形成する半径方向の段差部または窪み部を有している。

【００４０】

この圧粉成形体５０においては、図５に示すように、圧粉成形体５０を成形する圧粉成形装置１の窪み付きコア金型３０が上部コア３１と下部コア３２との２分割構成であり、図６に示す圧粉成形体５０の突起部５２の内周側面５４と先端面５３の連結部５５は、図５に示すように、下部コア３２の窪み部３７の上面３７ｕと上部コア３１の窪み部３７の側面３７ｓで成形され、圧粉成形体５０の連結部５５を非曲面構造の垂直面、非垂直面等の角張った形状とすることが可能であり、先端面５３を平らな面に成形することができる。

すなわち、図６に示すように、圧粉成形体５０の突起先端面５３と内周側面５４との連結部５５を曲面構造ではなく、非曲面構造の垂直面等で構成できることから、先端面５３の幅δが狭い場合でも、先端面５３の平らな領域の面積を大きくできる。

【００４１】

このように、圧粉成形体５０の突起部５２の先端面５３の平坦性を向上することにより、下記の効果が得られる。

１）圧粉成形体５０の突起部５２の先端面５３で重ね合わせていくとき、平らな面の方が、密着力が向上する。

先端面５３と平面状の材料の接続時に、平らな領域が大きい先端面５３で接続面を最大化することができ、接触力を向上できるとともに、無駄なスペースを無くすことができる。

２）先端面５３が平らな方が幅の薄い機器向けに、薄型にできる点で好ましい。

本第２実施形態では、曲率半径Ｒがゼロの場合を例示して説明したが、曲率半径Ｒが有限でも、Ｒ／δ＜０．２、若しくはＲ＜０．１ｍｍであれば上記効果は十分得られる。なお、図６に示すように、δは圧粉成形体５０の突起部５２の先端面５３の幅寸法である。

さらに、Ｒ／δ＜０．１、Ｒ／δ＜０．０５と小さな値になるにつれ、上記効果は高ま

り、また、Ｒ＜０．１ｍｍ、Ｒ＜０．０５ｍｍと小さな値になるにつれ、上記効果は高まる。

【００４２】

圧粉成形体５０の全体密度を、粉体を構成する物質の真密度の９２％以上と高密度化することにより、下記の効果がある。

１）圧粉成形体５０が高密度化することにより堅くなり、圧粉成形体５０の強度が向上する。

２）搭機部品である場合のように限られたスペースに圧粉成形体５０を搭載する場合、有効である。

３）ネットシェイプ鍛造で圧粉成形体５０の成形が可能であり、生産性が向上する。

【００４３】

さらには、圧粉磁心材を使ったモータコアなどの成形に圧粉成形体５０を活用した場合、下記の効果がある。

４）圧粉成形体５０をより所望の形状に成形できるので、磁束の歪みが抑制され磁束密度が向上し、磁束密度に依存するモータ出力や、モータトルクが大きくなる。

５）従来と同等の磁束密度とする場合、圧粉成形体５０の磁束密度が高いため、圧粉成形体５０で構成する圧粉磁心を小型化することが可能である。

圧粉成形体５０の全体密度が、粉体を構成する物質の真密度の９４％以上、９６％以上と高くなるにつれ、上記効果はさらに高まる。

【００４４】

さらに、最大応力が低減されるので、下記効果がある。

１）圧粉成形体５０に加わる応力が平均化し、成形体密度を均一化できる。

２）圧粉成形体５０の一部に集中する残留応力を低減でき、ヒステリシス損が低減する。

３）粉体に絶縁被覆を施した圧粉磁心材を利用している場合、圧粉成形体５０に加わる応力が平均化して集中しないため、その絶縁被覆の破壊が防止され、渦電流損が低下する。

４）窪み付きコア金型３０における応力集中が防止されるので、過大な応力がかかることがなく金型寿命が長くなる。

５）上述のことから、モータの部品、アクチュエータの部品、または電装部品に使用した場合に効果がある。

【００４５】

＜＜第３実施形態＞＞

第１実施形態、第２実施形態において、圧粉成形体２０、５０の先端面２４、５３或いは窪み面の内周側面２３、５４に連結する複数面の中で、２面以上と連結するコーナ部２５(図４参照)、５５(図６参照)等が非曲面構造の垂直面、非垂直面等の角張った形状である場合、下記に示すように先端面或いは窪み面をフラットにしたことの効果はさらに高まる。

【００４６】

１）圧粉成形体２０、５０の突起部２２、５２の先端面２４、５３を近接させるアキシャル・ギャップ(Ａｘｉａｌ　Ｇａｐ)モータのような製品では、固定子、回転子間の間隔が狭いので先端面が平らな方が、基準面を決め易く、互いに接触することがなく回転が停止せず、かつ、接触した場合に生じるノイズの発生を抑制できる。

２）突起部２２、５２の先端面２４、５３(図４、図６、図７参照)で重ね合わせていく場合、平らな面の方が、接触面積が拡大し密着力が向上する。

先端面２４、５３と平面状の材料の接続時に、接続面を先端面２４、５３全面と最大化することができ、接触力を向上することが可能であり、更には、無駄なスペースを無くすことができる。

３）突起部２２、５２の先端面２４、５３が、平らな方が幅の薄い、幅寸法の小さい機器向けに、薄型にできる点で好ましい。

特に、モータの部品、アクチュエータの部品、電装部品に効果がある。

【００４７】

＜＜第４実施形態＞＞

第１実施形態、第２実施形態において、圧粉成形体２０、５０(図４、図６参照)の外周の平均半径をＡとするとき、突起部２２、５２の先端面２４、５３、若しくは窪み構造の径方向の幅δはδ／Ａ＜０．２若しくは、δ＜３ｍｍの場合、突起部２２、５２で形成するリングの幅が狭くなる。

【００４８】

しかし、突起部２２、５２のリングの幅δが狭くても、先端面２４、５３が平らであるため、部品特性を変化させず、圧粉成形体２０、５０がコンパクトにできる。

δ／Ａ＜０．１、δ／Ａ＜０．０５と小さくなるにつれ、またはδ＜２ｍｍ、δ＜１ｍｍと小さくなるにつれ、より、コンパクト性が高まる。

この第４実施形態の圧粉成形体２０、５０を、モータの部品、若しくはアクチュエータの部品、電装部品に使用した場合、効果がある。

【００４９】

＜＜第５実施形態＞＞

第１実施形態、第２実施形態において、圧粉成形体２０、５０の突起高さ、若しくは段差高さ、若しくは窪みの高さをｈ(図４、図６参照)とすると、ｈ／δ＞２では、成形体２０、５０の突起部２２、５２のリングの幅δは狭く、かつｈに関係する厚みがある部品となる。

成形体２０、５０の突起部２２、５２のリングの幅δを狭くしても、先端面２４、５３が平らであるため、部品特性を変化させず、圧粉成形体２０、５０をコンパクトにできる。また、ｈ／δ＞４、ｈ／δ＞８となるにつれ、よりコンパクト性が高まる。

この第５実施形態の圧粉成形体２０、５０を、比較的厚さがあるモータの部品、アクチュエータの部品、電装部品に使用した場合に効果がある。

【００５０】

＜＜第６実施形態＞＞

第１実施形態、第２実施形態における圧粉成形体２０、５０の成形において、突起部２２、５２(図４、図６参照)の部分に加わる荷重を大きくして、突起部２２、５２の部分の密度を真密度の９４％以上とすることで下記の効果がある。

１）突起部２２、５２の部分の密度が高まることから、圧粉成形体２０、５０の強度が向上する。

２）搭機部品の様に限られたスペースに圧粉成形体２０、５０を搭載する場合、有効である。

３）ネットシェイプで成形可能であり、生産性が向上する。

さらに、圧粉磁心材を使ったモータコアなどの成形に活用した場合、下記の効果がある。

４）従来と同等の磁束密度とした場合、圧粉磁心材の密度が高まることから同体積で高磁束が得られ、圧粉磁心を小型化することができる。

突起部２２、５２の部分の密度が真密度の９６％以上、９８％以上となるにつれ、上記効果はさらに高まる。

５）圧粉成形体２０、５０を、モータの部品、アクチュエータの部品、電装部品に適用した場合、効果がある。

【００５１】

＜＜第７実施形態＞＞

第１実施形態、第２実施形態において成形した成形体の突起部２２、５２の部分、若しくは窪み部分の形状に対応させて、コア金型分割面の上部の分割金型要素のみを変更または取り替えることにより、低コストで、かつ早く金型を変更可能である。

【００５２】

＜＜第８実施形態＞＞

次に、第８実施形態について、図９、図１０を用いて説明する。
第８実施形態の圧粉成形装置６１(図９、図１０参照)は、第１実施形態の窪み付きコア金型１０と同様な形状の再成形用窪み付きコア金型１０'を用いて、既に製造した圧粉成形体６０の形を整えたり、或いは、密度を高める成形、もしくは、圧粉成形した成形体を焼結した後、焼結体６０の寸法を矯正し、密度を高める再成形(いわゆる、再圧若しくは再圧縮)を行う場合を例示している。
ここで、第８実施形態の再成形用窪み付きコア金型１０'は、図１に示す窪み付きコア金型１０と同様な形状であるので、図１に示す窪み付きコア金型１０の符号に'(ダッシ)を付して示し、詳細な説明は省略する。
【００５３】
なお、図９と図１０は、図１のＤ－Ｄ線断面で示す再成形用窪み付きコア金型１０'を備えた圧粉成形装置６１の要部断面構成図であり、図９は上パンチ６４を上昇させた再成形前の装置構成を示しており、図１０は上パンチ６４を下降させるとともに、下パンチ６３および再成形用窪み付きコア金型１０'を上昇させて、圧粉成形体６０を押圧し圧粉再成形体６０'を再成形した再成形直後で圧粉再成形体６０'の抜き出し前の装置構成を示している。
【００５４】
図９、図１０において、中心線ｃから左側は窪み部７'の構造有り部分の再成形用窪み付きコア金型１０'(図１参照)での装置構成図であり、中心線ｃから右側は窪み部７'の構造無し部分の再成形用窪み付きコア金型１０'での装置構成図である。
図９に示すように、圧粉成形装置６１は、再成形用窪み付きコア金型１０'の外周面１０Ｇ'の外側部分に、下方から押圧力を加える下パンチ６３が配置され、さらに該下パンチ６３の外周面外側部分にダイ６６が配置され、このダイ６６、再成形用窪み付きコア金型１０'、および下パンチ６３で形成されるキャビティの空間Ｐ６の上方に、上方から押圧力を加える上パンチ６４が配置されている。
【００５５】
上述の圧粉成形装置６１において、既に製造した圧粉成形体６０または焼結体６０を再成形する場合、図９に示すように、ダイ６６、再成形用窪み付きコア金型１０'、および下パンチ６３で形成されるキャビティの空間Ｐ６に、既製造の圧粉成形体６０または焼結体６０を納める。
ここで、図９に示すように、再成形用窪み付きコア金型１０'の上端面とダイ６６の上端面を一致させているので、再成形用窪み付きコア金型１０'がダイ６６より上方に突出せず、既製造の圧粉成形体６０または焼結体６０を、横方向からキャビティの空間Ｐ６にセットすることが可能で、セットが容易に行える。これに対して、セット時に、再成形用窪み付きコア金型１０'の上端面を、ダイ６６の上端面より突出させて構成した場合には、既製造の圧粉成形体６０または焼結体６０を、再成形用窪み付きコア金型１０より高い位置からセットしなければならないため、セットがしにくい。
【００５６】
続いて、図１０の白抜き矢印に示すように、上パンチ６４を下降させて圧粉成形体６０または焼結体６０に上方から荷重を加えるとともに、下パンチ６３および再成形用窪み付きコア金型１０'を上昇させて圧粉成形体６０または焼結体６０に下方から荷重を加えて、圧粉成形体６０または焼結体６０を、ダイ６６、再成形用窪み付きコア金型１０'、下パンチ６３、および上パンチ６４で押圧して再成形し、圧粉再成形体６０'を製造する。
ここで、図１０に示すように、再成形用窪み付きコア金型１０'の窪み部および下パンチ６３で下方から再成形を行うため、該窪み部７'および下パンチ６３による圧粉再成形体６０'への加圧力が発生し、再成形用窪み付きコア金型１０および下パンチ６３は、ダイ６６に対して相対的に上昇することになる。
【００５７】
上記構成によれば、再成形用窪み付きコア金型１０'が、図１に示すように、窪み部７'の上面７ｕ'と同一面で上部コア１１'と下部コア１２'とに上下に２分割され連結される

構成なので、再成形用窪み付きコア金型１０'の窪み部７'の上面７ｕ'と側面７ｓ'とで形成されるコーナ部７ｃ'は、別体の上部コア１１'と下部コア１２'とで形成されるため、応力集中が起こることがなく、再成形用窪み付きコア金型１０'に過大な応力が加わることが防止され、破損することがない。

【００５８】

＜＜第９実施形態＞＞

第９実施形態の窪み付きコア金型８０を、図１１～図１３を用いて説明する。

図１１(ａ)は上部コア８１と下部コア８２が連結された窪み付きコア金型８０の斜視図であり、図１１(ｂ)は上部コア８１と下部コア８２が分離された窪み付きコア金型８０の斜視図である。

図１１(ａ)に示すように、窪み付きコア金型８０は、略円柱状の形状を呈しており、下側部に半径方向に凹んだ窪み形状の窪み部８７が、周方向に３個存在する。

【００５９】

そして、窪み付きコア金型８０は、窪み部８７の上面８７ｕと同一面の分割面８０Ｂで、図１１(ｂ)に示すように、上部コア８１と下部コア８２に分割され、分割面８０Ｂの箇所で上部コア８１と下部コア８２とが、何れか一方にボルト(図示せず)機能を有するとともに他方にナット(図示せず)機能を有することにより、ボルト締結されている。なお、ボルト締結に代えて、ネジ締結、或いは、凹凸部によるはめ込みによって連結し固定してもよい。

図１１に示すように、窪み付きコア金型８０における上下のコア８１、８２の分割面８０Ｂは、窪み部８７の上面８７ｕと同一面を成している。

【００６０】

このような形状の窪み付きコア金型８０を使用した場合においても、第１実施形態の図４に示したような圧粉成形体２０、および第２実施形態の図６、図７、図８(ａ)、(ｃ)に示したような圧粉成形体５０を成形可能である。

さらに、下記の図１２、図１３に示す構造の圧粉成形装置９０、９５で、既に成形済みの成形体の再成形を行える。

なお、再成形とは、既に製造した圧粉成形体の形を整えたり、或いは、密度を高める成形、もしくは、圧粉成形した成形体を焼結した後、焼結体の寸法を矯正し、密度を高める成形(いわゆる再圧)をいう。

【００６１】

図１２、図１３は、図１１(ａ)のＧ－Ｇ線断面で示す窪み付きコア金型８０を備えた圧粉成形装置９０、９５の要部断面構成図であり、図１２、図１３において、中心線ｃから左側は窪み部８７構造有り部分のコア金型８０での装置構成図であり、中心線ｃから右側は窪み部８７構造無し部分のコア金型８０での装置構成図である。

【００６２】

図１２に示すように、圧粉成形装置９０は、下方から押圧力を加える下パンチ９３の外周面外側部分にダイ９２が配置され、このダイ９２と下パンチ９３で構成される空間Ｐ３に圧粉成形体７０もしくは焼結体７０が収容される。また、空間Ｐ３の上方には、窪み付きコア金型８０と、窪み付きコア金型８０の外周面８０Ｇ外側に、上方から押圧力を加える上パンチ９１が配置されている。

この構成の圧粉成形装置９０で再成形を行うに際しては、窪み付きコア金型８０を下方に移動させて圧粉成形体７０もしくは焼結体７０の内孔に窪み付きコア金型８０を嵌合させるとともに、上パンチ９１を下方に移動させる。そして、圧粉成形体７０もしくは焼結体７０に、下パンチ９３、上パンチ９１および窪み付きコア金型８０の窪み部で圧力を加えることにより、再成形が行われる。

【００６３】

同様に、図１３に示すように、圧粉成形装置９５は、下方から押圧力を加える下パンチ９８の外周面外側部分にダイ９７が配置され、このダイ９７と下パンチ９８で構成される空間Ｐ４に圧粉成形体７１もしくは焼結体７１が収容される。また、空間Ｐ４の上方には

、窪み付きコア金型８０と、窪み付きコア金型８０の外周面８０Ｇ外側に、上方から押圧力を加える上パンチ９６および９９が配置されている。

この構成の圧粉成形装置９５で再成形を行うに際しては、窪み付きコア金型８０を下方に移動させて圧粉成形体７１もしくは焼結体７１の内孔に窪み付きコア金型８０を嵌合させるとともに、上パンチ９６および９９を下方に移動させる。そして、圧粉成形体７１もしくは焼結体７１に、下パンチ９８、および上パンチ９６と９９、および窪み付きコア金型８０の窪み部で圧力を加えることにより、再成形が行われる。

【００６４】

ここで、従来の窪み付きコア金型を用いた再成形では、所謂、コア接続段差部(図１５に示すコーナ部２２６)に上下パンチにより加えられる圧粉磁心材の圧力によって応力集中が起こり、コア接続段差部で亀裂が生じ、コア金型が短期間で破損する。

粉体の真密度が高いほど、成形時の圧力は高まるため、コア金型に加わる荷重は高くなり、コア金型の寿命は短くなる。

しかし、第９実施形態では、窪み付きコア金型８０が窪み部上面８７ｕと同一面の分割面８０Ｂで上下に分割され連結され構成されるため、応力集中等の過大な応力が窪み付きコア金型８０に働くことが防止され、破損しない。

【００６５】

なお、前記実施形態においては、コア金型の外周面の窪み部の数が３つ等の場合を例示して説明したが、窪み部の数は、１つ以上の任意の数を選択できる。

また、前記実施形態においては、コア金型の上部コアと下部コアとが、中央部分でボルト締結、ネジ締結、あるいは一方のコアに凹部を形成し他方のコアに凸部を形成して嵌め込みによって締結する場合を例示したが、中央部分以外で締結し連結してもよい。

また、特許請求の範囲に記載した筒状部材は、同心の内周面と外周面を有する部材であり、外径に比して高さが小さい環状のものも含むものである。

【図面の簡単な説明】

【００６６】

【図１】第１実施形態の窪み付きコア金型の構成を示したものであり、(ａ)図は、上部コアと下部コアが締結された窪み付きコア金型の斜視図であり、(ｂ)図は、上部コアと下部コアが分離された状態の窪み付きコア金型の斜視図である。

【図２】図１のＤ－Ｄ線断面で示す窪み付きコア金型を備えた第１実施形態の圧粉成形装置の要部断面構成図であり、上パンチを上昇させた圧粉成形前の装置構成を示している。

【図３】図１のＤ－Ｄ線断面で示す窪み付きコア金型を備えた第１実施形態の圧粉成形装置の要部断面構成図であり、圧粉成形直後で圧粉成形体の抜き出し前の装置構成を示している。

【図４】(ａ)図は、第１実施形態の圧粉成形装置で製造された圧粉成形体を示す斜視図であり、(ｂ)図は、(ａ)図のＥ部における内周面側を拡大して示した拡大斜視図である。

【図５】第２実施形態の３Ｄモータコアを圧粉成形する圧粉成形装置の構成を示す要部断面図であり、圧粉成形直後で圧粉成形体の抜き出し前の装置構成を示している。

【図６】第２実施形態の圧粉成形装置により成形された圧粉成形体をモータの固定子に適用した例を示す斜視図である。

【図７】第２実施形態の圧粉成形装置により成形された圧粉成形体を大きなモータの固定子に適用した例を示す斜視図である。

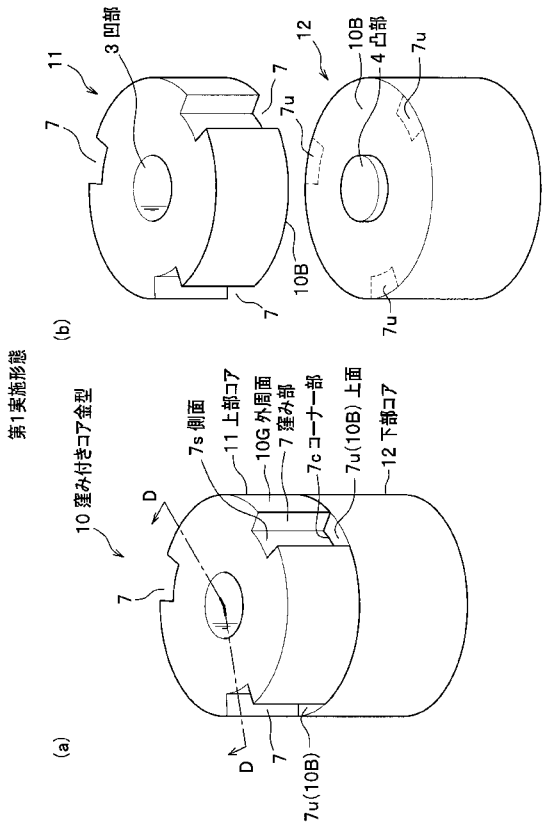
【図８】(ａ)図および(ｃ)図は、第２実施形態の圧粉成形装置により成形される圧粉成形体のモータの固定子の斜視図であり、(ｂ)図は、(ａ)図、(ｃ)図に示す圧粉成形体のモータの固定子により挟着される電流を流すためのコイルの斜視図である。

【図９】図１のＤ－Ｄ線断面で示す再成形用窪み付きコア金型を備えた第８実施形態の圧粉成形装置の要部断面構成図であり、上パンチを上昇させた再成形前の装置構成を示している。

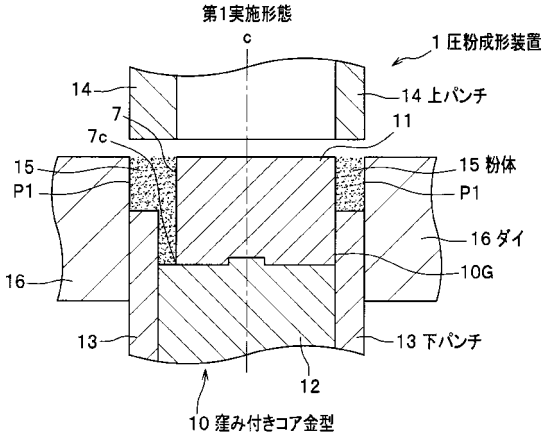
【図１０】図１のＤ－Ｄ線断面で示す窪み付きコア金型を備えた第８実施形態の圧粉成形装置の要部断面構成図であり、再成形直後で圧粉再成形体の抜き出し前の装置構成を示し

ている。
【図１１】(ａ)図は、第９実施形態の上部コアと下部コアが連結された窪み付きコア金型の斜視図であり、(ｂ)図は、第９実施形態の上部コアと下部コアが分離された窪み付きコア金型の斜視図である。
【図１２】第９実施形態の図１１(ａ)のＧ－Ｇ線断面で示す窪み付きコア金型を備えた圧粉成形装置の要部断面構成図である。
【図１３】第９実施形態の図１１(ａ)のＧ－Ｇ線断面で示す窪み付きコア金型を備えた圧粉成形装置の要部断面構成図である。
【図１４】(ａ)図は従来の圧粉成形法によって成形された筒状の圧粉成形体であり、(ｂ)図は(ａ)図のＡ部における内周面側を拡大して示した拡大斜視図である。
【図１５】従来の段付きコア金型の形状を示した図であり、(ａ)図は段付きコア金型を側面方向から見た斜視図であり、(ｂ)図は(ａ)図に示す段付きコア金型をその上面から見た平面図である。
【図１６】(ａ)図は、従来の図１５(ａ)のＢ－Ｂ線断面で示す段付きコア金型を備えた圧粉成形装置の断面図であり、(ｂ)図は、(ａ)図のＣ部拡大図である。
【図１７】従来の図１５(ａ)のＢ－Ｂ線断面で示す段付きコア金型を備えた圧粉成形装置の要部断面図である。
【符号の説明】
【００６７】
１、９０、９５…圧粉成形装置(成形装置)、
３…凹部、
４…凸部、
７、７'、３７、８７…窪み部、
７ｃ、３７ｃ、８７ｃ…コーナ部、
７ｕ、７ｕ'、３７ｕ、８７ｕ…窪み部の上面、
１０、３０、８０…窪み付きコア金型(成形用コア金型)、
１０'…再成形用窪み付きコア金型(再成形用コア金型)、
１０Ｂ、３０Ｂ、８０Ｂ…分割面、
１０Ｇ、３０Ｇ、８０Ｇ…外周面、
１１、１１'、３１、８１…上部コア(上下に分割されたコア)、
１２、１２'、３２、８２…下部コア(上下に分割されたコア)、
１３、４０、４１、９３、９８…下パンチ、
１４、４４、９１、９６…上パンチ、
１５、４５…粉体、
１６、４６、９２、９７…ダイ、
２０、５０…圧粉成形体(筒状部材)、
２２、５２…突起部(突出部)、
Ｒ…曲率半径(コーナ部の曲率半径)、
δ…突起部の先端面の幅寸法(段差部の半径方向の幅)

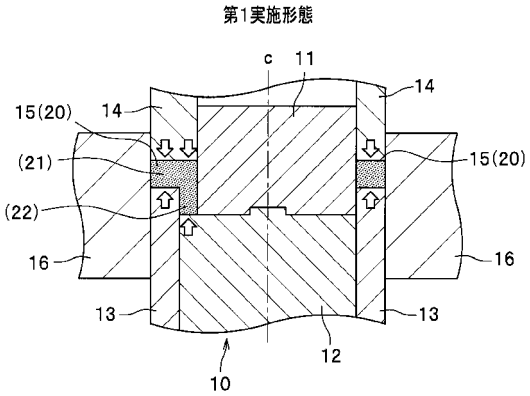
【図１】


第1実施形態
(a)
(b)
10 窪み付きコア金型
7s 側面
11 上部コア
10G 外周面
7 窪み部
7c コーナー部
7u(10B) 上面
12 下部コア
3 凹部
4 凸部
7u
7
10B
12
D
7u(10B)

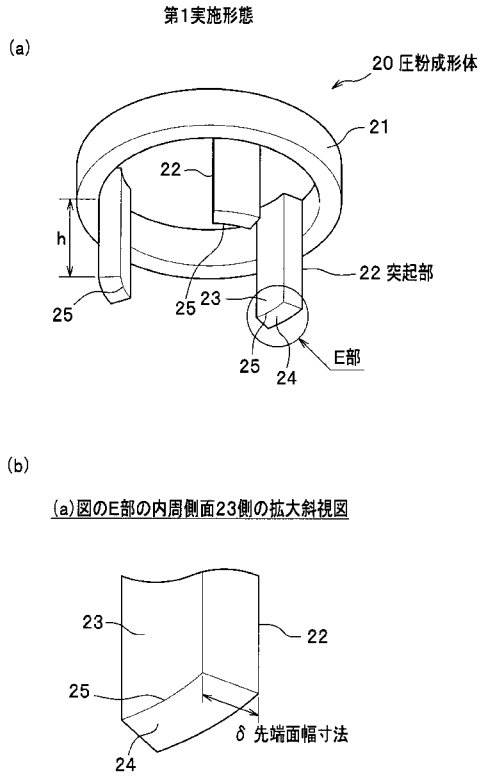
【図２】


第1実施形態
1 圧粉成形装置
14 上パンチ
15 粉体
16 ダイ
10G
13 下パンチ
10 窪み付きコア金型
c
14
7
7c
11
15
P1
16
13
12

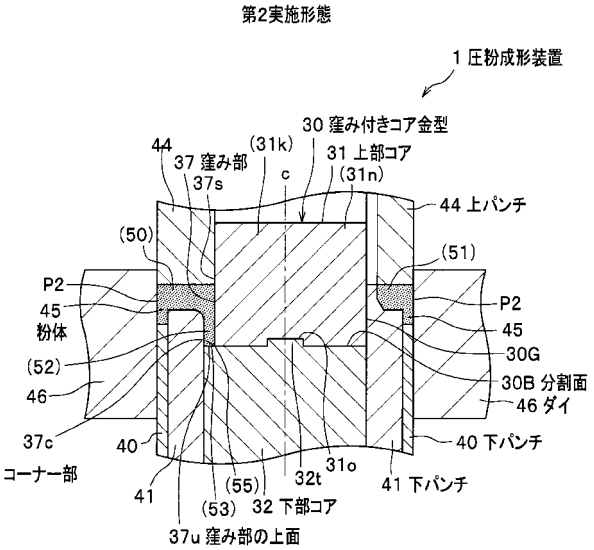
【図３】


第1実施形態
c
11
14
15(20)
(21)
(22)
16
13
12
10

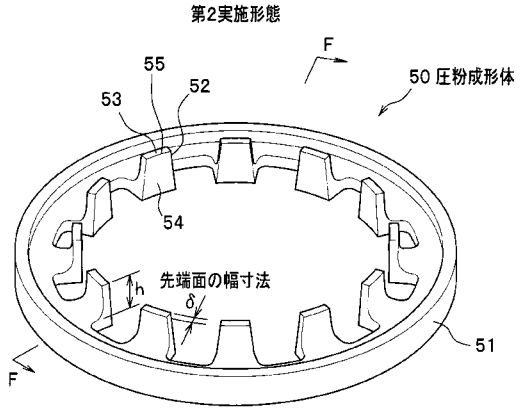
【図４】


第1実施形態
(a)
20 圧粉成形体
21
22
22 突起部
h
25
23
24
E部
(b)
(a)図のE部の内周側面23側の拡大斜視図
δ 先端面幅寸法

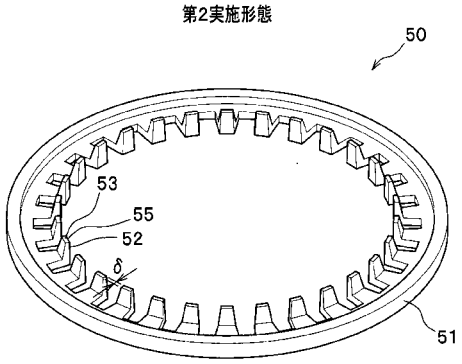
【図５】


第2実施形態
1 圧粉成形装置
30 窪み付きコア金型
31 上部コア
37 窪み部
37s
44
44 上パンチ
(50)
(51)
P2
45
粉体
(52)
46
37c
コーナー部
40
40 下パンチ
41
41 下パンチ
32t
32 下部コア
30G
30B 分割面
46 ダイ
37u 窪み部の上面
c

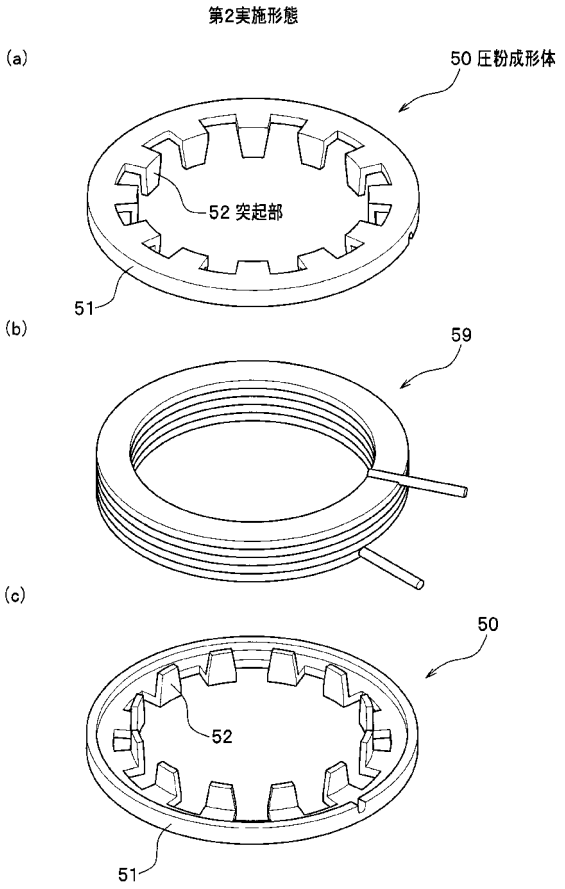
【図６】



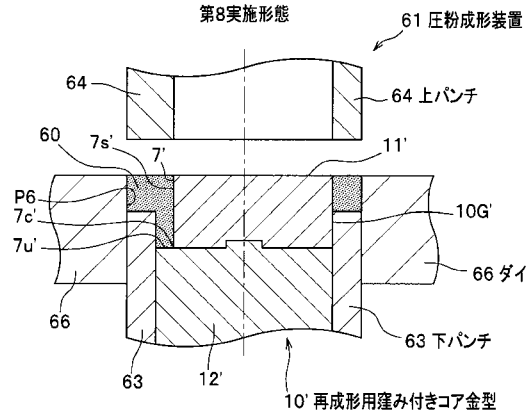
【図７】



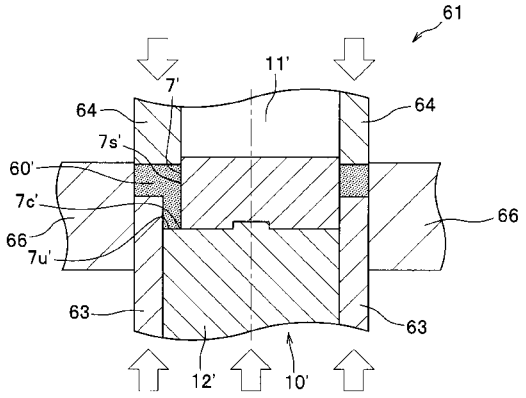
【図８】



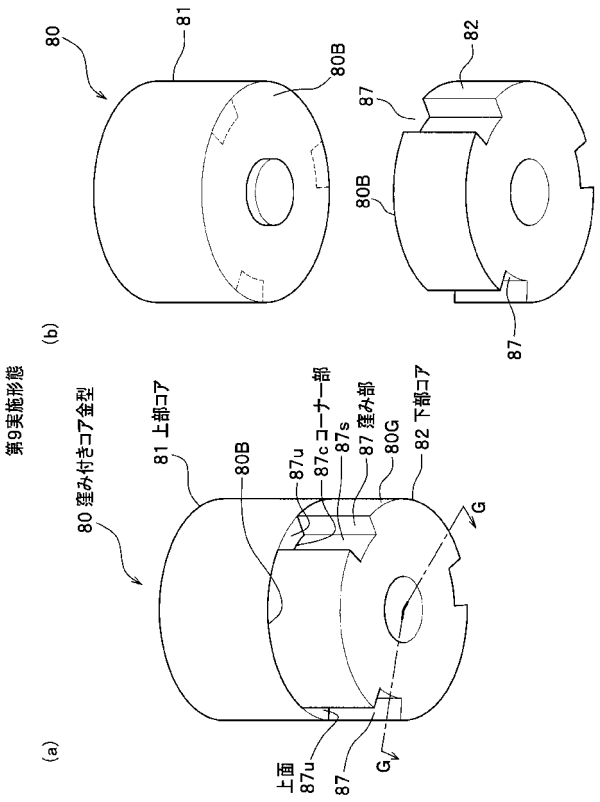
【図９】



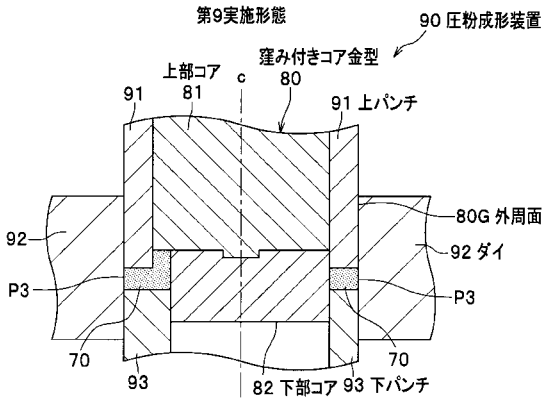
【図１０】



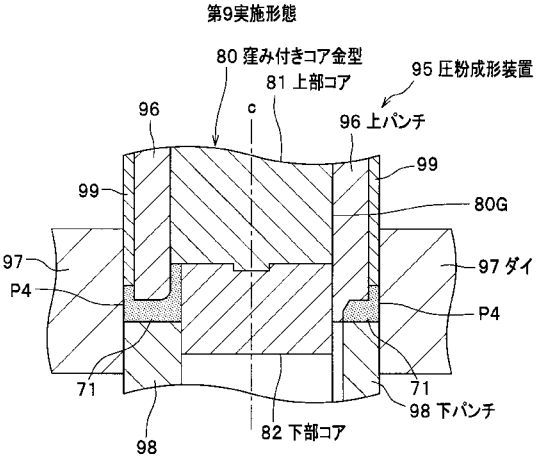
【図１１】



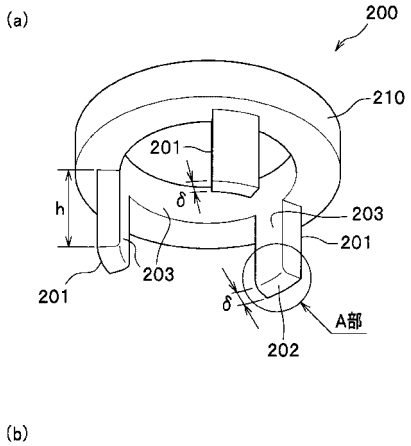
【図１２】



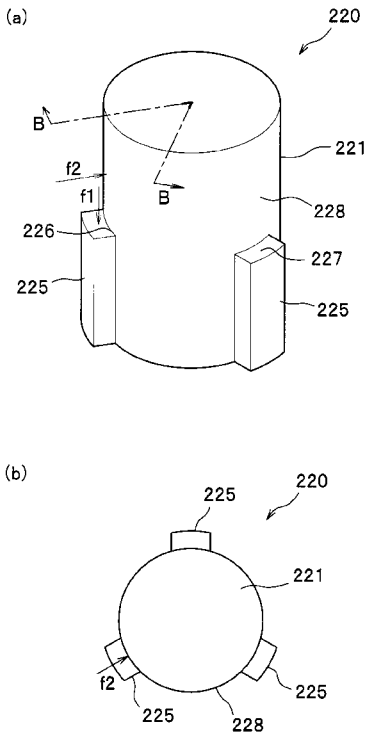
【図１３】



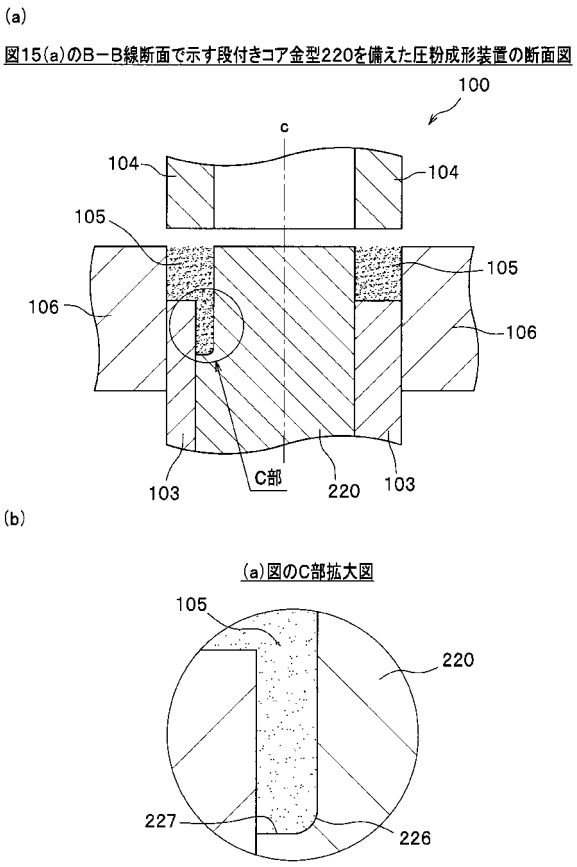
【図１４】



【図１５】

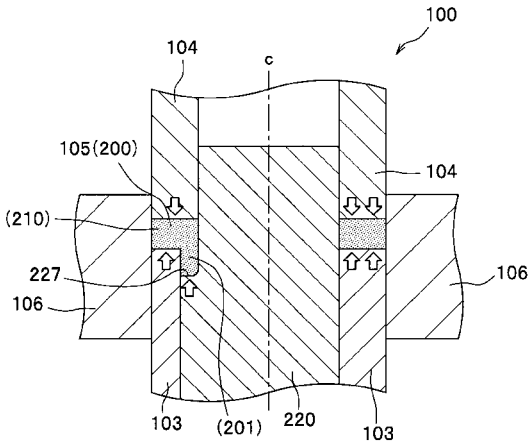


【図１６】



【図１７】

図15(a)のB－B線断面で示す段付きコア金型220を備えた圧粉成形装置(成形時)の断面図



フロントページの続き

(72)発明者　石沢　修一
茨城県日立市大みか町７丁目１番１号　株式会社日立製作所日立研究所内
(72)発明者　荒川　友明
千葉県松戸市稔台五丁目２番地１　日立粉末冶金株式会社内
(72)発明者　石原　千生
千葉県松戸市稔台五丁目２番地１　日立粉末冶金株式会社内
(72)発明者　嶋　治郎
千葉県松戸市稔台五丁目２番地１　日立粉末冶金株式会社内