(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4750681号
(P4750681)

(45)発行日　平成23年8月17日(2011.8.17)　(24)登録日　平成23年5月27日(2011.5.27)

(51)Int.Cl.		F I	
B29C 33/38	(2006.01)	B29C	33/38
B29C 33/42	(2006.01)	B29C	33/42
B29C 45/37	(2006.01)	B29C	45/37
B29L 11/00	(2006.01)	B29L	11:00
B29L 17/00	(2006.01)	B29L	17:00

請求項の数 5　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2006-330395 (P2006-330395)
(22)出願日　平成18年12月7日 (2006.12.7)
(65)公開番号　特開2008-142952 (P2008-142952A)
(43)公開日　平成20年6月26日 (2008.6.26)
審査請求日　平成20年2月19日 (2008.2.19)

(73)特許権者　000002107
住友重機械工業株式会社
東京都品川区大崎二丁目１番１号
(74)代理人　100096426
弁理士　川合　誠
(74)代理人　100089635
弁理士　清水　守
(74)代理人　100116207
弁理士　青木　俊明
(72)発明者　平田　徹
神奈川県横須賀市夏島町１９番地　住友重機械工業株式会社横須賀事業所内

審査官　奥野　剛規

最終頁に続く

(54)【発明の名称】断熱金型、金型部品、成形機及び断熱金型の製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
（ａ）型板と、
（ｂ）該型板に取り付けられ、キャビティ空間と対向する面に微細な凹凸のパターンを備える転写面が形成された転写部材とを有するとともに、
（ｃ）前記型板における転写部材と当接する面に、表面が稠密化された複合セラミック層から成る断熱層が形成され、
（ｄ）前記複合セラミック層は、セラミック材料から成る気孔質表層部において、含浸剤による含浸と加熱体によって加熱を行うことによる焼成とを繰り返すことにより形成され、
（ｅ）前記含浸剤は、セラミック材料、及び該セラミック材料を繋ぐバインダーから成ることを特徴とする断熱金型。
【請求項２】
前記断熱層の表面粗さＲａは２００〔ｎｍ〕以下の範囲にされる請求項１に記載の断熱金型。
【請求項３】
凹凸のパターンを備える転写面が形成された転写部材の裏側に配設される金型部品において、
（ａ）前記転写部材と当接する面に、表面が稠密化された複合セラミック層から成る断熱層が形成され、

（ｂ）前記複合セラミック層は、セラミック材料から成る気孔質表層部において、含浸剤による含浸と加熱体によって加熱を行うことによる焼成とを繰り返すことにより形成され、
（ｃ）前記含浸剤は、セラミック材料、及び該セラミック材料を繋ぐバインダーから成ることを特徴とする金型部品。
【請求項４】
請求項１又は２に記載の断熱金型を有する成形機。
【請求項５】
型板、及び該型板に取り付けられ、キャビティ空間と対向する面に微細な凹凸のパターンを備える転写面が形成された転写部材を有する断熱金型の製造方法において、
（ａ）前記型板における転写部材と当接する面に、表面が稠密化された複合セラミック層から成る断熱層を形成するとともに、
（ｂ）前記複合セラミック層は、セラミック材料から成る気孔質表層部において、含浸剤による含浸と加熱体によって加熱を行うことによる焼成とを繰り返すことにより形成され、
（ｃ）前記含浸剤は、セラミック材料、及び該セラミック材料を繋ぐバインダーから成ることを特徴とする断熱金型の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、断熱金型、金型部品、成形機及び断熱金型の製造方法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
従来、成形機、例えば、射出成形機においては、加熱シリンダ内において溶融させられた樹脂が、金型装置内のキャビティ空間に充填され、該キャビティ空間内において冷却され、固化させられて成形品が成形されるようになっている。
【０００３】
前記射出成形機は金型装置、型締装置及び射出装置を有し、該射出装置は、樹脂を加熱して溶融させる加熱シリンダ、該加熱シリンダの前端に取り付けられ、溶融させられた樹脂を射出する射出ノズル、前記加熱シリンダ内において回転自在に、かつ、進退自在に配設されたスクリュー等を備える。そして、前記金型装置は固定金型及び可動金型を備え、前記型締装置によって可動金型を進退させることにより、金型装置の型閉じ、型締め及び型開きが行われ、型締め時に、前記固定金型と可動金型との間にキャビティ空間が形成される。
【０００４】
そして、計量工程において、前記スクリューが回転させられると、加熱シリンダ内に供給された樹脂が溶融させられてスクリューの前方に蓄えられ、それに伴って、スクリューが後退させられ、この間に、金型装置の型閉じ及び型締めが行われる。続いて、射出工程において、前記スクリューが前進させられ、前記スクリューの前方に蓄えられた樹脂が射出ノズルから射出され、キャビティ空間に充填される。次に、冷却工程において、前記キャビティ空間内の樹脂が冷却され固化されて、成形品が成形される。続いて、型開きが行われ、前記成形品が取り出される。
【０００５】
そして、導光板、ディスク基板等のように、微細な凹凸のパターンを備える成形品を成形する場合、例えば、可動金型における固定金型と対向する面には、入れ子が取り付けられ、該入れ子の固定金型と対向する面には、前記凹凸に対応する凹凸から成る転写面が形成され、前記キャビティ空間内に充填されたポリカーボネート等の樹脂に、前記転写面のパターンが転写される。
【０００６】
なお、このような金型装置においては、キャビティ空間の表面を含む金型装置全体の温

度である冷却温度を、樹脂のガラス転移温度より数十〔℃〕低く設定することによって、樹脂を冷却し、固化させるのに必要な時間を短くし、成形サイクルを短くするようにしている。

【０００７】

ところで、射出ノズルから射出された樹脂が、キャビティ空間内に流れ込み、キャビティ空間の内周面に接触すると、表面固化層（スキン層）が一瞬にして成長する。成形条件、樹脂の種類等によって表面固化層の成長状態は異なるが、一般的に、成長時間は０．１〔ｓ〕以下であり、厚さは数十〔μｍ〕程度である。表面固化層が発達すると、樹脂のキャビティ空間の内周面と接触する部分において良好な成形が阻害され、ウェルド、転写不良等の成形不良が発生してしまう。

【０００８】

そこで、キャビティ空間の内周面の近傍に熱伝導率の低い断熱材料から成る断熱層を形成するようにした断熱金型が提供されている。この場合、可動金型における断熱層が形成されない部分である金型本体部と入れ子との間を熱的に遮断することができるので、表面固化層の成長及び発達を遅らせ、その間に転写面のパターンの転写を終了することができる。したがって、成形不良が発生するのを防止することができる（例えば、特許文献１参照。）。

【特許文献１】特開平１０－６２６号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

しかしながら、前記従来の断熱金型においては、断熱材料の選定、断熱層の形成方法等によっては、断熱層の耐久性が低下してしまう。

【００１０】

例えば、金型本体部における入れ子と接触する面に高分子材料から成る断熱層を形成することが考えられるが、成形が繰り返されるのに伴って、ヒートサイクルによる膨張及び収縮によって、断熱層の面と金型本体部の面とが擦過し、断熱層が摩耗してしまう。

【００１１】

さらに、前記特許文献１に記載された断熱層においては、空隙部が形成されるようになっているので、仕上げ研磨を行っても、空隙部に応じた粗さが表面に表れてしまう。その結果、成形中の樹脂の温度が変化するのに伴って、スタンパの膨張・収縮が生じることがあり、スタンパの裏面に擦過傷を形成する可能性がある。また、擦過傷が形成されるのを防止するために、ＤＬＣコーティングを行うことが考えられるが、粗い表面にＤＬＣコーティングを行うと、接着安定性が低下してしまう。

【００１２】

本発明は、前記従来の断熱金型の問題点を解決して、成形不良が発生するのを防止することができ、成形サイクルを短くすることができ、断熱層の耐久性を向上させることができる断熱金型、金型部品、成形機及び断熱金型の製造方法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】

【００１３】

そのために、本発明の断熱金型においては、型板と、該型板に取り付けられ、キャビティ空間と対向する面に微細な凹凸のパターンを備える転写面が形成された転写部材とを有する。

【００１４】

そして、前記型板における転写部材と当接する面に、表面が稠密化された複合セラミック層から成る断熱層が形成される。

また、前記複合セラミック層は、セラミック材料から成る気孔質表層部において、含浸剤による含浸と加熱体によって加熱を行うことによる焼成とを繰り返すことにより形成される。

そして、前記含浸剤は、セラミック材料、及び該セラミック材料を繋ぐバインダーから

成る。
【発明の効果】
【００１５】
本発明によれば、断熱金型においては、型板と、該型板に取り付けられ、キャビティ空間と対向する面に微細な凹凸のパターンを備える転写面が形成された転写部材とを有する。
【００１６】
そして、前記型板における転写部材と当接する面に、表面が稠密化された複合セラミック層から成る断熱層が形成される。
また、前記複合セラミック層は、セラミック材料から成る気孔質表層部において、含浸剤による含浸と加熱体によって加熱を行うことによる焼成とを繰り返すことにより形成される。
そして、前記含浸剤は、セラミック材料、及び該セラミック材料を繋ぐバインダーから成る。
【００１７】
この場合、型板における転写部材と当接する面に、断熱層が形成されるので、キャビティ空間に充填された成形材料の温度が断熱層によって一時的に保持される。その結果、表面固化層の成長及び発達を遅らせ、その間に転写面のパターンの転写を終了することができる。したがって、成形不良が発生するのを防止することができる。また、断熱金型の冷却温度を低くすることができるので、成形サイクルを短くすることができる。
【００１８】
そして、断熱層の表面が稠密化されるので、断熱層の表面を極めて平滑にすることができる。したがって、断熱層の耐久性を高くすることができるだけでなく、転写部材の裏面に擦過傷が形成されるのを防止することができ、転写部材の耐久性を向上させることができる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００１９】
以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。この場合、成形機としての射出成形機について説明する。
【００２０】
図１は本発明の第１の実施の形態における断熱金型の断面図である。
【００２１】
図において、１１は導光板、ディスク基板等の成形品を成形するための断熱金型としての金型装置、１２は第１の金型としての固定金型、１３は該固定金型１２に対して進退自在に配設された第２の金型としての可動金型、Ｃ１、Ｃ２は型締めに伴って固定金型１２と可動金型１３との間に形成されるキャビティ空間である。
【００２２】
そして、前記可動金型１３は型板としての、かつ、第１の金型部品としての上板２１、及び該上板２１を受ける受け板としての、かつ、第２の金型部品としての下板２２を備え、前記上板２１における固定金型１２と対向する面に、転写部材としての入れ子２４が取り付けられ、該入れ子２４における固定金型１２と対向する面に、微小な凹凸が所定のパターンで形成された転写面が形成される。なお、上板２１及び下板２２は、剛性を保つためにステンレス鋼によって形成され、入れ子２４は、加工性を良好にするために主としてニッケル（Ｎｉ）によって形成される。
【００２３】
ところで、本実施の形態においては、成形サイクルを短くするために、前記上板２１における入れ子２４と当接する面に、断熱材料から成り、表面が稠密化された断熱層２５が形成される。そして、前記下板２２に温調媒体流路２３が形成され、該温調媒体流路２３に、図示されない温調器から供給された水、空気等の温調媒体を流すことによって金型装置１１及びキャビティ空間Ｃ１、Ｃ２内の成形材料としての図示されない樹脂を冷却する

ことができる。

【００２４】

また、１５は固定金型１２に形成されたスプルーであり、該スプルー１５の先端とキャビティ空間Ｃ１、Ｃ２とが、樹脂の流入部であるゲートｇ１、ｇ２を介して連通させられる。

【００２５】

本実施の形態においては、可動金型１３側において、上板２１に入れ子２４が取り付けられ、上板２１における入れ子２４と当接する面に断熱層２５が形成されるようになっているが、固定金型１２側に上板及び下板を配設し、上板における可動金型１３と対向する面に入れ子を取り付け、上板における可動金型１３と当接する面に断熱層を形成し、下板に温調媒体流路を形成することができる。また、本実施の形態においては、可動金型１３が上板２１及び下板２２によって形成されるようになっているが、可動金型１３を一体に形成することができる。

【００２６】

ところで、図示されない型締装置を作動させることによって、前記可動金型１３を前進させ、型閉じを行い、可動金型１３を前記固形金型１２に当接させて型締めを行い、これに伴って固定金型１２と可動金型１３との間に前記キャビティ空間Ｃ１、Ｃ２を形成し、可動金型１３を固定金型１２から離して型開きを行うことができる。

【００２７】

前記型締装置は、第１のプラテンとしての固定プラテン、ベースプレートとしてのトグルサポート、前記固定プラテンとトグルサポートとの間に架設されたタイバー、固定プラテンと対向させて、かつ、タイバーに沿って進退自在に配設された第２のプラテンとしての可動プラテン、該可動プラテンとトグルサポートとの間に配設されたトグル機構、型締め用の駆動部としての型締め用モータ等を備える。そして、前記固定プラテン及び可動プラテンに、互いに対向させて前記固定金型１２及び可動金型１３がそれぞれ取り付けられる。

【００２８】

また、前記固定プラテンと対向させて図示されない射出装置が配設される。該射出装置は、シリンダ部材としての加熱シリンダ、該加熱シリンダ内において、回転自在に、かつ、進退自在に配設された射出部材としてのスクリュー、前記加熱シリンダの前端に取り付けられた射出ノズル、前記加熱シリンダの後端の近傍に配設されたホッパ、前記スクリューと連結された計量用の駆動部としての計量用モータ、前記スクリューと連結された射出用の駆動部としての射出用モータ等を備える。

【００２９】

次に、前記型締装置において、型締め用モータを駆動すると、トグル機構が伸展させられ、可動プラテンが前進させられて型閉じが行われ、可動金型１３が固定金型１２に当接させられる。続いて、型締用モータを更に駆動すると、トグル機構において型締力が発生させられ、該型締力で可動金型１３が固定金型１２に押し付けられ、型締めが行われる。

【００３０】

一方、前記射出装置においては、計量工程において、計量用モータを駆動し、スクリューを回転させると、ホッパから供給された樹脂が加熱シリンダ内において加熱されて溶融させられ、前方に移動して、スクリューの前方に溜められる。これに伴って、スクリューが所定の位置まで後退させられる。

【００３１】

また、射出工程において、型締めが行われた状態の金型装置１１の前記スプルー１５に、前記射出装置の射出ノズルを押し当て、射出用モータを駆動し、スクリューを前進させると、スクリューの前方に溜められた樹脂が射出ノズルから射出され、ゲートｇ１、ｇ２を介して前記キャビティ空間Ｃ１、Ｃ２に充填される。

【００３２】

そして、各キャビティ空間Ｃ１、Ｃ２内の樹脂は、前記温調媒体によって冷却され、固

化させられ、このとき、前記入れ子２４の転写面のパターンが樹脂に転写される。

【００３３】

続いて、前記型締用モータを逆方向に駆動すると、トグル機構が屈曲させられ、可動プラテンが後退させられ、型開きが行われる。このようにして、成形品を成形することができる。

【００３４】

前記金型装置１１においては、キャビティ空間の表面を含む金型装置全体の温度である冷却温度を樹脂のガラス転移温度より数十〔℃〕低く設定することによって、樹脂を冷却し、固化させるのに必要な時間を短くし、成形サイクルを短くするようにしている。

【００３５】

ところで、溶融させられた樹脂が、キャビティ空間Ｃ１、Ｃ２内に流れ込み、キャビティ空間Ｃ１、Ｃ２の内周面に接触すると、表面固化層（スキン層）が一瞬にして成長する。成形条件、樹脂の種類等によって表面固化層の成長状態は異なるが、表面固化層が発達すると、樹脂のキャビティ空間Ｃ１、Ｃ２の内周面と接触する部分において良好な成形が阻害され、ウェルド、転写不良等の成形不良が発生してしまう。

【００３６】

そこで、本実施の形態においては、前述されたように、入れ子２４の裏側に断熱層２５が形成される。したがって、可動金型１３における断熱層２５が形成されない部分である金型本体部と入れ子２４との間を熱的に遮断することができるので、キャビティ空間Ｃ１、Ｃ２に樹脂が充填されたときに、樹脂の温度が断熱層２５によって一時的に保持される。その結果、表面固化層の成長及び発達を遅らせ、その間に転写面のパターンの転写を終了することができる。したがって、成形不良が発生するのを防止することができる。また、金型装置１１の冷却温度を低くすることができるので、ゲートｇ１、ｇ２を介して流入した樹脂は、キャビティ空間Ｃ１、Ｃ２内を非ゲート側部分に向かって移動するのに伴って、急速に冷却される。その結果、通常の金型装置より早く型開きが可能な状態にされ、樹脂の充填が開始されたタイミングから型開きを開始するタイミングまでの型開待機時間を短くすることができ、成形サイクルを短くすることができる。

【００３７】

次に、前記断熱層２５を形成する方法について説明する。

【００３８】

図２は本発明の第１の実施の形態における断熱層を形成する方法を示す第１の工程図、図３は本発明の第１の実施の形態における断熱層を形成する方法を示す第２の工程図、図４は本発明の第１の実施の形態における断熱層を形成する方法を示す第３の工程図、図５は本発明の第１の実施の形態における断熱層を形成する方法を示す第４の工程図、図６は本発明の第１の実施の形態における断熱層を形成する方法を示す第５の工程図、図７は本発明の第１の実施の形態における断熱層を形成する方法を示す第６の工程図である。

【００３９】

図において、２８は鋼材から成り、上板２１の原型となる母材、２９はノズルである。第１の工程においては、図２に示されるように、前記母材２８を回転させながら、ノズル２９を矢印Ａ方向に移動させて、断熱性の高い断熱材料としてのセラミック材料の溶射を行う。該溶射においては、セラミック材料の粉体が、ノズル２９から噴射される高温の火炎中で溶融させられて、母材２８上に付着させられる。その結果、母材２８上に、多数の気孔３２を備えた断熱性の高い気孔質表層部としての成膜３１が形成される。なお、第１の工程においては、セラミック材料として、例えば、ジルコニアが使用される。

【００４０】

続いて、第２の工程において、図３に示されるように、成膜３１の表面が、研磨装置３５によって研磨され、母材２８及び成膜３１から成る第１の積層体３４が形成される。次に、第３の工程において、図４に示されるように、前記第１の積層体３４を回転させながら、スラリーコートを行うためのノズル３６を矢印Ａ方向に移動させる。前記スラリーコートにおいては、断熱材料としてのセラミック材料の粉体を分散剤、バインダー等の有機

高分子とともに溶剤中に高分散させて形成したスラリー３７がノズル３６から噴射され、母材２８上に塗布される。その結果、成膜３１上に、多数の気孔４１を備えた断熱性の高い気孔質表層部としての成膜（スラリーコート層）３８が形成される。なお、第２の工程においても、セラミック材料として、例えば、ジルコニアが使用される。また、第１の積層体３４及び成膜３８によって第２の積層体３９が形成される。

【００４１】

続いて、第４の工程において、図５に示されるように、前記第２の積層体３９は、容器４３に収容された含浸剤４５内に浸漬され、含浸させられ、化学的な稠密化が行われる。この場合、含浸剤４５は、断熱材料として、セラミック材料、本実施の形態においては、シリカ・アルミナ（SiO_2・Al_2O_3）の微細粒子、及びそれを繋ぐバインダー、本実施の形態においては、酸化クロム（Cr_2O_3）から成る。含浸によって成膜３８の表面に位置する気孔３４が塞がれ、成膜３８の表面が平滑にされる。なお、含浸がある程度進むと、研磨装置３５によって、成膜３８の表面が研磨される。

【００４２】

次に、第５の工程において、図６に示されるように、第２の積層体３９は、熱処理炉４７内にセットされ、加熱体としてのヒータ４８、４９によって加熱され、焼成が行われる。これに伴って、成膜３８の表面に極めて稠密な複合セラミック層５１が形成される。そして、第４の工程と第５の工程とが交互に繰り返され、成膜３８のほぼ全体が複合セラミック層５１になる。

【００４３】

続いて、第６の工程において、図７に示されるように、複合セラミック層５１の表面が、研磨装置３５によって研磨され、母材２８、成膜３１及び複合セラミック層５１から成る上板２１が形成される。このとき、複合セラミック層５１のＪＩＳ（Ｂ０６０１）に規定された表面粗さ（算術平均粗さ）Ｒａは、少なくとも、５０〔ｎｍ〕以上、かつ、２００〔ｎｍ〕以下の範囲、好ましくは、０〔ｎｍ〕より大きく、かつ、２００〔ｎｍ〕以下の範囲にされ、複合セラミック層５１は極めて平滑にされる。本実施の形態においては、接触式の表面粗さ計（Ｔａｙｌｏｒ　Ｈｏｂｓｏｎ社製［Ｆｏｒｍ　ＴａｙＳｕｒｆ　Ｓｅｒｉｅｓ２］）を使用して測定した。なお、この時点で、成膜３１の厚さは、数百〔μｍ〕（例えば、約３００〔μｍ〕）になり、複合セラミック層５１の厚さも、数百〔μｍ〕（例えば、１００〔μｍ〕以上、かつ、３００〔μｍ〕の範囲）になる。

【００４４】

このように、本実施の形態においては、含浸によって成膜３８の表面の気泡が塞がれ、焼成によって、極めて稠密な複合セラミック層５１が形成されるので、成膜３８の表面を極めて平滑にすることができる。したがって、断熱層２５の耐久性を高くすることができるだけでなく、入れ子２４の裏面に擦過傷が形成されるのを防止することができ、入れ子２４の耐久性を向上させることができる。

【００４５】

また、母材２８上に成膜３１が形成され、該成膜３１上に複合セラミック層５１が形成されるので、成形が繰り返されるのに伴って、ヒートサイクルによる膨張及び収縮が生じても、母材２８の面と成膜３１の面とが擦過したり、成膜３１の面と複合セラミック層５１の面とが擦過したりすることがなくなる。したがって、成膜３１及び複合セラミック層５１が摩耗するのを防止することができるので、断熱層２５の耐久性を向上させることができる。

【００４６】

また、ジルコニア等を使用した成膜３１を厚くする必要がないので、成膜３１の脆性を低くすることができる。したがって、射出力、型締力等が大きい場合でも、成膜３１が破損しにくくなり、母材２８と成膜３１との熱膨張率の差があっても、ヒートサイクル中に成膜３１が割れてしまうことがないので、断熱層２５の耐久性を向上させることができる。

【００４７】

次に、本発明の第２の実施の形態について説明する。なお、第１の実施の形態と同じ構造を有するものについては、同じ符号を付与することによってその説明を省略し、同じ構造を有することによる発明の効果については同実施の形態の効果を援用する。

【００４８】

図８は本発明の第２の実施の形態における断熱層を形成する方法を示す第１の図、図９は本発明の第２の実施の形態における断熱層を形成する方法を示す第２の図である。

【００４９】

この場合、まず、第１の工程において、第１の実施の形態における第１の工程と同様に、鋼材から成り、上板２１の原型となる母材２８上にジルコニアから成るセラミック材料が溶射されるか、又は、第１の実施の形態における第３の工程と同様に、母材２８上にジルコニアから成るセラミック材料を含有するスラリーが塗布されて、多数の気孔を備えた断熱性の高い気孔質表層部としての成膜５３が形成される。なお、母材２８及び成膜５３によって第１の積層体５４が形成される。

【００５０】

次に、第２の工程において、図８に示されるように、前記第１の積層体５４がめっき槽５６内に浸漬され、前記成膜５３上にめっきが施され、電気化学的な稠密化が行われる。本実施の形態においては、ニッケル（Ｎｉ）による無電解めっきが行われ、めっき槽５６内にニッケルのプレート５８が配設され、母材２８とプレート５８とが電源５９によって接続される。

【００５１】

前記無電解めっきにおいては、めっき槽５６内のめっき液中の還元剤が、触媒活性なパラジウム表面で酸化されるときに放出される電子e^-によってニッケルイオンNi^+が還元され、めっき皮膜５７が形成される。

【００５２】

この場合、成膜５３の表面においてめっき皮膜５７が成長するのに伴って、気孔にニッケルが充填されるので、成膜５３の表面を極めて平滑にすることができる。続いて、成膜５３の表面が図示されない研磨装置によって研磨され、母材２８、成膜５３及び複合めっき層６３から成る上板２１（図１）が形成される。このとき、複合めっき層６３の表面粗さは数十〔ｎｍ〕のオーダになり、複合めっき層６３は極めて平滑にされる。

【００５３】

また、成膜５３上にめっきが施されるときに、めっき液に微細粒子６１を混入することによって、複合めっき層６３に他の機能を持たせることができる。微細粒子６１として例えば、テフロン（商品名）、ＤＬＣ等のナノ粒子をめっき液に混入すると、めっき皮膜５７中にテフロン、ＤＬＣ等が共析出して複合めっき層６３が形成され、成膜５３の表面の摩擦係数を小さくしたり、めっき皮膜が剥離しないようにしたりすることができる。また、テフロンの微細粒子６１を混入すると、テフロンの断熱性を利用することができるので、断熱層２５の断熱性を高くすることができる。

【００５４】

なお、微細粒子６１をめっき液中に均一に分散させ、沈殿したり、凝縮したりするのを防止するために、微細粒子６１の表面帯電化を行ったり、微細粒子６１に対して前処理を行ったりすることができる。

【００５５】

次に、本発明の第３の実施の形態について説明する。なお、第１の実施の形態と同じ構造を有するものについては、同じ符号を付与することによってその説明を省略し、同じ構造を有することによる発明の効果については同実施の形態の効果を援用する。

【００５６】

図１０は本発明の第３の実施の形態における放電プラズマ焼結装置を示す概念図である。

【００５７】

図において、７１は放電プラズマ焼結装置、７２は円筒形の形状を有する密封された筐

体であり、該筐体７２内のチャンバ７３は、真空発生源としての図示されない真空ポンプに接続され、該真空ポンプを作動させることによって真空にされる。なお、チャンバ７３を真空にするのに代えて、アルゴンガス等の不活性ガスを充填することもできる。また、前記筐体７２の壁内には、図示されない冷却管が配設され、該冷却管内を図示されない冷却媒体としての冷却水が循環させられ、前記チャンバ７３が冷却される。そのために、前記冷却管は、図示されない冷却装置と接続され、冷却水が供給される。

【００５８】

また、７４は、導電性の材料、例えば、グラファイトから成る円筒状のダイであり、該ダイ７４の上方及び下方に、同様に、導電性の材料、例えば、グラファイトから成る、第１、第２のパンチとしての棒状の上パンチ７５及び下パンチ７６が配設される。前記上パンチ７５及び下パンチ７６は、互いに対向させて配設され、ダイ７４内に向けて突出させて形成されたパンチ本体部７８、並びに上パンチ７５の上端及び下パンチ７６の下端においてパンチ本体部７８と一体に形成されたフランジ状の押圧部７９を備える。なお、前記ダイ７４、上パンチ７５及び下パンチ７６によって焼結型８１が構成される。また、本実施の形態において、ダイ７４、上パンチ７５及び下パンチ７６は、グラファイトによって形成されるが、グラファイトに代えて、タングステン（Ｗ）、モリブデン（Ｍｏ）、カーボン（Ｃ）等の融点が１１００〔℃〕以上である導電性の材料を使用することができる。

【００５９】

前記上パンチ７５より上方に第１の電極としての上電極８２が、前記下パンチ７６より下方に第２の電極としての下電極８３がそれぞれ垂直方向に延在させて配設される。そして、前記上電極８２は電極端子８４を、前記下電極８３は電極端子８５を備え、前記電極端子８４、８５を介して直流の電源８６と接続される。

【００６０】

また、前記上電極８２及び下電極８３は上下方向に移動自在に配設されるとともに、前記上電極８２の上端及び下電極８３の下端に加圧機構８７が連結され、該加圧機構８７によって発生させられた加圧力Ｐが上電極８２及び下電極８３に伝達され、上電極８２を下方に向けて、下電極８３を上方に向けて移動させる。前記ダイ７４内には、上板２１（図１）の原型となる母材２８がセットされるとともに、該母材２８上に、断熱材料としてのセラミック材料として、ジルコニア、イットリア等の焼結用粉末８８が充填され、前記加圧機構８７を作動させ、上電極８２及び下電極８３を移動させることによって、前記加圧力Ｐで焼結用粉末８８を加圧することができる。なお、前記加圧機構８７の駆動部８９としては、サーボモータ、減速機等が使用されるが、油圧シリンダ、空圧シリンダ等を使用することもできる。

【００６１】

なお、本実施の形態においては、上電極８２及び下電極８３が上下方向に移動自在に配設され、上電極８２及び下電極８３を移動させることによって焼結用粉末８８を加圧するようになっているが、上電極８２及び下電極８３のうちの一方の電極を固定し、他方の電極を移動自在に配設するとともに、他方の電極を移動させることによって焼結用粉末８８を加圧することもできる。

【００６２】

前記加圧機構８７によって、所定の加圧力Ｐを発生させ、該加圧力Ｐを上電極８２及び下電極８３に伝達するために、また、電源８６によって所定のパルスで所定の電圧を発生させるために制御部９１が配設され、該制御部９１と電源８６、及び加圧機構８９を介して加圧機構８７とが接続される。

【００６３】

前記構成の放電プラズマ焼結装置７１において、放電プラズマ焼結を行う場合、まず、上電極８２を上方に移動させ、上パンチ７５を上方に移動させてダイ７４の上端を開口させ、ダイ７４及び下パンチ７６によって形成された有底の充填室に前記母材２８及び焼結用粉末８８を充填する。

【００６４】

続いて、上パンチ７５及び上電極８２を下方に移動させ、前記充填室を密閉した後、前記制御部９１の図示されない加圧処理手段（加圧処理部）は、加圧処理を行い、駆動部８９を駆動し、加圧機構８７を作動させて上電極８２及び下電極８３を移動させ、焼結用粉末８８を所定の加圧力Ｐで加圧する。そして、前記制御部９１の図示されない電圧印加処理手段（電圧印加処理部）は、電圧印加処理を行い、電源８６を作動させて、上電極８２と下電極８３との間を約１０分間パルス通電する。そのために、上電極８２と下電極８３との間に、例えば、０．１〔Ｖ〕以上、かつ、５〔Ｖ〕以下の電圧が印加され、１０００〔Ａ〕以上、かつ、８０００〔Ａ〕以下の直流のパルス状の電流が流される。なお、本実施の形態においては、直流のパルス状の電流が流されるようになっているが、矩形波、三角波、台形波等の電流を流したり、交番電流を流したりすることもできる。さらに、一定の時間同じ値の電流を流すこともできる。

【００６５】

これに伴って、焼結用粉末８８は加熱され、５００〔℃〕以上、かつ、３０００〔℃〕以下の温度になり、放電プラズマ焼結によって焼結され、焼結体になる。この場合、焼結用粉末８８を構成する各粉末が互いに接触する点において熱が発生し、各粉末同士が接合する。なお、焼結用粉末８８の取扱性を良好にするために、焼結用粉末８８に所定のバインダが添加されるが、該バインダは前記パルス状の電流が流れる際に吹き飛ばされる。

【００６６】

このようにして、母材２８上に前記断熱層２５が形成され、母材２８及び断熱層２５によって、積層体が形成される。続いて、わずかに遅れてダイ７４、上パンチ７５及び下パンチ７６が、ジュール熱によって加熱され、焼結体が保温され、その後、冷却水によって、冷却される。

【００６７】

続いて、上パンチ７５及び上電極８２が上昇させられ、前記充填室から積層体が取り出される。

【００６８】

この場合、放電プラズマ焼結によって、セラミック材料の物理的な稠密化が行われ、セラミック材料の稠密度を理論値の９９〔％〕以上に高くすることができ、断熱層２５の表面を図示されない研磨装置によって研磨すると、焼結用粉末８８の粒径に近いレベルまで平滑にすることができる。また、局所加熱が行われるので、母材２８への熱的な影響を少なくすることができる。なお、母材２８に対する熱的な影響を完全になくすために、焼結体によって薄いシートを形成し、上板２１と入れ子２４との間に貼着することができる。

【００６９】

本実施の形態においては、焼結型８１内において、母材２８上に１種類の焼結用粉末８８が充填されるようになっているが、複数の種類の焼結用粉末を充填し、複数の断熱層を形成することができる。この場合、母材２８側の断熱層を母材２８の特性に合わせ、入れ子２４側の断熱層を入れ子２４の特性に合わせることができるので、断熱金型の耐久性を高くすることができる。この場合、各焼結用粉末を充填するに当たり、各焼結用粉末の含有量を徐々に変更して傾斜層を形成し、各断熱層間の接合性を向上させることができる。

【００７０】

なお、本発明は前記各実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々変形させることが可能であり、それらを本発明の範囲から排除するものではない。

【図面の簡単な説明】

【００７１】

【図１】本発明の第１の実施の形態における断熱金型の断面図である。

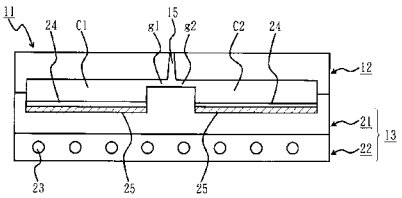
【図２】本発明の第１の実施の形態における断熱層を形成する方法を示す第１の工程図である。

【図３】本発明の第１の実施の形態における断熱層を形成する方法を示す第２の工程図である。

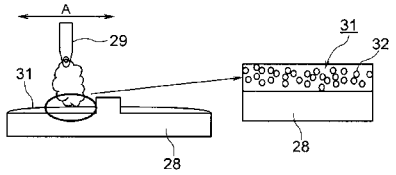
【図４】本発明の第１の実施の形態における断熱層を形成する方法を示す第３の工程図で

ある。
【図５】本発明の第１の実施の形態における断熱層を形成する方法を示す第４の工程図である。
【図６】本発明の第１の実施の形態における断熱層を形成する方法を示す第５の工程図である。
【図７】本発明の第１の実施の形態における断熱層を形成する方法を示す第６の工程図である。
【図８】本発明の第２の実施の形態における断熱層を形成する方法を示す第１の図である。
【図９】本発明の第２の実施の形態における断熱層を形成する方法を示す第２の図である。
【図１０】本発明の第３の実施の形態における放電プラズマ焼結装置を示す概念図である。
【符号の説明】
【００７２】
１１　　金型装置
２１　　上板
２４　　入れ子
２５　　断熱層
Ｃ１、Ｃ２　　キャビティ空間

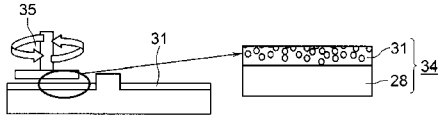
【図１】



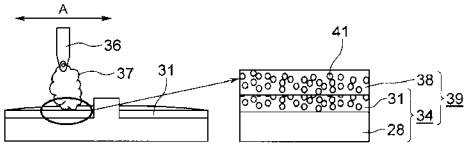
【図２】



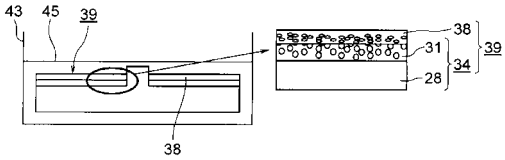
【図３】



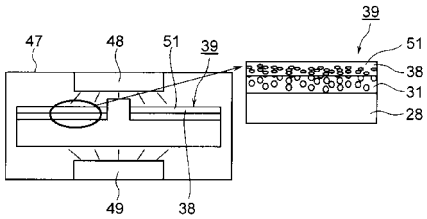
【図４】



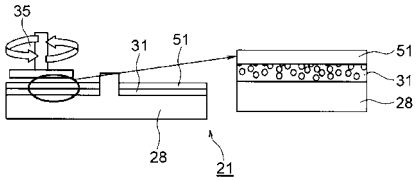
【図５】



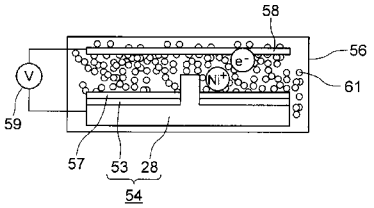
【図６】



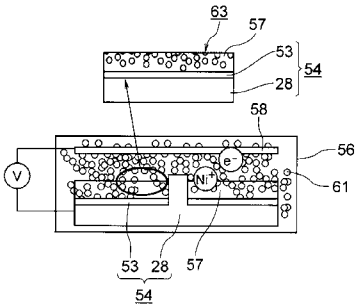
【図７】



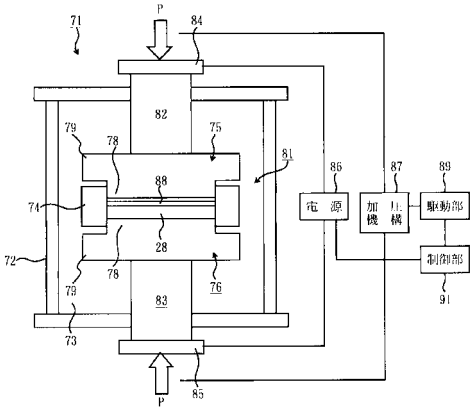
【図８】


58
56
61
V
59
57
53
28
54
e⁻
Ni⁺

【図９】


63
57
53
54
28
58
56
61
V
e⁻
Ni⁺
53
28
57
54

【図１０】


P
71
84
82
79
78
75
81
86
87
89
88
74
電源
加圧機構
駆動部
28
72
78
76
制御部
79
83
91
73
85
P

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００４－１７５１１２（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２４６７９７（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－０８１６４９（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－０５０８２５（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１７８７７４（ＪＰ，Ａ）
実開昭６３－１４４２１１（ＪＰ，Ｕ）
特開２００１－２７７２５２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２９Ｃ ３３／００－３３／７６
Ｂ２９Ｃ ４５／００－４５／８４