

(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2013-177661

(P2013-177661A)

(43) 公開日 平成25年9月9日(2013.9.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 2 F 3/14 (2006.01)	B 2 2 F 3/14 1 O 1 A	4 F 2 O 4
B 2 9 C 43/02 (2006.01)	B 2 9 C 43/02	4 K O 1 8
B 2 9 C 43/58 (2006.01)	B 2 9 C 43/58	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2012-42803 (P2012-42803)
 (22) 出願日 平成24年2月29日 (2012. 2. 29)

(出願人による申告) 平成22年度及び平成23年度、経済産業省「戦略的基盤技術高度化支援事業(高機能難焼結性粉末を低温・短時間でニアネット成形する動的加圧機構を搭載した次世代パルス通電焼結技術の実用化開発)」に関する委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(71) 出願人 398013532
 エス. エス. アロイ株式会社
 広島県東広島市西条町寺家7695番地の1
 (74) 代理人 100146020
 弁理士 田村 善光
 (74) 代理人 100062328
 弁理士 古田 剛啓
 (72) 発明者 菊池 光太郎
 広島県東広島市西条町寺家7695番地の1 エス. エス. アロイ株式会社内
 (72) 発明者 野崎 蘭花
 広島県安芸郡海田町南本町5丁目15-302

最終頁に続く

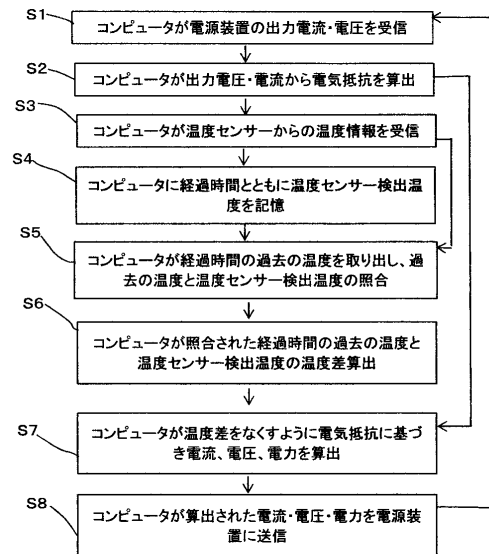
(54) 【発明の名称】 電力制御自動プログラム

(57) 【要約】

【課題】 予め焼結等の熱加工によって狙いの品質が得られたときの温度を再現できるパルス通電加圧熱加工装置を提供することである。

【解決手段】 パルス通電加圧熱加工装置において、前記電極に対して電力供給を行う電源と、その電源を制御する管理制御装置と、前記型に備えた温度センサーとを含むパルス通電加圧熱加工装置の前記管理制御装置が備えたコンピュータに実行させる電力制御自動プログラムであって、熱加工時間経過に従って検出される前記温度センサーの検出温度が、経過する熱加工時間が同一の時間に設定された温度になるように電力のPID制御をするようにして電力を自動的に可変させる機能を前記コンピュータに実行させる電力制御自動プログラムを備えたことによって実現できた。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

真空チャンバー内に設けた筒状の型と該型内に少なくとも一方が上下方向で摺動可能に取り付けられた対向する 2 つの電極とで囲まれる密封空間内に材料を充填し、該材料に対して両電極により押圧力を加えてパルス電流を供給することによって生じる通電発熱で材料を熱加工体にするパルス通電加圧熱加工装置において、前記電極に対して電力供給を行う電源と、その電源を制御する管理制御装置と、前記型に備えた温度センサーとを含むパルス通電加圧熱加工装置の前記管理制御装置が備えたコンピュータに実行させる電力制御自動プログラムであって、熱加工時間経過に従って検出される前記温度センサーの検出温度が、経過する熱加工時間が同一の時間に設定された温度になるように電力の P I D 制御をするようにして電力を自動的に可変させる機能を前記コンピュータに実行させることを特徴とする電力制御自動プログラム。

10

【請求項 2】

前記コンピュータに実行させる電力の P I D 制御を行なって電力を自動的に可変させる機能として、前記電源からの出力中の電圧及び電流を受信して、該電圧と電流とから材料と型を含めた電気抵抗を算出する機能と、前記型に備えた温度センサーからの熱加工過程の温度情報を受信し熱加工時間と共に記憶する機能と、前記温度センサーからの温度と管理制御装置に予め備えられた記憶部に記憶されている過去の熱加工過程における熱加工時間が同じときの温度とを照合して温度差を算出する機能と、前記温度差をなくように前記電気抵抗を基に電流、電圧及び電力を算出する機能と、前記電流、電圧及び電力を電源に送信する機能と、を前記コンピュータに実行させることを特徴とする請求項 1 に記載の電力制御自動プログラム。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、型内に充填された粉末、金属、セラミック、樹脂、それらの成形体、又はワイヤーなどからなる被加工物に対して、加圧して電流を供給して放電焼結を行うパルス通電加圧熱加工装置において、被加工物に対して供給する電力を制御する自動プログラムに関する。

30

【背景技術】**【0002】**

温度制御に関する技術としては、例えば、特許文献 1 において、焼結されるべき被焼結粉末を入れた焼結型を真空内で加圧しながら通電し、通電により焼結型を発熱させ被焼結粉末を焼結させるための通電加圧焼結装置における電流制御装置であって、前記焼結型の温度を検出する温度センサーと、該温度センサーで検出された検出温度の値に応じて、前記焼結型に通電する通電電流を制御する電流制御部とからなり、昇温時には、前記通電する電流を一定の所定電流とし、昇温後には、前記検出温度に基づいた P I D 制御で電流を制御する技術が開示されている。

【先行技術文献】

40

【特許文献】**【0003】**

【特許文献 1】特開 2002 - 105506 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

特許文献 1 の昇温時には一定の所定電流で行い昇温後は検出温度に基づいた P I D 制御を行う電流制御方法では、電流のみの制御であることから、予め目的とする熱加工体の品質が得られることを確認して設定した電流であっても、同じ材料で型の大きさが異なる場合や材料の材質が異なる場合などの、型内に充填された粉末状の材料の抵抗値が異なる場

50

合には、該材料の発熱量が計画した発熱量にはならず、目的とした熱加工体の品質が得られにくいという問題があった。

【0005】

また、加圧方法が、加圧力が通電時にはほぼ一定圧力である静的加圧でなく、通電時に加圧と非加圧を繰り返して加圧力が所定加圧力と加圧力ゼロを繰り返す動的加圧を行う場合には、型内に充填された粉末状の材料の抵抗値が大きく変動することから、予め設定した電流を流そうとする制御や、検出温度に基づく電流のみのPID制御では、焼結体である熱加工体の温度を目的の温度にすることができず、焼結体の狙いの品質が得られないという問題があった。

【0006】

そこで、本発明の目的は、焼結体等の熱加工体の品質に影響を与える因子である温度を予め設定した温度になるように制御するようにする。予め求めた熱加工体の材料と同一材質であるが大きさが異なる場合、予め求めた熱加工体の材料と異なる材質である場合、又は動的加圧を行う場合などの被熱加工体の抵抗値が予め行なった熱加工体と異なる場合においても、予め焼結等の熱加工によって狙いの品質が得られたときの温度を再現できるように、温度に影響を与える因子を制御する電力制御自動プログラムを提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

「発明が解決しようとする課題」に記載した課題を解決するために、請求項1に記載の電力制御自動プログラムの発明は、真空チャンバー30内に設けた筒状の型8と該型8内に少なくとも一方が上下方向で摺動可能に取り付けられた対向する2つの電極とで囲まれる密封空間内に材料Mを充填し、該材料Mに対して両電極により押圧力を加えてパルス電流を供給することによって生じる通電発熱で材料Mを熱加工体にするパルス通電加圧熱加工装置1において、前記電極に対して電力供給を行う電源9と、その電源9を制御する管理制御装置2（以下、CPU又はコンピュータと記載する場合もある。）と、前記型8に備えた温度センサー11とを含むパルス通電加圧熱加工装置1の前記管理制御装置2が備えたコンピュータに実行させる電力制御自動プログラムであって、熱加工時間経過に従って検出される前記温度センサー11の検出温度が、経過する熱加工時間が同一の時間に設定された温度になるように電力のPID制御をするようにして電力を自動的に可変させる機能を前記コンピュータに実行させることを特徴とする。

20

30

【0008】

請求項2に記載の電力制御自動プログラムの発明は、請求項1において、前記コンピュータに実行させる電力のPID制御を行なって電力を自動的に可変させる機能として、前記電源9からの出力中の電圧及び電流を受信して、該電圧と電流とから材料Mと型8を含めた電気抵抗を算出する機能と、前記型8に備えた温度センサー11からの熱加工過程の温度情報を受信し熱加工時間と共に記憶する機能と、前記温度センサー11からの温度と管理制御装置2に予め備えられた記憶部に記憶されている過去の熱加工過程における熱加工時間が同じときの温度とを照合して温度差を算出する機能と、前記温度差をなくように前記電気抵抗を基に電流、電圧及び電力を算出する機能と、前記電流、電圧及び電力を電源9に送信する機能と、を前記コンピュータに実行させることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0009】

請求項1及び2に記載の発明は、熱加工による品質をつくり込むための要件の一つとして材料Mの温度がある。この材料Mの温度はほぼ型8の温度と一致していることから、過去に実施した材料Mと同一材質であるが大きさが異なる場合、過去に実施した材料Mと異なる材質である場合、又は動的加圧を行う場合などの材料Mの抵抗値が過去に行なった材料Mと異なる場合など材料Mの電気抵抗が異なった場合においても、材料Mの発熱量を調整するための電力の制御をすることによって、測定した型8の温度を過去の記憶させている熱加工過程の温度と一致させるようにすることができ、過去に造った熱加工品質（焼結

50

品質)を容易に造り出すことができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の電力制御自動プログラムを装着したパルス通電加圧熱加工装置1の実施形態を示す要部の断面概要図である。

【図2】電力制御自動システムを示す概要ブロック図である。

【図3】電力制御自動処理システムのフローチャートである。

【図4】過去の焼結温度曲線と加工中の焼結温度曲線を示す概要図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明にかかる電力制御自動プログラムを装着したパルス通電加圧熱加工装置1の概要について図1及び図2で説明する。

【0012】

図1及び図2に示すように、本発明にかかる電力制御自動プログラムを装着したパルス通電加圧熱加工装置1は、材料M(被加工物)に対して加圧して圧縮させながら、材料Mに対してパルス電流を印加するために前記材料Mに直接的に又は間接的に材料Mに当接する導電性材料からなる電極に対して電力供給を行う電源9と、その電源9を制御するコンピュータを備えた管理制御装置2と、該型8の温度を測定する温度センサー11と、を含む構成要素を備える。

【0013】

また、本発明にかかる電力制御自動プログラムを装着したパルス通電加圧熱加工装置1は、材料M(被加工物)に対して加圧して圧縮させながら、材料Mに対してパルス電流を印加することによる通電加熱で前記材料Mに熱加工処理を施すものであり、内部が減圧される真空チャンバー30を有し、その真空チャンバー30内には筒状、例えば円筒状をした導電性の型8が軸心を上下方向にして配設されている。前記型8の下側には下部電極4が、型8の上側には上部電極3が設けられている。なお、型8の内部形態は、製品の形態に応じて様々な形態があり、例えば円筒形の他には、四角形などの多角形、歯車形、円錐形などあるが、これらに限定されるものではない。

【0014】

下部電極4は、真空チャンバー30の底面に設けられた貫通孔を挿通する下部電極本体6と、その上側に設けられたパンチ部7とを有する。この下部電極4を構成する各部材は、すべて導電性材料である。

【0015】

前記下部電極4は、パンチ部7の上部が型8内に嵌入されていて、上下動しない構成となっている。

【0016】

上部電極3は、前記下部電極4とは概略上下逆配置に構成されている。即ち、真空チャンバー30の天井側に設けられた貫通孔を挿通する上部電極本体5と、その下側に設けられたパンチ部7とを有する。この上部電極3を構成する各部材は、すべて導電性材料である。

【0017】

前記上部電極3は、パンチ部7の下部が型8内に嵌入されていて、サーボモーター20又は油圧シリンダー21等の昇降手段により上下動するようになっている。

【0018】

上部電極3のパンチ部7の下部が型8内に嵌入され、上下動する上部電極3の外周面が、上下動する摺動範囲で筒状の型8の内周面と常時接触しており、また下部電極4のパンチ部7の上部が型8内に嵌入され、固設状態の下部電極4の外周面が筒状の型8の内周面と常時接触するようにしている。これにより、上部電極3が上昇し材料Mに荷重が加わらないときであっても型8側からパルス電流が材料Mに流れるようになっており、非加圧時であっても材料Mの温度を保持することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

真空チャンバー 30 内に設けた型 8 と該型 8 内に少なくとも一方が上下方向で摺動可能に取り付けられた対向する 2 つの電極とで囲まれる密封空間内に材料 M を充填し、該材料 M に対して両電極により押圧力を加えてパルス電流を供給することによって生じる通電発熱で材料 M を焼結体にする。このことから、熱加工過程における材料 M の発熱量が完成品の品質に大きな影響を与える因子の一つであることがわかる。

【 0 0 2 0 】

また、型 8 の温度を検出する温度センサー 11 が設置され、上部電極 3 と下部電極 4 間の電位差を検出することにより材料 M の電気抵抗を検出する回路が構成されている。

【 0 0 2 1 】

電力供給を行う電源 9、電力制御を行う管理制御装置 2、及び温度センサー 11 等の構成要素を装着したパルス通電加圧熱加工装置 1 内の各構成要素間における通信はデジタル通信によって行うようにしている。これにより、動的加圧を行う熱加工の場合には、加圧するときと無加圧のときが 0.1 秒サイクルで繰り返すことがあるので、情報系の通信速度は高速応答ができねばならないが、従来のシリアル通信に比較してデジタル通信にしたことから、高速応答が可能となり、フィードバックする制御の速度が速くなって動的加圧にも適応できるという効果を奏する。

【 0 0 2 2 】

前記管理制御装置 2 が備えたコンピュータに実行させる電力制御自動プログラムは、熱加工時間経過に従って検出される前記温度センサー 11 の検出温度が、経過する熱加工時間が同一の経過時間の過去の焼結温度曲線 I の温度になるように電力の P I D 制御をするようにして電力を自動的に可変させるように前記コンピュータに実行させる電力制御自動プログラムである。

【 0 0 2 3 】

前記電力制御自動プログラムがコンピュータに実行させる、電力の P I D 制御を行なって電力を自動的に可変させるステップを図 3 に示しており、そのステップを説明する。ステップ S 1 として、コンピュータが電源 9 からの出力中の電圧及び電流を受信し、ステップ S 2 として、コンピュータにより該出力中の電圧と電流とから材料 M と型 8 を含めた電気抵抗を算出する。

【 0 0 2 4 】

被熱加工体（焼結体）の品質に大きな影響を及ぼす要素の一つに熱加工開始時からの温度変化があり、その温度変化を示した焼結温度曲線が過去の焼結温度曲線 I と変わらなければ、焼結体の品質が過去の焼結体の品質とほぼ同一の品質が造り込まれる。しかし、材料 M の電気抵抗が変化すると、電流の調整だけでは電流が設定可能限度までになってしまうことがあり材料 M の温度曲線を過去の焼結体温度曲線 I とほぼ同一の状態にすることが極めて困難な状態が生じる。そこで、本発明では、材料 M ごとに電圧と電流とから材料 M の電気抵抗を算出するようにして、従来の電流により発熱させるのみならず、新たに電力により発熱が調整できるようにした。

【 0 0 2 5 】

次に、ステップ S 3 として、コンピュータが前記型 8 に備えた温度センサー 11 からの熱加工中の温度情報を受信し、ステップ S 4 としてコンピュータに熱加工時間と共に温度を記憶する。そして、ステップ S 5 として、コンピュータが前記温度センサー 11 からの温度と管理制御装置 2 に予め備えられた記憶部に記憶されている過去の熱加工過程における熱加工時間が同じときの温度とを照合し、ステップ S 6 としてコンピュータが照合した二つの温度の差を算出する。

【 0 0 2 6 】

焼結加工などの熱加工を行う場合において、通電することによって焼結加工開始時から被熱加工体の温度が、図 4 に示すように、上昇 a したり、維持 b されたり、下降 c したりする焼結温度曲線を描く。この現在進行中の熱加工による焼結温度曲線 II を過去の焼結温度曲線 I の実績に一致させるため、現時点の熱加工経過時間と同一の経過時間における過

10

20

30

40

50

去の焼結温度曲線イの温度と、温度センサー 11 からの実測による温度とを瞬時に照合して温度差を算出する。

【0027】

次に、ステップ S7 として、コンピュータが前記算出された温度差をなくすように前記電気抵抗を基に電流、電圧及び電力を算出し、ステップ S8 として、コンピュータが前記電流、電圧及び電力を電源 9 に送信する。

【0028】

以上のステップ S1 乃至 S8 に示すステップによって、前記温度差をなくすように、材料 M の有する電気抵抗を踏まえて電力を増減させる PID 制御をする。その結果は、図 4 に示すように、加工中の焼結温度曲線口の軌跡は、焼結温度が上昇 a、維持 b 及び下降 c 時とも過去の焼結温度曲線イの軌跡とほぼ同じ結果を得ることができる。

10

【0029】

また、電力を増減させて制御するために電流や電圧を増減させる制御を行う。電流制御を優先させるが、電気抵抗が高い場合には電流制御では電流が電流の調整可能範囲の上限に達してしまい、これ以上電流を上げることができないことも想定されるので、電圧制御も行うようにしている。

【0030】

過去の熱加工製品（焼結品）と同じ品質を造り込むためには、熱加工過程が進む中で熱加工経過時間における熱加工温度を再現させることが必要である。しかし、従来の電流のみの制御では、過去に実施し記録部に記録させている熱加工のときの粉末状の材料 M と、これから熱加工に供しようとする粉末状の材料 M とは、電気抵抗が異なる場合があり、材料 M の発熱量が過去の熱加工の場合と一致せず熱加工体（焼結体）の狙いの品質を確保できなかった。

20

【0031】

これに対して、本発明は、材料 M の電気抵抗を出力中の電圧と電流から算出し、過去の熱加工品の電気抵抗が異なっても、発熱量に影響する電流、電圧及び電力を制御するので、過去の熱加工品と同じ温度を再現させることができ、過去と同じ熱加工体の品質（焼結品質）を造り出すことが容易にできる。

【符号の説明】

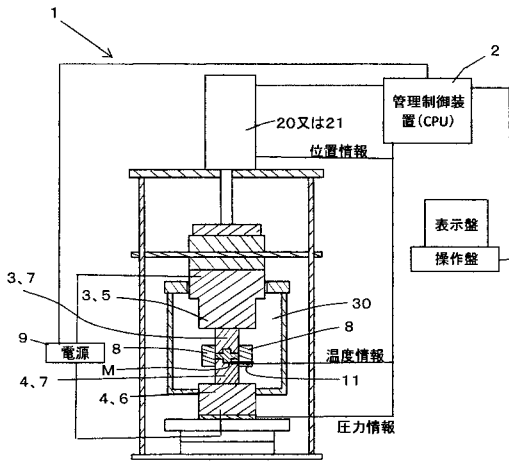
【0032】

30

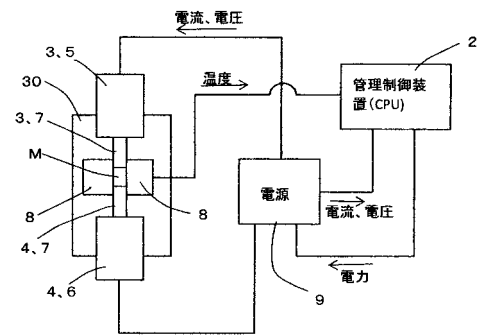
- 1 パルス通電加圧熱加工装置
- 2 管理制御装置
- 3 上部電極
- 4 下部電極
- 5 上部電極本体
- 6 下部電極本体
- 7 パンチ部
- 8 型
- 9 電源
- 11 温度センサー
- 20 サーボモーター
- 21 油圧シリンダー
- 30 真空チャンバー
- M 材料
- イ 過去の焼結温度曲線
- 口 加工中の焼結温度曲線
- a 上昇
- b 維持
- c 下降

40

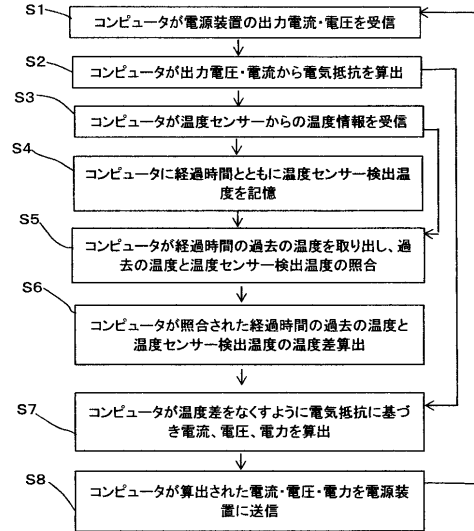
【図1】



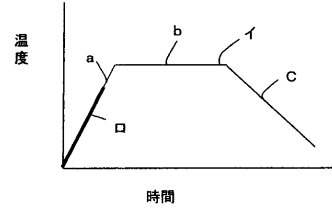
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4F204 AK08 AM28 AP05 AP15 AR06 AR16 FA01 FB01 FN11 FN15
FN18
4K018 DA21 EA24