

(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2006-5119

(P2006-5119A)

(43) 公開日 平成18年1月5日(2006.1.5)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
 HO 1 L 35/34 (2006.01) HO 1 L 35/34
 HO 1 L 35/16 (2006.01) HO 1 L 35/16

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2004-179272 (P2004-179272)	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社
(22) 出願日	平成16年6月17日 (2004.6.17)	(74) 代理人	100097445 弁理士 岩橋 文雄
		(74) 代理人	100103355 弁理士 坂口 智康
		(74) 代理人	100109667 弁理士 内藤 浩樹
		(72) 発明者	野末 章浩 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(54) 【発明の名称】 熱電材料の製造方法および熱電素子

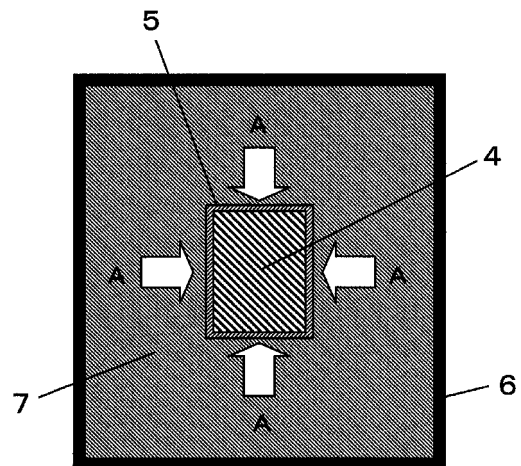
(57) 【要約】

【課題】 熱電材料の熱間押し出し加工における結晶配向性をさらに高め、歩留まり、材料強度、熱電性能の優れた熱電材料を製造する。

【解決手段】 圧粉体を液体中で等方圧縮することで成形し、その圧粉体を熱間押し出し成形することで、スプリングバック現象を起こすことなく密度の高い圧粉体を得られると共に、等方圧縮をするため、圧粉体の結晶配向性はランダムに保たれ、熱間押し出し成形の際における成型品の結晶配向性が高まり、歩留まりの良い熱電材料を製造することができる。

【選択図】 図2

- 5 保護シート
- 6 加圧槽
- 7 加圧液体



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

微粉末状もしくは圧粉体状の熱電材料を等方圧縮することにより、所定の形状に仮固形成された圧粉体を形成する圧粉工程と、加熱しながら仮固形成された前記圧粉体を押し出し型から押し出す熱間押し出し成形により、圧縮固形成された熱電材料を成形する熱間押し出し工程を含む熱電材料の製造方法。

【請求項 2】

前記微粉末状の熱電材料の等方圧縮を、加圧槽内に貯留された液体中で行う請求項 1 記載の熱電材料の製造方法。

【請求項 3】

前記液体中での等方圧縮の圧力を、50 MPa 以上とした請求項 2 記載の熱電材料の製造方法。

【請求項 4】

前記熱間押し出し工程における熱電材料の成形を、473 K ~ 823 K の温度範囲で行う請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の熱電材料の製造方法。

【請求項 5】

前記熱間押し出し工程における熱電材料の成形を、50 MPa 以上の押し出し圧力で行う請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の熱電材料の製造方法。

【請求項 6】

前記熱電材料を、ビスマス、アンチモン、テルル、セレンからなる群の少なくとも二つ以上を含有した素材とした請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の熱電材料の製造方法。

【請求項 7】

加圧により仮固形成された後に加熱しながら押し出し型から押し出す熱間押し出し成形された熱電材料からなる熱電素子であって、前記熱間押し出し成形の押し出し方向と平行に電流が流れるように結晶体が配向された熱電素子。

【請求項 8】

前記仮固形成が、加圧槽内に貯留された液体中で行われた等方圧縮によるものとした請求項 7 記載の熱電素子。

【請求項 9】

前記液体中での等方圧縮が、50 MPa 以上の圧力で行われた請求項 8 記載の熱電素子。

【請求項 10】

前記熱間押し出し成形が、473 K ~ 823 K の範囲の温度で行われた請求項 8 または 9 記載の熱電素子。

【請求項 11】

前記熱間押し出し成形における押し出し圧力が、50 MPa 以上で行われた請求項 8 乃至 10 のいずれか一項に記載の熱電素子。

【請求項 12】

ビスマス、アンチモン、テルル、セレンからなる群の少なくとも二つ以上を含有する熱電材料からなる請求項 8 乃至 11 のいずれか一項に記載の熱電素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱を電気に変換する熱電材料の製造方法および熱電素子に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に、熱電素子は P 型半導体と N 型半導体を Cu 等の金属電極を介し、電氣的に直列に接合し、電流を流すことにより一方の面が発熱し、一方の面が冷却する。電流の向きを反対にすると発熱と冷却も反対になる。このようなペルチェ効果あるいはゼーベック効果

10

20

30

40

50

を利用し、熱電素子は、電子冷却や熱電発電に利用されている。具体的には、センサー素子や光素子、LSI基板などの半導体回路、宇宙ステーション等で使用される電子機器の冷却、レーザーダイオード等の精密温度制御が要求されるところに使用されている。

【0003】

熱電材料には多くの系が存在するが、中でも Bi_2Te_3 、 Bi_2Se_3 及び Sb_2Te_3 のような熱電材料は室温付近で使用できる材料である。 Bi_2Te_3 化合物は菱面体結晶の単位胞中にBiとTeの原子をそれぞれ2と3個を含む層状構造で物理的性質に大きな異方性を持つ。この構造は六方晶表示のC軸方向にTe原子層の重なりが3組存在し、このTe-Te原子の結合は、ファン・デル・ワールス結合のため、共有結合やイオン結合およびそれらの混合結合で結合した他の原子間の結合より著しく弱く容易に劈開する。また、前記C軸方向（原子層の重なり方向）に対して直角な方向、即ちC面に平行な方向で電気特性が高い。熱電材料の特性を表す性能指数Zは次式で示すようにゼーベック係数の2乗と電気伝導率の積を熱伝導率で割ったもので表される。

10

【0004】

$$Z = \frac{\alpha^2}{\rho} \cdot \frac{1}{\kappa}$$

一般に、 Bi_2Te_3 化合物のような異方性材料は、ブリッジマン法等で一方向凝固させて多結晶材料を作製する。これらは単結晶材料ほどではないが、結晶の配向性が整っている。

【0005】

しかし、この種の異方性材料は、Te-Te原子の結合がファン・デル・ワールス結合のため、材料強度も単結晶ほどではないが、脆く、また劈開しやすいため、素子化する際の加工時に割れやすいという問題がある。

20

【0006】

そこで、メカニカルアロイング法やガスアトマイズ法により熱電材料を微粉化し、その微粉末を一方向加圧焼結することで作製する焼結材料は、材料強度が優れ、かつ、加圧方向に対して直角な方向にC面（原子層の重なり方向に対して直角な面）も揃う（例えば特許文献1）。また、結晶粒径が微細なため熱伝導率を低減させることができる。

【0007】

しかし、焼結材料は、材料強度は著しく向上するが、結晶配向性がある程度加圧方向に対して直角な方向にC面が揃うとはいえ、多結晶材料に比べると、著しく低くなるため、性能指数Zも劣るといった問題があった。

30

【0008】

上記の経緯から、結晶配向性が高く、微細な結晶で、かつ十分な強度をもつ熱電材料が求められ、これらを満足する手法として、塑性変形加工の一種である熱間押し出し成形が提案され、熱電素子を熱間押し出し成形により製造することが考えられた（例えば特許文献2）。

【0009】

図4は特許文献2に記載された従来の熱間押し出し成形方法の概略図である。

【0010】

図4に示すように、この熱間押し出し成形に用いられる主要な構成要件は、熱電材料である円柱状の焼結体90と、ダイス80と、ダイスの円柱状の押し出し口81と、押し出し成型品91とから構成されている。

40

【0011】

そして、熱電材料の成形・作製は、まず円柱状の焼結体90をパンチ（図示せず）により押し出し方向Dに加圧する。したがって、前記円柱状の焼結体90は、ダイス80の円柱状の押し出し口81から押し出され、その結果、焼結体90より径の小さい円柱状の押し出し成型品91が成形される。この際、ダイス80の温度を高温（例えば、焼結体90が Bi_2Te_3 系なら700K付近）に加熱することで、焼結体90は塑性変形能を有し、前記熱間押し出し成形がより円滑に行える。

【0012】

50

押し出し成形加工では、円柱状の焼結体 90 が押し出し型であるダイス 80 内で円周方向から外力を受け、円周方向に均等に圧縮されながら塑性変形する。このため材料の中心から外周縁にわたって全体に力がかかりやすい。そのため外力の加わり度合いが良好であり、前記 C 面が揃いやすくなって結晶配向性を高め、熱電性能を向上させることができる。

【0013】

また、塑性変形による破壊と成形中の動的再結晶が良好に行われ、結晶粒が微細化することによって熱伝導率が低くなり、熱電性能が向上する。

【0014】

さらに、材料強度も向上するため、製造時の歩留まりが向上する。

10

【特許文献 1】特開昭 62 - 264682 号公報

【特許文献 2】特開平 10 - 56210 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

しかしながら、上記従来構成では、熱間押し出し前の材料として焼結体を用いているため、一方向加圧焼結体を行うと、結晶配向度は劣るとはいえ、加圧方向 D に対し、直角な方向に配向しているため、押し出し成型品の配向度が低下してしまうという課題を有していた。

【0016】

20

さらに、焼結を行うことで、もともと微細な結晶であった熱電材料粉末の結晶成長が少なからず生じる。即ち、熱間押し出し成形による動的再結晶がおこるため、成型品の結晶粒は微細化されるが、押し出し前の熱電材料の結晶粒が大きいと、動的再結晶粒が減少し、押し出し成型品にクラックが生じやすくなるという課題を有していた。

【0017】

さらに、焼結体ではなく一方向加圧した熱電材料の圧粉体では、結晶粒径は微粉末の時と変わらないが、圧粉体は焼結体に比べて密度が小さい。そのため、焼結体 90 は、熱間押し出し成形時に、圧粉体の密度が密になるまで圧縮されてから押し出しされる。その際、結晶配向が押し出し方向と直角な方向に揃い、また、熱が加わるため粒成長を起こしやすいという課題を有していた。さらに、圧粉体の密度を上げるために、高圧力で圧粉すると、密度は大きくなるが、治具から取り出す際、スプリングバックにより圧粉体が破壊するという課題を有していた。

30

【0018】

本発明は、上記従来課題を解決するもので、結晶配向性を高めることで、高い熱電性能を有し、材料強度に優れ、かつ、歩留まりの高い熱電材料、熱電素子およびそ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】

【0019】

上記従来課題を解決するために、本発明の熱電材料の製造方法は、圧粉体を等方圧縮することで成形し、その圧粉体を熱間押し出し成形することを特徴としたものである。

40

【0020】

これによって、スプリングバック現象を起こすことなく密度の高い圧粉体を得られると共に、等方圧縮をするため、圧粉体の結晶配向性はランダムに保たれ、熱間押し出し成形の際、成型品の結晶配向性が高まり、歩留まりの良い熱電材料を製造することができる。

【0021】

また、本発明の熱電材料は、圧粉体を液体中で等方圧縮することで成形し、その圧粉体を熱間押し出し成形し製造することを特徴としたものである。

【0022】

これによって、密度が高く、液体中にて等方圧縮された圧粉体を熱間押し出し成形するため、結晶配向性が高く、材料強度が高く、熱電性能が高い熱電材料となる。

50

【0023】

また、本発明の熱電素子は、圧粉体を液体中で等方圧縮することで成形し、その圧粉体を熱間押し出し成形し製造した熱電材料を押し出し方向と平行に電流が流れるように成形することを特徴とする。

【0024】

これによって、密度が高く、液体中にて等方圧縮された圧粉体を熱間押し出し成形するため、結晶配向性が高く、材料強度が高く、熱電性能が高い熱電材料を押し出し方向と平行な方向に電流が流れるように加工することで、高い熱電性能を有する熱電素子となる。

【発明の効果】

【0025】

本発明の熱電材料の製造方法は、圧粉体を等方圧縮することで成形し、その圧粉体を熱間押し出し成形することで、スプリングバック現象を起こすことなく密度の高い圧粉体を得られると共に、等方圧縮をするため、圧粉体の結晶配向性はランダムに保たれ、熱間押し出し成形の際、成型品の結晶配向性が高まり、歩留まりの良い熱電材料を製造することができる。

10

【0026】

また、本発明の熱電材料は、圧粉体を液体中で等方圧縮することで成形し、その圧粉体を熱間押し出し成形し製造することで、密度が高く、液体中にて等方圧縮された圧粉体を熱間押し出し成形するため、結晶配向性が高く、材料強度が高く、熱電性能が高い熱電材料とすることができる。

20

【0027】

また、本発明の熱電素子は、圧粉体を液体中で等方圧縮することで成形し、その圧粉体を熱間押し出し成形して製造した熱電材料を、押し出し方向と平行に電流が流れるように成形することで、高密度で結晶配向性が高く、また材料強度が高く、熱電性能が高い熱電材料の性能（特性）を失うことなく押し出し方向と平行な方向に電流が流れるように加工でき、高い熱電性能を有する熱電素子とすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

請求項1に記載の発明は、熱電材料を加圧することで圧粉体を形成する圧粉工程と、加熱しながら前記圧粉体を押し出し型から押出す熱間押し出し成形により前記熱電材料を成形する熱間押し出し工程を含む熱電材料の製造方法であって、前記圧粉工程において前記圧粉体を、等方圧縮することで成形することにより、スプリングバック現象を起こすことなく密度の高い圧粉体を得られると共に、等方圧縮をするため、圧粉体の結晶配向性はランダムに保たれ、熱間押し出し成形の際、成型品の結晶配向性が高まり、材料強度に優れ、歩留まりの良い熱電材料を製造することができる。

30

【0029】

請求項2に記載の発明は、前記等方圧縮を液体中で行うようにしたもので、前記圧粉体を中心部から外周表面まで斑無く圧縮でき、前記圧粉体の高密度化が図れるものである。

【0030】

請求項3に記載の発明は、等方圧縮の圧力を50MPa以上で行うことにより、より密度が高い圧粉体を得られ、その結果、熱間押し出し成形時に、圧粉体の密度が密になるまで圧縮されてから押し出しされる。このときに、結晶配向が押し出し方向に対して直角な方向に揃い、押し出し成型品の結晶配向性の低下が抑制され、より高性能な熱電材料を製造することができる。また、熱間押し出し成形の時間を短縮できることで、熱が加わって粒成長を起こし、クラックが生じるのを防ぎ、材料強度に優れ、歩留まりを向上することができる。

40

【0031】

請求項4に記載の発明は、前記熱間押し出し成形温度を473K～823Kの範囲の温度で行うことにより、熱間押し出し成形が良好に行われ、動的再結晶により成型品の結晶粒はより微細化され熱伝導率もより低減することができる。

50

【0032】

請求項5に記載の発明は、前記熱間押し出し成形時における押し出し圧力を、50MPa以上で行うもので、熱間押し出し成形がさらに良好に行えるとともに、熱間押し出し速度も増加し、動的再結晶が促進され、成型品の結晶粒はさらに微細化され、熱伝導率もさらに向上する。

【0033】

請求項6に記載の発明は、前記熱電材料を、ビスマス、アンチモン、テルル、セレンからなる群の少なくとも二つ以上を含有した素材としたもので、室温付近での冷却に最適な熱電素子が得られる。

【0034】

請求項7に記載の発明は、加圧により仮固形化された後に加熱しながら押し出し型から押し出す熱間押し出し成形された熱電材料からなる熱電素子であって、前記熱間押し出し成形の押し出し方向と平行に電流が流れるように結晶体が配向されたものである。したがって、成型品の結晶配向性および材料強度に優れた熱電素子であり、また、製造時に歩留まりの良い熱電素子とすることができる。

10

【0035】

請求項8に記載の発明は、前記仮固形化が、加圧槽内に貯留された液体中で行われた等方圧縮によるものとしたものである。したがって、熱電素子は、等方圧縮による結晶配向性および材料強度の高いものとなり、性能および品質が向上する。

【0036】

請求項9に記載の発明は、前記液体中での等方圧縮が、50MPa以上の圧力で行われるもので、動的再結晶が促進され、結晶粒がさらに微細化された熱電素子が得られ、熱伝導率もさらに向上する。

20

【0037】

請求項10に記載の発明は、前記熱間押し出し成形が、473K~823Kの範囲の温度で行われるもので、前記熱電素子の熱伝導率を一層向上する。

【0038】

請求項11に記載の発明は、前記熱間押し出し成形における押し出し圧力が、50MPa以上で行われるもので、熱間押し出し成形がさらに良好に行われるとともに、熱間押し出し速度も増加し、動的再結晶が促進され成型品の結晶粒はさらに微細化され熱伝導率をさらに低減し、熱電素子のさらなる高性能化が図れる。

30

【0039】

請求項12に記載の発明は、ビスマス、アンチモン、テルル、セレンからなる群の少なくとも二つ以上を含有する熱電材料からなる熱電素子としたもので、室温付近の常温の範囲で高性能を発揮するものである。

【0040】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。なお、この実施の形態によってこの発明が限定されるものではない。

【0041】

(実施の形態1)

図1は本発明の実施の形態1における仮圧粉工程を示す概略図である。同図に示すように、本実施の形態1における仮圧粉工程は、内部が円柱状の空間に形成された筒型のダイス1と、該ダイス1の内部空間に配置されたBi₂Te₃系熱電材料微粉末3と、該Bi₂Te₃系熱電材料微粉末3を前記ダイス1内で圧縮し、このBi₂Te₃系熱電材料微粉末3を仮圧粉体4に加工する上下一対のパンチ2a・2bを備えている。図1の(a)は仮圧粉前の状態を、(b)は仮圧粉後の状態をそれぞれ表している。

40

【0042】

上記仮圧粉工程における具体的な工程内容は、次の通りである。

【0043】

まず、図1(a)に示すように、ダイス1中にパンチ2で上下を挟む形で、Bi₂Te

50

3 系熱電材料微粉末 3 を入れ、パンチ 2 a・2 b を例えば油圧、機械圧等の周知の手段からなる加圧装置（図示せず）で加圧する。その結果、 Bi_2Te_3 系熱電材料微粉末 3 は、密度が高められ、同図の（b）で示すように、体積が小さくなった仮圧粉体 4 となる。

【0044】

この仮圧粉工程は、前記熱電材料微粉末 3 の形を軽く整えるためのもので、加圧力は、5 から 10 MPa 程度の圧力で加圧すればよいが、この仮圧粉工程は、必ずしも行う必要はない。

【0045】

図 2 は本発明の実施の形態 1 における圧粉工程を示す概略図である。同図に示すように、本実施の形態 1 における圧粉工程は、保護シート 5 で覆われた仮圧粉体 4 と、内部が水等の加圧液体 7 で満たされた加圧水槽 6 を備えている。前記加圧水槽の構造および加圧手段は、周知の構造でよいため、詳細な説明は省略する。

10

【0046】

上記圧粉工程における具体的な工程内容は、次の通りである。

【0047】

まず、保護シート 5 にて前記仮圧粉体 4 を包み込む。このとき保護シート 5 内に空気等の気体成分が残存していると加圧が不十分となるため、予め脱気装置（図示せず）で十分脱気した後、加圧槽 6 内に設置する。前記加圧槽 6 内は加圧液体 7 で満たされており、加圧装置（図示せず）を作動させることで加圧液体 7 に加圧力が加わる。この液中での加圧は、一方向加圧と異なり、矢印 A で示すように全方向（球面方向）から加圧されるため、全体にわたって等方圧縮され成型される仮圧粉体 4 は、配向性がなく、ランダムな状態になり、また大きさも一回り小さい圧粉体 9 となる。

20

【0048】

この際の等方圧縮の圧力は、50 MPa 以上で行うことで、圧粉体 9 の密度は大きくなり、以下に示す熱間押し出し工程において、圧粉体 9 は、その密度がさらに高密度になるまで圧縮されてから押し出しされる。その際、結晶配向が押し出し方向に対して直角の方向に揃い、押し出し成型品の結晶配向性が低下するのを防ぎ、より高性能な熱電材料を製造することができる。

【0049】

また、かかる等方圧縮は、熱間押し出し成形の時間を短縮できることで、熱が加わって粒成長を起こし、クラックが生じるのを防ぎ、材料強度に優れ、熱電材料の歩留まりを向上することができる。また、等方圧縮の圧力は 50 MPa 以上で十分であるが、1 ~ 2 GPa でより密な圧粉体 9 が得られ、より好ましい。

30

【0050】

図 3 は本発明の実施の形態 1 における熱間押し出し工程の熱間押し出し方法を示す概略図である。同図に示すように、本実施の形態 1 における熱間押し出し工程は、内部に有底円柱状の空間を有するダイス 8 と、このダイス 8 の中に配置された圧粉体 9 と、前記ダイス 8 内において前記圧粉体 9 を加圧するパンチ 10 と、前記パンチ 10 の加圧源である加圧装置と、前記ダイス 8 を取り囲んで設けられたヒーター 11 を備えている。そして、前記加圧装置 12 がパンチ 10 を上部から加圧することにより、ダイス 8 内の圧粉体 9 が加圧され、加圧後、円柱状の押し出し成型品 13 となって前記ダイス 8 下部のノズル 14 から押し出される。

40

【0051】

以上の構成を具備した熱間押し出し工程の内容について説明する。

【0052】

まず、ダイス 8 をヒーター 11 で所定の温度にまで予め加熱する。そして、ダイス 8 が所定の温度に達した後、上述の圧粉工程を経た圧粉体 9 をダイス 8 内に入れ、その上にパンチ 10 を設置する。この状態において圧粉体 9 の温度が上昇するまで数分間放置し、その後、加圧装置 12 にてパンチ 10 を矢印 D で示す押し出し方向に加圧する。それによりダイス 8 の下部から、押し出し成型品 13 が押し出される。

50

【0053】

この熱間押し出し工程の際、押し出し温度は473K～823Kの範囲で行うことにより、熱間押し出し成形が良好に行われ、動的再結晶により成型品の結晶粒はより微細化される。その結果、熱伝導率もより低減し、より高性能の熱電材料とすることができる。

【0054】

また、熱間押し出し成形における押し出し圧力を50MPa以上で行うことにより、熱間押し出し成形がさらに良好に行えるとともに、熱間押し出し速度も増加し、動的再結晶が促進され、成型品の結晶粒はさらに微細化され、熱伝導率をさらに低減し、さらに高性能な熱電材料とすることができる。

【0055】

また、熱電材料は、 Bi_2Te_3 、 Sb_2Te_3 、 Bi_2Se_3 、 Sb_2Se_3 、 BiSb 単独あるいはこれらの混合系であれば、より結晶配向の揃い効果がみられ、冷却用熱電素子として高性能の熱電材料となる。

【0056】

また、熱電材料微粉末は、メカニカルアロイング法、メカニカルグラインディング法、ガスアトマイズ法等、その作製手段は問わない。

【0057】

また、押し出し成型品13は、押し出し方向である加圧方向Dと平行な方向（矢印B方向）にC面（結晶配向方向）が配向するため、押し出し方向に平行な方向に電流が流れるように加工することで、材料強度に優れ、製造時の歩留まりも高い、高性能な熱電素子とすることができる。

【0058】

なお、本実施の形態においては、等方圧縮の手段として、加圧水槽を用い、液体中で行う場合としたが、内面が球状の金型を用い、適宜手段にて加圧する方法によっても同様の等方圧縮が行えるものである。

【産業上の利用可能性】

【0059】

以上のように本発明にかかる熱電材料の製造方法および熱電素子は、高い熱電性能を有する熱電素子とすることが可能であり、センサー素子や光素子、LSI基板などの半導体回路、宇宙ステーションで使用される電子機器の冷却、レーザーダイオード等の精密温度制御、熱電発電等の用途にも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】(a)は本発明の実施の形態1における仮圧粉工程における圧粉前の状態を示す図 (b)は同仮圧粉工程における圧粉後の状態を示す図

【図2】本発明の実施の形態1における圧粉工程を示す図

【図3】同実施の形態1における熱間押し出し工程の熱間押し出し方法を示す図

【図4】従来の熱間押し出し成形方法を示す図

【符号の説明】

【0061】

- 1 ダイス
- 2 a パンチ
- 2 b パンチ
- 3 熱電材料微粉末
- 4 仮圧粉体
- 6 加圧槽
- 7 加圧液体
- 8 ダイス
- 9 圧粉体
- 10 パンチ

10

20

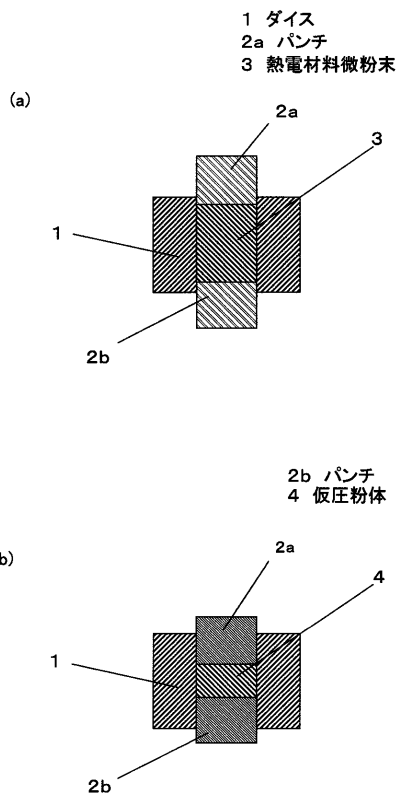
30

40

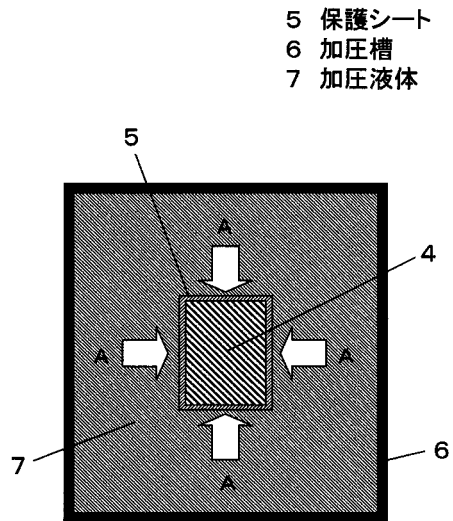
50

- 1 1 ヒーター
- 1 2 加圧装置
- 1 3 押し出し成型品

【 図 1 】

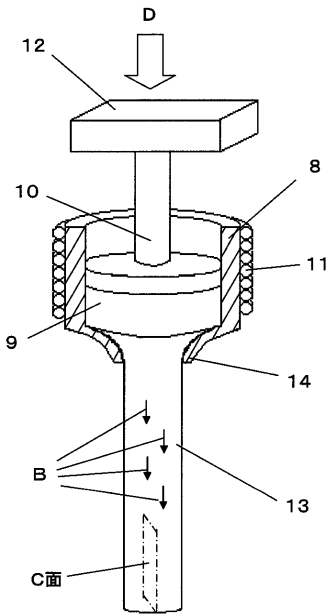


【 図 2 】



【 図 3 】

- 8 ダイス
- 9 圧粉体
- 10 パンチ
- 11 ヒーター
- 12 加圧装置
- 13 押し出し成型品



【 図 4 】

