

(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2017-145178

(P2017-145178A)

(43) 公開日 平成29年8月24日(2017.8.24)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
<b>C04B</b>	<b>37/02</b>	<b>(2006.01)</b>	C04B	37/02		Z	4G026
<b>C04B</b>	<b>35/00</b>	<b>(2006.01)</b>	C04B	35/00		H	4G030
<b>B28B</b>	<b>1/30</b>	<b>(2006.01)</b>	B28B	1/30	101		4G052

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2016-29003 (P2016-29003)  
 (22) 出願日 平成28年2月18日 (2016.2.18)

(71) 出願人 000002369  
 セイコーエプソン株式会社  
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号  
 (74) 代理人 100095452  
 弁理士 石井 博樹  
 (72) 発明者 石田 方哉  
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
 (72) 発明者 平井 利充  
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
 (72) 発明者 岡本 英司  
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

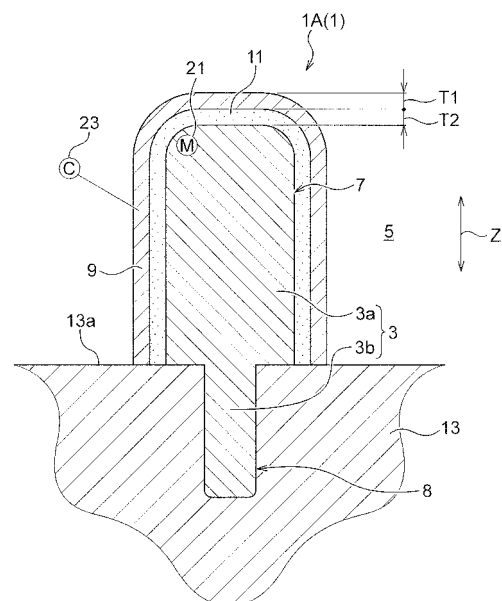
(54) 【発明の名称】 セラミックス部品及びセラミックス部品の三次元製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高温環境に置かれるセラミックス部品において、耐熱性を向上させつつセラミックス層の剥離の問題を抑制する。

【解決手段】 本発明のセラミックス部品1は、高温環境5に置かれるセラミックス部品であって、第1材料21で構成される第1部材3と、第1部材3の高温環境5に晒される側となる面7に接合され、第1部材3よりも耐熱性の高いセラミックス材料23で構成されるセラミックス層9と、を備え、前記第1部材3とセラミックス層9の接合部分は、第1材料21とセラミックス材料23を有する複合材料で構成され、第1部材3からセラミックス層9に向かう方向において第1材料21の存在割合が徐々に減り、セラミックス材料23の存在割合が徐々に増える傾斜組成に構成されている。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

高温環境に置かれるセラミックス部品であって、  
 第 1 材料で構成される第 1 部材と、  
 前記第 1 部材の前記高温環境に晒される側となる面に接合され前記第 1 部材よりも耐熱性の高いセラミックス材料で構成されるセラミックス層と、を備え、  
 前記第 1 部材と前記セラミックス層の接合部位は、  
 前記第 1 材料と前記セラミックス材料を有する複合材料で構成され、  
 前記第 1 部材からセラミックス層に向かう方向において前記第 1 材料の存在割合が徐々に減り、前記セラミックス材料の存在割合が徐々に増える傾斜組成に構成されている、  
 ことを特徴とするセラミックス部品。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載されたセラミックス部品において、  
 前記セラミックス層は複数層から成り、  
 該複数層は異なるセラミックス材料から成り、  
 前記複数層の各層同士の接合部位も前記傾斜組成に構成されている、ことを特徴とするセラミックス部品。

## 【請求項 3】

請求項 1 に記載されたセラミックス部品において、  
 前記セラミックス層は複数層から成り、  
 該複数層は特性が異なり、  
 前記複数層の各層同士の接合部位も前記傾斜組成に構成されている、ことを特徴とするセラミックス部品。

20

## 【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載されたセラミックス部品において、  
 前記第 1 部材の全表面が前記セラミックス層で被われている、ことを特徴とするセラミックス部品。

## 【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載されたセラミックス部品において、  
 前記セラミックス層は層厚が 200  $\mu\text{m}$  以上である、ことを特徴とするセラミックス部品。

30

## 【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載されたセラミックス部品において、  
 前記傾斜組成部分の厚みは 200  $\mu\text{m}$  以上である、ことを特徴とするセラミックス部品。

## 【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載されたセラミックス部品において、  
 前記第 1 材料は、SUS 系合金、チタン合金、ニッケル基合金、コバルト基合金から選ばれる一種以上の材料であり、  
 前記セラミックス材料は、アルミナ、ジルコニア、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、コージライト、ムライト、ステアタイト、カルシア、マグネシア、サイアロン、イットリア安定化ジルコニア、 $\text{Dy}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3 - \text{HfO}_2$ 、 $\text{ZrB}_2$ 、 $\text{HfB}_2$  から選ばれる一種以上の材料である、ことを特徴とするセラミックス部品。

40

## 【請求項 8】

高温環境に置かれるセラミックス部品であって、第 1 材料で構成される第 1 部材と、前記第 1 部材の前記高温環境に晒される側となる面に接合され前記第 1 部材よりも耐熱性の高いセラミックス材料で構成されるセラミックス層と、を備えるセラミックス部品の三次元製造方法であって、

前記第 1 材料の粒子を含む第 1 流動性組成物を第 1 吐出部から前記第 1 部材に対応する部位に吐出し、前記セラミックス材料の粒子を含む第 2 流動性組成物を第 2 吐出部から前

50

記セラミックス層に対応する部位に吐出し、前記第 1 部材と前記セラミックス層との接合部に対応する部位には前記第 1 部材からセラミックス層に向かう方向において前記第 1 材料粒子の存在割合が徐々に減り、前記セラミックス材料粒子の存在割合が徐々に増える傾斜組成を成すように前記各流動性組成物を吐出して一つの層を形成する層形成工程と、

前記層中の各粒子にエネルギーを付与して固化する固化工程と、

前記層形成工程及び前記固化工程を積層方向に繰り返して前記セラミックス部品を造形する、ことを特徴とするセラミックス部品の三次元製造方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のセラミックス部品の三次元製造方法において、

前記層形成工程は、前記セラミックス層を異なるセラミックス材料により複数層に形成し、

前記複数層の各層同士の間で前記傾斜組成を成すように前記各セラミックス材料の流動性組成物を各吐出部から吐出する、ことを特徴とするセラミックス部品の三次元製造方法。

【請求項 10】

請求項 8 に記載のセラミックス部品の三次元製造方法において、

前記層形成工程は、前記セラミックス層を特性の異なる複数層に形成し、

前記複数層の各層同士の間で前記傾斜組成を成すように前記各特性に対応するセラミックス材料の流動性組成物を各吐出部から吐出する、ことを特徴とするセラミックス部品の三次元製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属等の材料で構成される第 1 部材の表面側に前記第 1 部材よりも耐熱性の高いセラミックス被覆（層）を設けて成るセラミックス部品及びセラミックス部品の三次元製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、予め形状が決まった金属製の基体表面に組成の異なる積層構造の焼結体（セラミックス）を焼結接合して設けた複合材料であって、前記焼結体と前記基体との体積関係が規定され、更に各層の厚みが規定された複合材料が記載されている。そして、前記体積関係の各層の厚みを規定することで、各層における応力緩和を促進しつつ、耐摩、耐食性を要する最上層の性能を大幅に向上させることができる、と記載されている（0012）。

更に、焼結体の接合方法として、金属製基体の表面に焼結体の原料部材を配置し、加熱機構で加熱すると共に加圧機構により圧力を加えて原料粉末を焼結して基体に接合することが記載されている（0034）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 9 - 194909 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 に記載の複合材料は、予め形状が決まった金属製基体の表面に対して焼結体を上記の通り加熱機構で加熱すると共に加圧機構で圧力を加えて原料粉末を焼結して基体に接合するので、元々の基体の表面と後から接合した焼結体との接合界面は焼結接合後も存在し、高温環境に晒されると前記接合界面で焼結体が剥離する虞があった。

【0005】

本発明の目的は、高温環境に置かれるセラミックス部品において、耐熱性を向上させつ

10

20

30

40

50

つセラミックス層の剥離の問題を抑制することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明に係る第1の態様のセラミックス部品は、高温環境に置かれるセラミックス部品であって、第1材料で構成される第1部材と、前記第1部材の前記高温環境に晒される側となる面に接合され前記第1部材よりも耐熱性の高いセラミックス材料で構成されるセラミックス層とを備え、前記第1部材と前記セラミックス層の接合部位は、前記第1材料と前記セラミックス材料を有する複合材料で構成され、前記第1部材からセラミックス層に向かう方向において前記第1材料の存在割合が徐々に減り、前記セラミックス材料の存在割合が徐々に増える傾斜組成に構成されていることを特徴とする。

10

【0007】

ここで、「第1材料で構成される第1部材」における「第1材料で構成される」とは、第1材料のみで第1部材が構成されるものと、第1材料を主材料として他の材料も含んで第1部材が構成されるものの両方を含む意味である。

また「セラミックス材料で構成されるセラミックス層」における「セラミックス材料で構成される」とは、セラミックス材料のみでセラミックス層が構成されるものと、セラミックス材料を主材料として他の材料も含んでセラミックス層が構成されるものの両方を含む意味である。

【0008】

20

本態様によれば、高温環境に置かれるセラミックス部品における前記第1部材と前記セラミックス層の接合部位は、前記第1材料と前記セラミックス材料を有する複合材料で構成され、前記第1部材からセラミックス層に向かう方向において前記第1材料の存在割合が徐々に減り、前記セラミックス材料の存在割合が徐々に増える傾斜組成に構成されている。前記接合部位の前記傾斜組成により、高温環境に置かれるセラミックス部品において、耐熱性を向上させつつセラミックス層の剥離の問題を抑制することができる。

前記第1部材と前記セラミックス層の接合部位の前記傾斜組成は、後述するセラミックス部品の三次元製造方法により容易に実現することができる。

【0009】

本発明に係る第2の態様のセラミックス部品は、第1の態様において、前記セラミックス層は複数層から成り、該複数層は異なるセラミックス材料から成り、前記複数層の各層同士の接合部位も前記傾斜組成に構成されていることを特徴とする。

30

【0010】

本態様によれば、前記セラミックス層を成す複数層の各層同士の接合部位も前記傾斜組成に構成されている。即ち、異なるセラミックス材料から成る前記複数層の隣り合う各層同士は前記傾斜組成で構成されている。従って、異なるセラミックス材料同士の接合強度を増すことができ、以って複数層で構成されるセラミックス層内における剥離の虞を低減することができる。

【0011】

本発明に係る第3の態様のセラミックス部品は、第1の態様において、前記セラミックス層は複数層から成り、該複数層は特性が異なり、前記複数層の各層同士の接合部位も前記傾斜組成に構成されていることを特徴とする。

40

ここで、「該複数層は特性が異なり」における「特性」とは、高温環境に置かれるセラミックス部品に求められる高耐熱性という特性の他に、耐酸性（腐食性）や耐水性等の高耐環境性、低熱伝導性等の特性が例示的に挙げられる。

【0012】

本態様によれば、高耐熱性や高耐環境性等の特性が異なる前記複数層の隣り合う各セラミックス層同士は前記傾斜組成で接合されている。従って、特性が異なる前記複数層の隣り合う各層同士の接合強度を増すことができ、以って複数層で構成されるセラミックス層内における剥離の虞を低減することができる。

50

## 【0013】

本発明に係る第4の態様のセラミックス部品は、第1の態様から第3の態様のいずれか一つの態様において、前記第1部材の全表面が前記セラミックス層で被われていることを特徴とする。

## 【0014】

本態様によれば、前記第1部材の全表面が前記セラミックス層で被われているので、高温環境に晒される部分だけにセラミックス層を設けたものより、耐熱性を更に向上させつつセラミックス層の剥離の問題を抑制することができる。

## 【0015】

本発明に係る第5の態様のセラミックス部品は、第1の態様から第4の態様のいずれか一つの態様において、前記セラミックス層は層厚が200 $\mu$ m以上であることを特徴とする。

10

## 【0016】

本態様によれば、前記セラミックス層は層厚が200 $\mu$ m以上であるので、高耐熱性の効果を安定して偏りなく発揮させることができる。

## 【0017】

本発明に係る第6の態様のセラミックス部品は、第1の態様から第5の態様のいずれか一つの態様において、前記傾斜組成部分の厚みは200 $\mu$ m以上であることを特徴とする。

## 【0018】

本態様によれば、前記傾斜組成部分の厚みは200 $\mu$ m以上であるので、セラミックス層の剥離の虞の低減を、安定して偏りなく実現することができる。

20

## 【0019】

本発明に係る第7の態様のセラミックス部品は、第1の態様から第6の態様のいずれか一つの態様において、前記第1材料は、SUS系合金、チタン合金、ニッケル基合金、コバルト基合金から選ばれる一種以上の材料であり、前記セラミックス材料は、アルミナ、ジルコニア、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、コージライト、ムライト、ステアタイト、カルシア、マグネシア、サイアロン、イットリア安定化ジルコニア、 $Dy_2O_3-ZrO_2$ 、 $Y_2O_3-HfO_2$ 、 $ZrB_2$ 、 $HfB_2$ から選ばれる一種以上の材料であることを特徴とする。

30

## 【0020】

本態様によれば、第1材料及びセラミックス材料として、これらの材料を用いることにより、前記各態様の効果を効果的に得ることができる。

## 【0021】

本発明に係る第8の態様のセラミックス部品の三次元製造方法は、高温環境に置かれるセラミックス部品であって、第1材料で構成される第1部材と、前記第1部材の前記高温環境に晒される側となる面に接合され前記第1部材よりも耐熱性の高いセラミックス材料で構成されるセラミックス層とを備えるセラミックス部品の三次元製造方法であって、前記第1材料の粒子を含む第1流動性組成物を第1吐出部から前記第1部材に対応する部位に吐出し、前記セラミックス材料の粒子を含む第2流動性組成物を第2吐出部から前記セラミックス層に対応する部位に吐出し、前記第1部材と前記セラミックス層との接合部に対応する部位には前記第1部材からセラミックス層に向かう方向において前記第1材料粒子の存在割合が徐々に減り、前記セラミックス材料粒子の存在割合が徐々に増える傾斜組成を成すように前記各流動性組成物を吐出して一つの層を形成する層形成工程と、前記層中の各粒子にエネルギーを付与して固化する固化工程と、前記層形成工程及び前記固化工程を積層方向に繰り返して前記セラミックス部品を造形することを特徴とする。

40

## 【0022】

本態様によれば、前記層形成工程において、前記第1部材と前記セラミックス層との接合部に対応する部位では前記第1部材からセラミックス層に向かう方向において前記第1材料粒子の存在割合が徐々に減り、前記セラミックス材料粒子の存在割合が徐々に増える

50

傾斜組成を成すように前記各組成物を吐出する。これにより、前記第 1 の態様から第 7 の態様に係る各セラミックス部品を容易に製造することができる。

【0023】

本発明に係る第 9 の態様のセラミックス部品の三次元製造方法は、第 8 の態様において、前記層形成工程は、前記セラミックス層を異なるセラミックス材料により複数層に形成し、前記複数層の各層同士の間で前記傾斜組成を成すように前記各セラミックス材料の流動性組成物を吐出することを特徴とする。

【0024】

本態様によれば、前記第 2 の態様のセラミックス部品を容易に製造することができる。

【0025】

本発明に係る第 10 の態様のセラミックス部品の三次元製造方法は、第 8 の態様において、前記層形成工程は、前記セラミックス層を特性の異なる複数層に形成し、前記複数層の各層同士の間で前記傾斜組成を成すように前記各特性に対応するセラミックス材料の流動性組成物を吐出することを特徴とする。

【0026】

本態様によれば、前記第 3 の態様のセラミックス部品を容易に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図 1】本発明の実施形態 1 に係るセラミックス部品を表す側断面図。

【図 2】本発明の実施形態 1 に係るセラミックス部品の傾斜組成の一例を模式的に表す側断面図。

【図 3】本発明の実施形態 2 に係るセラミックス部品を表す側断面図。

【図 4】本発明の実施形態 3 に係るセラミックス部品を表す側断面図。

【図 5】本発明の実施形態 4 に係るセラミックス部品を表す側断面図。

【図 6】本発明の実施形態 5 に係るセラミックス部品の三次元製造方法の層形成工程を表す説明図。

【図 7】本発明の実施形態 5 に係るセラミックス部品の三次元製造方法の固化工程を表す説明図。

【図 8】本発明の実施形態 5 に係るセラミックス部品の三次元製造方法によって形成したセラミックス部品とサポート材を表す側断面図。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下に、本発明の実施形態に係るセラミックス部品及びセラミックス部品の三次元製造方法について、添付図面を参照して詳細に説明する。

尚、以下の説明では、最初に図 1 及び図 2 に表す実施形態 1 を例にとって、本発明の実施形態 1 に係るセラミックス部品の構成と、その作用を具体的に説明する。次に図 3 から図 5 に個別に表す実施形態 2 から実施形態 4 に係る三つの実施形態について、前記実施形態 1 との差異を中心にセラミックス部品の構成と、その作用を説明する。

次に、本発明の実施形態 5 に係るセラミックス部品の三次元製造方法の内容を、図 6 から図 8 に基づいて該三次元製造方法に使用する三次元製造装置の概略の構成と共に説明する。最後に前記各実施形態と部分的構成を異にする本発明のセラミックス部品及びセラミックス部品の三次元製造方法の他の実施形態について言及する。

【0029】

実施形態 1 (図 1 及び図 2 参照)

本実施形態 1 に係るセラミックス部品 1 A は、高温環境 5 に置かれるセラミックス部品であって、第 1 材料 2 1 で構成される第 1 部材 3 と、第 1 部材 3 の高温環境 5 に晒される側となる面 7 に接合され、第 1 部材 3 よりも耐熱性の高い第 2 材料となるセラミックス材料 2 3 で構成されるセラミックス層 9 と、を備えている。

そして、第 1 部材 3 とセラミックス層 9 との接合部位には、第 1 材料 2 1 とセラミックス材料 2 3 を有する複合材料で構成される複合層 1 1 が備えられている。該複合層 1 1 は

10

20

30

40

50

第 1 部材 3 からセラミックス層 9 に向かう方向において第 1 材料 2 1 の存在割合が徐々に減り、セラミックス材料 2 3 の存在割合が徐々に増える傾斜組成に構成されている。

【 0 0 3 0 】

ここで、「第 1 材料 2 1 で構成される第 1 部材 3 」における「第 1 材料 2 1 で構成される」とは、第 1 材料 2 1 のみで第 1 部材 3 が構成されるものと、第 1 材料 2 1 を主材料として他の材料も含んで第 1 部材 3 が構成されるものの両方を含む意味である。

また、「セラミックス材料 2 3 で構成されるセラミックス層 9 」における「セラミックス材料 2 3 で構成される」とは、セラミックス材料 2 3 のみでセラミックス層 9 が構成されるものと、セラミックス材料 2 3 を主材料として他の材料も含んでセラミックス層 9 が構成されるものの両方を含む意味である。

また、「高温環境 5 に晒される側となる面 7 」とは、図示のように当該セラミックス部品 1 が所定の使用場所の被取付け部位 1 3 に取り付けられた状態では、該被取付け部位 1 3 との取付け面 8 を除いた高温環境 5 に置かれて直接、高温環境 5 の影響を受ける露出した面を意味する。

【 0 0 3 1 】

そして、本実施形態 1 では第 1 材料 2 1 として一例として金属材料が使用されており、具体的には、S U S 系合金、チタン合金、ニッケル基合金、コバルト基合金から選ばれる一種以上の材料が適用可能である。

また、セラミックス材料 2 3 としては、遮熱コーティング材料が適用でき、具体的にアルミナ、ジルコニア、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、コージライト、ムライト、ステアタイト、カルシア、マグネシア、サイアロン、イットリア安定化ジルコニア、 $D y 2 O 3 - Z r O 2$ 、 $Y 2 O 3 - H f O 2$ 、 $Z r B 2$ 、 $H f B 2$ から選ばれる一種以上の材料が適用可能である。

【 0 0 3 2 】

また、図 1 に表したように、本実施形態 1 では第 1 部材 3 は、大径部 3 a と小径部 3 b とを備えた短寸の棒状部材によって一例として構成されており、被取付け部位 1 3 内に埋め込まれる小径部 3 b の外周面と、被取付け部位 1 3 の上面 1 3 a と接触する大径部 3 a の下面と、を除く大径部 3 a の上面と側周面が高温環境 5 に晒される側となる面 7 になっている。

また、セラミックス層 9 は、第 1 部材 3 の大径部 3 a の上面と側周面を被覆するように設けられており、該セラミックス層 9 と、第 1 部材 3 の大径部 3 a の上面及び側周面との間に複合層 1 1 が設けられている。

【 0 0 3 3 】

また、セラミックス層 9 の層厚  $T 1$  は  $2 0 0 \mu m$  以上であることが望ましく、傾斜組成が施される複合層 1 1 の厚み  $T 2$  も  $2 0 0 \mu m$  以上であることが望ましい。

また、図 2 に表したように、複合層 1 1 は、一例として 4 層以上に各層  $D$  ( $D 9$ 、 $D 1 4$ ) を積層して形成することが好ましく、この場合、1 層当たり  $5 0 \mu m$  以上の厚み  $t$  にすることが好ましい。

そして、このようにして複合層 1 1 の厚み  $T 2$  及び層  $D$  の厚み  $t$  を規定した場合には、セラミックス層 9 の耐熱性を向上させ、積層した下の層  $D$  への熱の伝搬を低減させることが可能になる。

【 0 0 3 4 】

また、図 2 は複合層 1 1 に適用される傾斜組成の一例を模式的に表している。図示の実施形態 1 では、下部の第 1 部材 3 は層  $D 1$  が 5 層、上部のセラミックス層 9 は層 2 0 が同じく 5 層、これらの間に複合層 1 1 は層  $D 9$ 、層  $D 1 4$  が 5 層ずつ合計で 1 0 層設けられたセラミックス部品 1 A の積層モデルが一例として開示されている。

そして、このセラミックス部品 1 A の積層モデルでは、複合層 1 1 中の第 1 材料 2 1 の存在割合が第 1 部材 3 からセラミックス層 9 に向かう方向において徐々に減り、該複合層 1 1 中のセラミックス材料 2 3 の存在割合が第 1 部材 3 からセラミックス層 9 に向かう方向において徐々に増える傾斜組成が適用されている。

10

20

30

40

50

一例として、図 2 中の複合層 1 1 を成す層 D 9 では、第 1 材料 2 1 の存在割合が 6 0 %、セラミックス材料 2 3 の存在割合が 4 0 % になっており、図 2 中の複合層 1 1 を成す層 D 1 4 では、第 1 材料 2 1 の存在割合が 4 0 %、セラミックス材料 2 3 の存在割合が 6 0 % になっている。

そして、このようにして構成される本実施形態 1 に係るセラミックス部品 1 A によれば、高温環境 5 に置かれるセラミックス部品において、耐熱性を向上させつつセラミックス層 9 の第 1 部材 3 からの剥離の問題を抑制することが可能になる。

#### 【 0 0 3 5 】

##### 実施形態 2 ( 図 3 参照 )

本実施形態 2 に係るセラミックス部品 1 B は、セラミックス層 9 の構成が実施形態 1 に係るセラミックス部品 1 A と一部相違しており、セラミックス層 9 の基本的構成と第 1 部材 3 及び複合層 1 1 の構成については実施形態 1 と同様である。

従って、ここでは実施形態 1 と同様の構成については説明を省略し、実施形態 1 と相違する本実施形態 2 に特有の構成とその作用について説明する。

#### 【 0 0 3 6 】

即ち、本実施形態 2 では、セラミックス層 9 が複数層 9 A、9 B から成り、該複数層 9 A、9 B は異なるセラミックス材料 2 3、2 7 によって構成されている。また、複数層 9 A、9 B の各層同士の接合部位には、複合層 1 1 と同様、傾斜組成に構成されている別途の複合層 1 5 が設けられている。

#### 【 0 0 3 7 】

具体的には、図示の実施形態 2 では、セラミックス層 9 は第 1 部材 3 を被覆する内側に設けられる第 1 セラミックス層 9 A と、該第 1 セラミックス層 9 A を被覆する外側に設けられる第 2 セラミックス層 9 B の 2 つのセラミックス層によって構成されている。そして、第 1 セラミックス層 9 A と第 2 セラミックス層 9 B との間に、第 2 材料となるセラミックス材料 2 3 と第 3 材料となる別途のセラミックス材料 2 7 との間で傾斜組成が構成されている別途の複合層 1 5 が設けられている。

#### 【 0 0 3 8 】

そして、このようにして構成される本実施形態 2 に係るセラミックス部品 1 B によっても、実施形態 1 と同様の作用、効果が発揮されてセラミックス部品 1 B の耐熱性の向上が期待でき、セラミックス層 9 の第 1 部材 3 からの剥離の問題も抑制し得る。

また、本実施形態 2 にあつては、傾斜組成によって構成されている別途の複合層 1 5 の存在により、異なるセラミックス材料 2 3、2 7 同士間の接合強度を増すことができ、よって複数層 9 A、9 B で構成されるセラミックス層 9 内における剥離の虞を低減させることが可能になる。

#### 【 0 0 3 9 】

##### 実施形態 3 ( 図 4 参照 )

本実施形態 3 に係るセラミックス部品 1 C は、セラミックス層 9 の構成が実施形態 1 に係るセラミックス部品 1 A と一部相違しており、セラミックス層 9 の基本的構成と第 1 部材 3 及び複合層 1 1 の構成については実施形態 1 と同様である。

従って、ここでは実施形態 1 と同様の構成については説明を省略し、実施形態 1 と相違する本実施形態 3 に特有の構成とその作用について説明する。

#### 【 0 0 4 0 】

即ち、本実施形態 3 では、実施形態 2 と同様、セラミックス層 9 が複数層 9 A、9 C から成り、該複数層 9 A、9 C は特性が異なる同種類又は異種類のセラミックス材料 2 3、2 9 によって構成されている。また、複数層 9 A、9 C の各層同士の接合部位には、複合層 1 1 と同様、傾斜組成に構成されている別途の複合層 1 7 が設けられている。

尚、ここで言う「該複数層 9 A、9 C は特性が異なる」とは、高温環境 5 に置かれるセラミックス部品 1 C に求められる高耐熱性という特性の他に、化学的安定性としての耐酸性 ( 腐食性 ) や耐水性等の高耐環境性、低熱伝導性、絶縁性等の特性が例示的に挙げられる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 1 】

具体的には、図示の実施形態 3 では、セラミックス層 9 は第 1 部材 3 を被覆する内側に設けられる第 1 セラミックス層 9 A と、該第 1 セラミックス層 9 A を被覆する外側に設けられる第 3 セラミックス層 9 C の 2 つのセラミックス層によって構成されており、第 1 セラミックス層 9 A と第 3 セラミックス層 9 C との間に、第 2 材料となるセラミックス材料 2 3 と第 4 材料となる特性の異なる別途のセラミックス材料 2 9 との間で傾斜組成が構成されている別途の複合層 1 7 が設けられている。

## 【 0 0 4 2 】

そして、このようにして構成される本実施形態 3 に係るセラミックス部品 1 C によっても、実施形態 1 と同様の作用、効果が発揮されてセラミックス部品 1 C の耐熱性の向上が期待でき、セラミックス層 9 の第 1 部材 3 からの剥離の問題も抑制し得る。

また、本実施形態 3 にあっては、傾斜組成によって構成されている別途の複合層 1 7 の存在により、特性が異なる複数層 9 A、9 C の隣り合う各層同士の接合強度を増すことができ、以って複数層 9 A、9 C で構成されるセラミックス層 9 内における剥離の虞を低減させることが可能になる。

## 【 0 0 4 3 】

## 実施形態 4 ( 図 5 参照 )

本実施形態 4 に係るセラミックス部品 1 D は、セラミックス層 9 と複合層 1 1 の設置範囲が実施形態 1 に係るセラミックス部品 1 A と相違しており、セラミックス層 9、第 1 部材 3 及び複合層 1 1 の構成については実施形態 1 と同様である。

従って、ここでは実施形態 1 と同様の構成については説明を省略し、実施形態 1 と相違する本実施形態 4 に特有の構成とその作用について説明する。

## 【 0 0 4 4 】

即ち、本実施形態 4 では、セラミックス部品 1 D における第 1 部材 3 に全表面がセラミックス層 9 で被われた構成になっている。

具体的には、セラミックス部品 1 D は被取付け部位 1 3 に取り付けられることなく、第 1 部材 3 の全表面が高温環境 5 に晒される側となる面 7 になっている。これに伴い、第 1 部材 3 の全表面を被うようにセラミックス層 9 が設けられており、該セラミックス層 9 と第 1 部材 3 の接合部位となる第 1 部材 3 の全表面を被うように複合層 1 1 が設けられている。

## 【 0 0 4 5 】

そして、このようにして構成される本実施形態 4 に係るセラミックス部品 1 D によっても、実施形態 1 と同様の作用、効果が発揮されてセラミックス部品 1 D の耐熱性の向上が期待でき、セラミックス層 9 の第 1 部材 3 からの剥離の問題も抑制し得る。

また、本実施形態 4 にあっては、実施形態 1 に係るセラミックス部品 1 A よりも更に耐熱性を向上させることが可能になり、セラミックス層 9 の剥離の問題も一層抑制し得るようになる。

## 【 0 0 4 6 】

## 実施形態 5 ( 図 6 ~ 図 8 参照 )

次に、本実施形態 5 によって、前記実施形態 1 に係るセラミックス部品 1 A を製造するのに使用できる三次元製造装置 4 1 の概略の構成と、当該三次元製造装置 4 1 を使用することによって実行される本発明のセラミックス部品の三次元製造方法の一例の内容を説明する。

## ( 1 ) 三次元製造装置の概略の構成 ( 図 6 及び図 7 参照 )

セラミックス部品 1 A を製造する三次元製造装置 4 1 としては、一例として複数本のロボットアーム 4 3、4 5、4 7 を備えた多関節式の産業用ロボットが採用できる。

具体的には、第 1 部材 3 用の材料である第 1 材料 2 1 の金属粒子 M を含む第 1 流動性組成物 3 1 を吐出する第 1 吐出ヘッド 5 1 と、セラミックス層 9 用の材料である第 2 材料 2 3 のセラミックス粒子 C を含む第 2 流動性組成物 3 3 を吐出する第 2 吐出ヘッド 5 3 と、サポート材 2 5 用の材料である第 5 材料 3 5 の粒子 N を含む第 3 流動性組成物 3 7 を吐出

10

20

30

40

50

する第3吐出ヘッド55とを備えている。そして、これら3種類の吐出ヘッド51、53、55は、それぞれ第1吐出部51、第2吐出部53、第3吐出部55となっている。

【0047】

また、三次元製造装置41には、これらの吐出ヘッド51、53、55から吐出された各流動性組成物31、33、37中に含まれる第1材料21の金属粒子Mと、第2材料23のセラミックス粒子Cと、第5材料35の粒子Nと、にエネルギーの一例であるレーザー光Eを個別に照射して固化させる複数の照射ヘッド61、63、65と、各流動性組成物31、33、37が吐出され、その上面に層形成領域となる一例として平板状のベースプレート71を備えたステージ73と、ロボットアーム43、45、47の駆動及びステージ73の積層方向Zの昇降動作を実行する図示しない駆動部と、これらの駆動部の駆動と吐出ヘッド51、53、55から吐出される各流動性組成物31、33、37の吐出制御と、照射ヘッド61、63、65から照射されるレーザー光Eの照射制御を行う図示しない制御部と、が備えられている。三次元製造装置41は、一例としてこれらの部材を備えることによって高温環境5に置かれるセラミックス部品1Aの製造に使用される。

10

【0048】

(2) セラミックス部品の三次元製造方法の内容(図6~図8参照)

本実施形態5に係るセラミックス部品の三次元製造方法は、高温環境5に置かれるセラミックス部品1Aであって、第1材料21で構成される第1部材3と、該第1部材3の高温環境5に晒される側となる面7に接合され第1部材3よりも耐熱性の高いセラミックス材料23で構成されるセラミックス層9と、を備えるセラミックス部品1Aの三次元製造方法であって、層形成工程P1と、固化工程P2と、を備え、層形成工程P1及び固化工程P2を積層方向Zに繰り返して前記セラミックス部品1Aを造形することによって基本的に構成されている。

20

以下、層形成工程P1と固化工程P2の内容と、これらの工程P1、P2を積層方向Zに繰り返してセラミックス部品1Aを造形するまでの過程について具体的に説明する。

【0049】

(A) 層形成工程(図6及び図8参照)

層形成工程P1は、第1材料21の金属粒子Mを含む第1流動性組成物31を第1吐出部51から第1部材3に対応する部位に吐出し、セラミックス材料23のセラミックス粒子Cを含む第2流動性組成物33を第2吐出部53から前記セラミックス層9に対応する部位に吐出し、第1部材3とセラミックス層9との接合部に設けられる複合層11に対応する部位には第1部材3からセラミックス層9に向かう方向において第1材料21の金属粒子Mの存在割合が徐々に減り、セラミックス材料23のセラミックス粒子Cの存在割合が徐々に増える傾斜組成を成すように各流動性組成物31、33を吐出して一つの層Dを形成する工程である。

30

更に、本実施形態5では、図8に表すようにサポート材25用の材料である第5材料35の粒子Nを含む第3流動性組成物37を第3吐出部55から所定部位に供給して一つの層Dを形成している。

【0050】

また、本実施形態5では、前記3種類の吐出部のすべてをそれぞれ吐出ヘッド51、53、55によって構成し、前記3種類の流動性組成物31、33、37のすべてを液滴状態で吐出するように構成されている。

40

また、前記3種類の吐出部51、53、55は必ずしも吐出ヘッドによって構成されていなくてもよく、これらの一部又は全部を構造の違う他の手段(例えば塗工ローラーなど)によって構成することも可能である。

【0051】

尚、第1部材3の材料である第1材料21の粒子としては、実施形態1で述べた金属粒子Mの他、セラミックス粒子Cでもよく、金属粒子Mも前述した実施形態1で述べたものに限らず、使用条件や用途等に応じて以下に示す各種金属や金属化合物等の粒子が適用可能である。

50

例えば、アルミニウム、チタン、鉄、銅、マグネシウム、ステンレス鋼、マルエージング鋼等の各種金属、シリカ、アルミナ、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化ジルコン、酸化錫、酸化マグネシウム、チタン酸カリウム等の各種金属酸化物、窒化珪素、窒化チタン、窒化アルミニウム等の各種金属窒化物；炭化珪素、炭化チタン等の各種金属炭化物、硫化亜鉛等の各種金属硫化物、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム等の各種金属の炭酸塩、硫酸カルシウム、硫酸マグネシウム等の各種金属の硫酸塩、ケイ酸カルシウム、ケイ酸マグネシウム等の各種金属のケイ酸塩、リン酸カルシウム等の各種金属のリン酸塩、ホウ酸アルミニウム、ホウ酸マグネシウム等の各種金属のホウ酸塩や、これらの複合物等、石膏（硫酸カルシウムの各水和物、硫酸カルシウムの無水物）が挙げられる。

【0052】

また、各流動性組成物31、33、37には、前述した3種類の材料21、23、35の粒子M、C、Nの他に溶媒又は分散媒とバインダーとが一般に含まれている。

溶媒又は分散媒としては、例えば、蒸留水、純水、RO水等の各種水その他、メタノール、エタノール、2-プロパノール、1-ブタノール、2-ブタノール、オクタノール、エチレングリコール、ジエチレングリコール、グリセリン等のアルコール類、エチレングリコールモノメチルエーテル（メチルセロソルブ）等のエーテル類（セロソルブ類）、酢酸メチル、酢酸エチル、酢酸ブチル、ギ酸エチル等のエステル類、アセトン、メチルエチルケトン、ジエチルケトン、メチルイソブチルケトン、メチルイソプロピルケトン、シクロヘキサノン等のケトン類、ペンタン、ヘキサン、オクタン等の脂肪族炭化水素類、シクロヘキサン、メチルシクロヘキサン等の環式炭化水素類、ベンゼン、トルエン、キシレン、ヘキシルベンゼン、ヘプチルベンゼン、オクチルベンゼン、ノニルベンゼン、デシルベンゼン、ウンデシルベンゼン、ドデシルベンゼン、トリデシルベンゼン、テトラデシルベンゼン等の長鎖アルキル基及びベンゼン環を有する芳香族炭化水素類、塩化メチレン、クロロホルム、四塩化炭素、1,2-ジクロロエタン等のハロゲン化炭化水素類、ピリジン、ピラジン、フラン、ピロール、チオフェン、メチルピロリドンのいずれか一つを含む芳香族複素環類、アセトニトリル、プロピオニトリル、アクリロニトリル等のニトリル類、N,N-ジメチルアミド、N,N-ジメチルアセトアミド等のアミド類、カルボン酸塩又はその他の各種油類等が挙げられる。

【0053】

バインダーとしては、前述した溶媒又は分散媒に可溶であれば、限定されない。例えば、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、シリコーン樹脂、セルロース系樹脂、合成樹脂等を用いることができる。また、例えば、PLA（ポリ乳酸）、PA（ポリアミド）、PPS（ポリフェニレンサルファイド）等の熱可塑性樹脂を用いることもできる。

また、可溶状態でなく、上述したアクリル樹脂などの樹脂の微小な粒子の状態で、前述した溶媒又は分散媒中に分散させるようにしてもよい。

【0054】

(B) 固化工程（図7参照）

固化工程P2は、層D中の第1材料21の金属粒子Mとセラミックス材料23のセラミックス粒子CにエネルギーEを付与して固化する工程である。そして、本実施形態5では当該エネルギーEの付与手段として前述した3種類の照射ヘッド61、63、65が使用されており、これらの照射ヘッド61、63、65から照射されるレーザー光Eにより層Dの形成毎に当該固化工程P2を実行できるように構成されている。

尚、サポート材25については、セラミックス部品1Aの完成後は不要になるから後で取り除くことになる。従って、固化工程P2において前記第3照射ヘッド65から照射されるレーザー光Eの出力を小さくしたり、レーザー光Eの照射を停止するように構成することも可能である。

【0055】

(C) 造形までの過程（図8参照）

以後は、前述した層形成工程P1及び固化工程P2を積層方向Zに所定回数、繰り返して図8に表すように所望の三次元形状のセラミックス部品1Aに成形し、不要なサポート

10

20

30

40

50

材 2 5 を取り除いて製品としてのセラミックス部品 1 A を造形する。

そして、このようにして構成される本実施形態に係るセラミックス部品の三次元製造方法によれば、高温環境 5 に置かれるセラミックス部品 1 A の耐熱性を向上させつつセラミックス層 9 の接合部位に設けられる複合層 1 1 の傾斜組成を容易に実現できるようになってセラミックス部品 1 A の生産性を向上させることが可能になる。

【 0 0 5 6 】

〔他の実施形態〕

本発明に係るセラミックス部品 1 及びセラミックス部品の三次元製造方法は、以上述べたような構成を有することを基本とするものであるが、本願発明の要旨を逸脱しない範囲内での部分的構成の変更や省略等を行うことも勿論可能である。

例えば、実施形態 2 に係るセラミックス部品 1 B を製造する場合には、前述したセラミックス部品の三次元製造方法における層形成工程 P 1 において、セラミックス層 9 を異なるセラミックス材料 2 3、2 7 により複合層 9 A、9 B に形成し、複合層 9 A、9 B の各層同士の間で別途の複合層 1 5 が傾斜組成を成すようにセラミックス材料 2 3、2 7 の流動性組成物 3 3 を各吐出部 5 3 から吐出するように構成することが可能である。

【 0 0 5 7 】

また、実施形態 3 に係るセラミックス部品 1 C を製造する場合には、前述したセラミックス部品の三次元製造方法における層形成工程 P 1 において、セラミックス層 9 を特性の異なる複合層 9 A、9 C に形成し、複合層 9 A、9 C の各層同士の間でベッドの複合層 1 7 が傾斜組成を成すように各特性に対応するセラミックス材料 2 3、2 9 の流動性組成物 3 3 を各吐出部 5 3 から吐出するように構成することが可能である。

また、本発明のセラミックス部品 1 の製造に使用される三次元製造装置 4 1 のロボットアーム 4 3、4 5、4 7 の数と、吐出ヘッド 5 1、5 3、5 5 の数と、照射ヘッド 6 1、6 3、6 5 の数は、使用する流動性組成物の種類等に応じて適宜、増減することが可能である。

【 0 0 5 8 】

また、三次元製造装置 4 1 は、前述した構造の多関節式の産業用ロボットに限らず、幅方向 X と奥行き方向 Y と積層方向 Z とにスライドするテーブルを備えたスライドテーブル式のものや円筒座標系の産業用ロボット等、構造の違う種々の三次元製造装置が適用可能である。

また、前述した固化工程 P 2 は、各層 D の形成毎に行う他、すべての層 D が形成された後、形成された固化前のセラミックス部品 1 を例えばまとめて焼結炉等に入れて固化の実行を行うようにすることも可能である。

【符号の説明】

【 0 0 5 9 】

- 1 ... セラミックス部品、 3 ... 第 1 部材、 5 ... 高温環境、 7 ... (晒される側となる) 面
- 8 ... 取付け面、 9 ... セラミックス層、 1 1 ... 複合層、 1 3 ... 被取付け部位
- 1 5 ... (別途の) 複合層、 1 7 ... (別途の) 複合層、 2 1 ... 第 1 材料
- 2 3 ... 第 2 材料 (セラミックス材料)、 2 5 ... サポート材
- 2 7 ... 第 3 材料 (セラミックス材料)、 2 9 ... 第 4 材料 (セラミックス材料)
- 3 1 ... 第 1 流動性組成物、 3 3 ... 第 2 流動性組成物、 3 5 ... 第 5 材料
- 3 7 ... 第 3 流動性組成物、 4 1 ... 三次元製造装置、 4 3 ... ロボットアーム
- 4 5 ... ロボットアーム、 4 7 ... ロボットアーム、 5 1 ... 第 1 吐出ヘッド (第 1 吐出部)
- 5 3 ... 第 2 吐出ヘッド (第 2 吐出部)、 5 5 ... 第 3 吐出ヘッド (第 3 吐出部)
- 6 1 ... 第 1 照射ヘッド、 6 3 ... 第 2 照射ヘッド、 6 5 ... 第 3 照射ヘッド
- 7 1 ... ベースプレート (層形成領域)、 7 3 ... ステージ、 P 1 ... 層形成工程
- P 2 ... 固化工程、 E ... レーザー光 (エネルギー)、 D ... 層、 M ... 金属粒子、 N ... 粒子
- C ... セラミックス粒子、 T 1 ... 層厚、 T 2 ... 厚み、 t ... 厚み、 X ... 幅方向
- Y ... 奥行き方向、 Z ... 積層方向

10

20

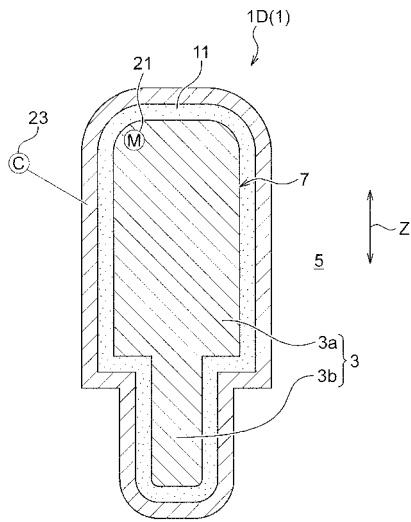
30

40

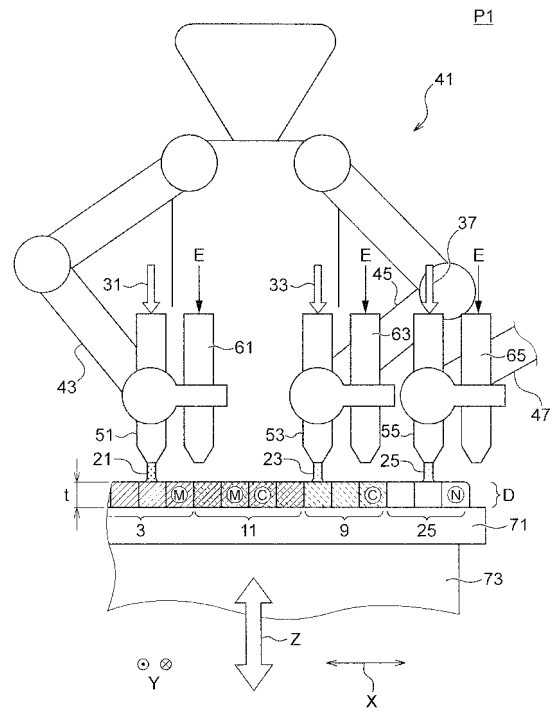
50



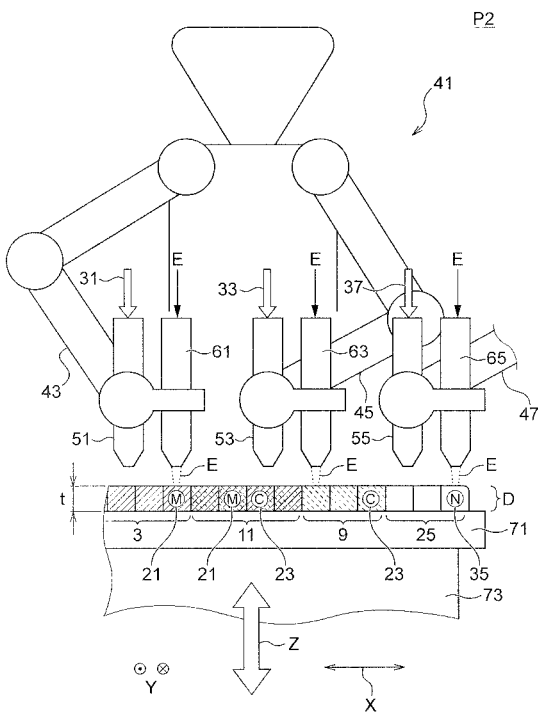
【 図 5 】



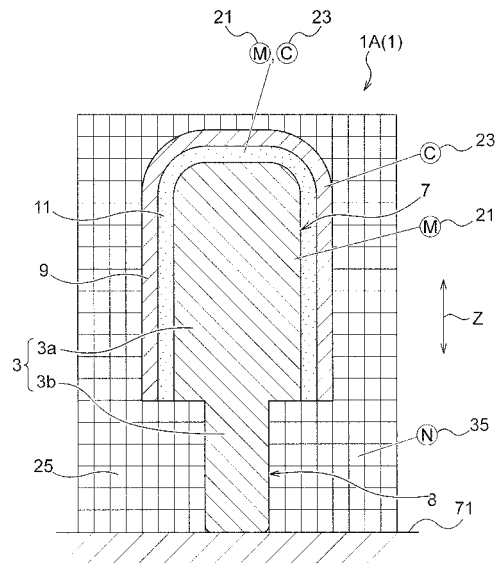
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 4G026 BA02 BA03 BA05 BA06 BA07 BA12 BA14 BA16 BA17 BA19  
BB21 BB26 BB28 BC02 BD01 BE04 BF01 BF47 BG05  
4G030 AA07 AA08 AA11 AA12 AA17 AA36 AA37 AA47 AA51 AA52  
CA03 GA19 GA32  
4G052 DA05 DB12 DC06