



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I825019 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 12 月 11 日

(21)申請案號：107117029

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 05 月 18 日

(51)Int. Cl. :	<b>C04B28/06 (2006.01)</b>	<b>C04B14/26 (2006.01)</b>
	<b>C04B14/06 (2006.01)</b>	<b>B22C1/18 (2006.01)</b>
	<b>B22C9/02 (2006.01)</b>	<b>B28B1/16 (2006.01)</b>
	<b>B28B7/34 (2006.01)</b>	<b>B29C64/153 (2017.01)</b>
	<b>B33Y70/00 (2020.01)</b>	<b>B33Y80/00 (2015.01)</b>
	<b>B22F3/22 (2006.01)</b>	

(30)優先權：2017/05/19 日本 2017-099883

(71)申請人：日商旭硝子工業陶瓷股份有限公司 (日本) AGC CERAMICS CO., LTD. (JP)  
日本

(72)發明人：井家勝八 INOIE, SHOHACHI (JP)；井家洋 INOIE, HIROSHI (JP)；井家美紀 INOIE, MIKI (JP)；牛丸之浩 USHIMARU, YUKIHIRO (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

CN	101883744A	CN	101918160A
CN	102365140A	CN	102924094A
CN	103167918A	JP	2010-110802A
JP	2016-117069A		

審查人員：黃怡菱

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：0 共 33 頁

(54)名稱

造形用材料、功能劑、造形製品及製品

(57)摘要

本發明提供一種能夠澆注如熔點超過 1400°C 般之高熔點金屬之粉末固著積層法中之造形用材料、及功能劑。本發明係包含骨材及使該骨材相互黏結之黏合劑之粉狀前驅物的粉末固著積層法中之造形用材料，且包含骨材之鑄砂、粉狀前驅物之硬化成分及硬化促進成分。

I825019

【發明摘要】

【中文發明名稱】

造形用材料、功能劑、造形製品及製品

【中文】

本發明提供一種能夠澆注如熔點超過 $1400^{\circ}\text{C}$ 般之高熔點金屬之粉末固著積層法中之造形用材料、及功能劑。本發明係包含骨材及使該骨材相互黏結之黏合劑之粉狀前驅物的粉末固著積層法中之造形用材料，且包含骨材之鑄砂、粉狀前驅物之硬化成分及硬化促進成分。

【指定代表圖】

無

【代表圖之符號簡單說明】

無

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

造形用材料、功能劑、造形製品及製品

### 【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種造形用材料、功能劑、造形製品及製品，尤其是關於一種粉末固著積層法中之造形用材料、功能劑、造形製品及製品。

### 【先前技術】

【0002】 先前有形成三維製品之橫截面部分，然後使各橫截面區域於層方向集合，而製造鑄模之方法。於該方法中，各橫截面區域係對粒狀材料使用供給水性流體之噴墨印刷頭而形成，該粒狀材料包含鑄造砂及作為其黏合劑發揮功能之含有大量礦物石膏之硬膏。此種鑄模製造方法被稱為粉末固著積層法(專利文獻1)。

### 【0003】

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻1]日本專利特開2002-528375號公報

### 【發明內容】

### 【0004】

[發明所欲解決之問題]

此處，石膏被以1000°C左右之溫度加熱後，作為石膏之主成分之硫酸鈣熱分解，而產生亞硫酸氣體。因此，對於引用文獻1中揭示之技術而言，於以熔點超過1000°C之材料(例如，高熔點金屬)為鑄件材料之情形

時，澆注溫度超過1400°C，熔液與鑄模接觸時，鑄模過熱，而產生亞硫酸氣體等。結果，於鑄件產生氣泡蜂窩等缺陷。因此，實際上，能夠對使用石膏製造之鑄模使用之鑄件材料為低熔點金屬且澆注溫度為1000°C左右以下之限定的金屬材料。

**【0005】** 因此，本發明之課題在於提供一種即便為如熔液溫度超過1400°C之高熔點金屬亦能夠進行澆注之粉末固著積層法中之造形用材料、及使用其製造之造形製品(例如，鑄模)、進而將該造形製品用作成形模具而製造之製品(例如，鑄件)。

**【0006】**

[解決問題之技術手段]

為了解決上述課題，本發明係包含骨材及使該骨材相互黏結之黏合劑之粉狀前驅物的粉末固著積層法中之造形用材料，且上述骨材為人工鑄砂，上述粉狀前驅物包含硬化成分及硬化促進成分。

**【0007】** 即，根據本發明之一實施形態，藉由採用代替石膏之硬化成分及有助於速硬性之硬化促進成分，能夠製造即便澆注如熔液溫度超過1400°C之高熔點金屬等亦可耐受該溫度之造形製品。

**【0008】** 本發明之一實施形態中之粉狀前驅物可包含波特蘭水泥、氧化鋁水泥、速硬水泥、磷酸水泥、水玻璃、磷酸化合物、金屬烷氧化物材料、硫酸鋁、硫酸氧化鎂等硫酸鹽、包含聚氯化鋁之氯化物中之至少一者作為硬化成分，及/或亦可包含矽灰、氧化鎂超微粉及/或耐熱性樹脂作為功能性成分。硬化促進成分只要具有促進硬化成分之硬化之功能，則並無特別限定。作為硬化促進成分，較佳為鋰鹽或生石灰。作為鋰鹽，可列舉碳酸鋰、碳酸氫鋰、硝酸鋰、硫酸鋰、磷酸鋰、草酸鋰等，該等可單獨

使用或併用而使用。就獲取性、穩定性等之觀點而言，較佳為碳酸鋰。

【0009】又，本發明之一實施形態中之鑄砂亦可包含 $ZrO_2$ 及/或 $Al_2O_3$ ：75~97重量%、 $SiO_2$ ：2~25重量%作為化學成分。

【0010】此外，本發明之一實施形態中之功能劑亦可與上述造形用材料一起使用使上述粉狀前驅物變質成黏合劑，進而亦可包含防腐劑、消泡劑、乾燥劑中之至少一種。

【0011】再者，使用本發明之一實施形態中之造形用材料製造之造形製品(例如，鑄模)、進而將該造形製品用作成形模具而製造之製品(例如，鑄件)亦包含於本發明之技術範圍內。

#### 【實施方式】

【0012】以下，對本發明之實施形態進行說明。本實施形態之造形用材料及功能劑係採用粉末固著積層法之快速成型之立體造形物製造裝置所使用者。立體造形物製造裝置例如可使用3D Systems公司之SpectrumZ310-3D印表機、CMET公司之SCM-800。

#### 【0013】

##### 1. 造形用材料

本實施形態之造形用材料係可於粉末固著積層法中較佳地使用。該造形用材料具備平均徑為 $5\ \mu m \sim 200\ \mu m$ 之骨材。骨材之平均徑未必需要設為該範圍，但該範圍內之大小之骨材具有能夠適當實現積層造形之優點。若造形用材料之平均徑過大，則有因成形物之表面粗糙度增大而難以獲得精密之造型體之虞。另一方面，若造形用材料之平均徑過小，則有產生骨材之流動性變差，又，難以精確排出所需量等問題之虞。就此種觀點而言，造形用材料之平均徑較理想為 $10\ \mu m \sim 100\ \mu m$ ，更理想為 $20\ \mu m \sim$

75  $\mu\text{m}$ 。再者，於本說明書中，平均徑係指雷射繞射式粒度計之值。

【0014】於使用本實施形態之造形用材料製造鑄模之情形時，考慮採用鑄砂作為骨材。考慮到鑄件表面之品質及澆注熔融金屬時產生之氣體之透氣性，鑄砂之平均徑較佳為20  $\mu\text{m}$ ～75  $\mu\text{m}$ 。

【0015】就成分之觀點而言，鑄砂可為天然鑄砂，亦可為陶瓷等人工鑄砂。其中，就平均徑之大小無偏差、低熱膨脹化、可獲得粉狀前驅物之高填充性之方面而言，較佳為人工鑄砂。尤其是，人工鑄砂因接近真球形，故具有容易與下述粉狀前驅物混合之效果。

【0016】不過，即便為天然鑄砂，亦只要使用例如10  $\mu\text{m}$ ～90  $\mu\text{m}$ 篩孔、較佳為20  $\mu\text{m}$ ～70  $\mu\text{m}$ 篩孔之篩器，僅篩選出所需之粒徑者進行使用即可。又，關於形狀，使用篩器進行篩分所得者若使用各種形狀者則具有因石垣效果而容易與下述粉狀前驅物混合之效果，而且一般較為價廉，因此只要根據鑄件之用途等，區分使用天然鑄砂與人工鑄砂即可。

【0017】又，鑄砂不僅可使用新砂，亦可使用再生砂。鑄砂若使用各種粒徑者則具有因石垣效果而容易與下述粉狀前驅物混合之效果。因此，根據該觀點，較佳為擴大粒徑分佈，因此使用新砂與再生砂之混合砂亦為方法之一。此外，使用天然鑄砂與人工鑄砂之混合砂亦為方法之一。

【0018】關於本實施形態中較佳地使用之鑄砂，作為市售品，可使用FINE-Bz(AGC Ceramics公司製造)、LUNAMOS(Kao Quaker公司製造)、AR SAND(群榮化學工業公司製造)、NAIGAI CERABEADS(ITOCHU CERATECH公司製造)、鋯砂(Zircon Sand)、鉻砂(Chromite Sand)、ESPEARL(山川產業公司製造)、球狀二氧化矽、加工成球狀之矽砂等。

【0019】鑄砂係用於藉由使高溫用熔融物凝固而生產之鑄件用途，因此期望耐火度、熱導率更高。就該觀點而言，FINE-Bz可謂最佳，其由鋼玉構成，氧化鋁含量較高，純度較高。又，FINE-Bz係具有高耐火度、高熱導率且含有 $ZrO_2$ 及/或 $Al_2O_3$ ：75~97重量%、 $SiO_2$ ：2~25重量%作為化學成分之耐火物粒子，藉由溶解、急冷法生產之球狀粒子具有光滑之表面，因此亦有具有較高之成形強度之優點。

【0020】又，本實施形態之造形用材料具備至少包含硬化成分及碳酸鋰等硬化促進成分之粉狀前驅物。該粉狀前驅物例如可製成相對大量之氧化鋁水泥等硬化成分與相對少量之碳酸鋰( $Li_2CO_3$ )等硬化促進成分之混合物。此處所謂之相對少量係指相對於造形用材料整體，較佳為0.05重量%以上，更佳為0.1重量%以上，進而較佳為0.5重量%以上。另一方面，較佳為6重量%以下，更佳為4重量%以下，進而較佳為2重量%以下。例如，相對少量係指0.05~6重量%左右之情形。又，相對多量係指相對於造形用材料整體，較佳為7重量%以上，更佳為10重量%以上，進而較佳為12重量%以上。另一方面，較佳為30重量%以下，更佳為25重量%以下，進而較佳為18重量%以下。

【0021】又，此處示出粉狀前驅物將硬化促進成分設為碳酸鋰且包含氧化鋁水泥作為硬化成分之例，但硬化成分未必限定於氧化鋁水泥。作為氧化鋁水泥以外之硬化成分，可例示波特蘭水泥、速硬水泥、磷酸水泥等各種水泥材料、磷酸化合物、水玻璃、利用溶膠凝膠法之陶瓷之製造法等所使用之金屬烷氧化物材料、硫酸鋁、硫酸氧化鎂等硫酸鹽、包含聚氯化鋁之氯化物，該等可單獨使用或可使用包含氧化鋁水泥在內之該等之混合物。

【0022】又，粉狀前驅物亦可進而包含各種功能性成分以賦予耐熱性或強度等功能性。作為功能性成分，可列舉矽灰、氧化鎂超微粉(平均徑10  $\mu\text{m}$ 以下)、具備耐熱性之樹脂材料等。

【0023】進而，此處所謂之耐熱性，就鑄件之製造而言，係指於將鑄件材料澆注至鑄模時，滿足於鑄件材料與鑄模之接觸面形成所需之外殼之條件者。因此，需注意粉狀前驅物之熔點未必必須超過1400°C。

【0024】此處，先對粉狀前驅物進行補充。首先，基於防止氣體缺陷之觀點，較佳為使用未含石膏成分之水泥。作為此種水泥之典型例，可列舉氧化鋁水泥。氧化鋁水泥進而如上述般亦具有耐熱性等優點，故而較佳。但是，本案申請時所存在之氧化鋁水泥就硬化速度之方面而言較其他速硬性水泥差。

【0025】另一方面，亦存在提昇鑄件表面之解像度之要求。因此，本發明人等經歷了考慮要使用速硬性優異之水泥而欲在以往水泥中找到所需之水泥之過程。

【0026】然而，包含有石膏成分之水泥不可否認會產生輕微之氣體缺陷，雖與先前技術相比可謂獲得顯著之效果，但尚存在改善之餘地。

【0027】根據以上之考察，於本實施形態中，可謂要使用滿足以下條件者作為粉狀前驅物，即，除具有耐熱性以外，無石膏成分，且速硬性優異，但此種物質於本案申請時不存在。

【0028】本發明人等查明為了進一步抑制氣體缺陷之產生，較佳為使用完全無石膏成分之氧化鋁水泥。即，查明本實施形態之粉狀前驅物藉由使用相對於硬化成分混合有碳酸鋰等硬化促進成分者，而能夠提供一種具有速硬性及耐熱性且能夠大幅抑制氣體缺陷之造形用材料。

【0029】再者，關於水泥，勃氏比表面積值越大，則水泥之粒徑越小，越容易促進水合反應，滲透量亦減少，又，勃氏比表面積值越大，則初始強度越大。因此，於本實施形態之情形時，可謂採用之水泥之勃氏比表面積值越大越佳。例如，波特蘭水泥之勃氏比表面積值為 $2500\text{ cm}^2/\text{g}$ 左右，速硬水泥為 $4000\text{ cm}^2/\text{g}$ 左右，氧化鋁水泥為 $4600\text{ cm}^2/\text{g}$ 左右。再者，勃氏比表面積值係使用JIS R5201中規定之勃氏透氣裝置進行測定。

【0030】根據此種理由，該等例示者之中，可謂最佳為採納氧化鋁水泥，但需注意並不排除使用速硬水泥或波特蘭水泥等水泥。

【0031】進而，於造形用材料中，亦可混合各種調整劑。作為此處所謂之調整劑，例如可列舉於如下述般對造形用材料進行功能劑噴霧時抑制功能劑之過剩量浸染至其應進行噴霧之位置之周邊者。若使用此種調整劑，則能夠提昇鑄模之解像度，甚至能夠實現鑄件表面之高品質化。

【0032】又，若使用此種調整劑，則根據功能劑之種類，能夠減少因其過剩量之存在而於澆注熔融金屬時產生之氣體。因此，能夠抑制氣體缺陷。調整劑只要選擇與鑄砂或粉狀前驅物之種類對應者即可。

【0033】例如，於粉狀前驅物為水泥之情形時，使用水作為功能劑本體，於該情形時，可調配矽酸鈉、聚乙烯醇(PVA)、羧甲基纖維素(CMC)、糊精或該等之混合物作為調整劑。藉此，作為功能劑本體之水之過剩量被矽酸鈉等吸收。再者，只要根據鑄砂之粒徑之大小適當選擇調整劑之調配比率即可。

【0034】若例示鑄砂與粉狀前驅物之混合比率，則鑄砂：粉狀前驅物之比率較佳為大致為65～95重量%：5～35重量%。例如，於使用Kao Quaker公司製造之LUNAMOS(商品名)作為鑄砂且使用氧化鋁水泥(硬化

成分)及碳酸鋰(硬化促進成分)作為粉狀前驅物之情形時，只要以鑄砂(LUNAMOS)：粉狀前驅物(氧化鋁水泥+碳酸鋰)之比率大致為65%~75重量%：25~35重量%之比率進行混合即可。於使用AGC Ceramics公司之FINE-Bz(商品名)作為鑄砂且使用氧化鋁水泥(硬化成分)及碳酸鋰(硬化促進成分)作為粉狀前驅物之情形時，只要以鑄砂(FINE-Bz)：粉狀前驅物(氧化鋁水泥+碳酸鋰)之比率大致為80~95重量%：5~20重量%之比率進行混合即可。

【0035】又，於在造型用材料中包含調整劑之情形時，構成粉狀前驅物之硬化成分、硬化促進成分及調整劑之混合比率亦依據該等之成分條件，較佳為相對於造型用材料整體，大致為硬化成分：5~35重量%、硬化促進成分：0.1~6重量%、調整劑：1~5重量%。於該情形時，鑄砂較佳為設為54~93.9重量%。於構成粉狀前驅物之硬化成分為氧化鋁水泥且硬化促進成分為碳酸鋰之情形時，氧化鋁水泥、碳酸鋰及調整劑之混合比率亦依據該等之成分條件，較佳為相對於造型用材料整體，大致為氧化鋁水泥：5~30重量%、碳酸鋰：0.1~5重量%、及調整劑：1~4重量%。於該情形時，鑄砂較佳為設為61~93.9重量%。若以通用者為例，則於使用AGC Ceramics公司之Asahi氧化鋁水泥1號作為氧化鋁水泥且使用Kishida Chemical公司製造之碳酸鋰或Honjo Chemical等作為碳酸鋰之情形時，相對於造型用材料整體，氧化鋁水泥、碳酸鋰、及調整劑大致設為5~25重量%、0.1~3重量%、及1~3重量%即可。於該情形時，鑄砂較佳為設為69~93.9重量%。

【0036】再者，調整劑之上述例示中亦包含有機系物質，但有機系物質會導致氣體產生，因此於採用有機系物質之調整劑之情形時，相對於

造形用材料整體，應不超過例如2重量%。

【0037】造形用材料之製造方法並無限定，只要將骨材、粉狀前驅物及調整劑充分攪拌即可。因此，例如於製造約100 kg之造形用材料之情形時，準備骨材約68.0 kg、粉狀前驅物約29.0 kg、及調整劑約1.0 kg，將該等放於攪拌器中適當攪拌即可。

### 【0038】

## 2.功能劑

本實施形態之功能劑只要為使粉狀前驅物變質為黏合劑以使造形用材料之鑄砂相互黏結者即可。因此，關於功能劑，例如於使用水泥作為粉狀前驅物之情形時，可設為包含水者，於使用樹脂之情形時，可設為使該樹脂硬化者(例如，水系樹脂硬化劑)。不過，於使用樹脂之情形時，亦可附加樹脂硬化用之能量(例如，熱或紫外線)代替來自噴嘴之水系樹脂硬化劑等之噴霧。

【0039】此處，於使用水泥作為粉狀前驅物之情形時，原理上僅將水用作用以變質為黏合劑之功能劑即可。然而，存在因水與其噴霧機構(噴嘴頭)之間之摩擦使該噴霧機構發熱之情況，於使用上述各種陶瓷系之材料作為粉狀前驅物之情形時，亦有可能產生相同之問題。因此，為了應對該發熱，可於功能劑中混合抑制溫度上升之抑制劑及/或調整功能劑本體之表面張力之界面活性劑。

【0040】抑制劑及/或界面活性劑相對於功能劑本體之混合比率較佳為功能劑本體為90~95容量%、抑制劑為4~10容量%、界面活性劑為1~2容量%。例如，於使用水泥作為粉狀前驅物且使用Hewlett Packard公司之Cartridge Hp11作為噴霧機構之情形時，將作為功能劑本體之水設為90

容量%~95容量%(例如94容量%)，將作為抑制劑之甘油設為4~10容量%(例如5容量%)，將界面活性劑設為1~2容量%(例如1容量%)即可。進而，考慮到保存性、作業性等，亦可於該功能劑中選擇性地包含防腐劑、消泡劑、乾燥劑等。於該情形時，以於功能劑中各自成為5容量%以下之方式進行添加即可。

**【0041】** 如以上所說明般，於本實施形態中，選擇代替石膏之粉狀前驅物構成粉末固著積層法中之造形用材料。因此，能夠獲得即便澆注如熔點超過1400°C般之高熔點金屬亦可耐受該溫度之鑄模。

再者，具有於製成鑄模等造形品時藉由於減壓槽內等之減壓下含浸膠體二氧化矽等能夠提昇造形品之強度或防止熔液向不必要之部位浸透等優點。於含浸膠體二氧化矽之情形時，較佳為其後以400~1200°C進行煨燒。

**【0042】** 於本實施形態中，主要以製造鑄模之情形為例進行了說明，但不僅可製造鑄模，亦可製造其他成形模具，例如亦可製造使用樹脂系、玻璃系或橡膠系等之流動硬化性材料之成形模具。

**【0043】**

[實施例]

以下，對本發明之實施例之造形用材料進行說明。再者，實施例1~實施例4之造形用材料係相互變更鑄砂與碳酸鋰之比率而成者。又，實施例5~實施例7之造形用材料係相互變更碳酸鋰之種類而成者。進而，實施例8~實施例12之造形用材料係與實施例1~實施例7之造形用材料相比變更骨材之種類並且變更鑄砂與碳酸鋰之比率而成者。進而，實施例13~實施例16之造形用材料係與實施例1之造形用材料相比變更骨材之種類及粉

狀前驅物之硬化成分之種類並且變更鑄砂與粉狀前驅物之硬化成分之比率而成者。再者，有關各實施例及比較例之硬化結果係複數次測定之平均值。

**【0044】**

(實施例1)

藉由充分攪拌以下之成分而製造實施例1之造形用材料。

骨材(鑄砂)：Kao Quaker公司製造之LUNAMOS約70.0重量%

粉狀前驅物之氧化鋁水泥：Asahi氧化鋁水泥1號約28.0重量%

粉狀前驅物之碳酸鋰：Kishida Chemical公司製造之碳酸鋰(特級500g)約1.0重量%

調整劑：日本合成化學工業公司製造之Gohsenol約1.0重量%

**【0045】**

(比較例1)

藉由充分攪拌以下之成分而製造比較例1之造形用材料。

骨材(鑄砂)：Kao Quaker公司製造之LUNAMOS約71.0重量%

粉狀前驅物之氧化鋁水泥：Asahi氧化鋁水泥1號約28.0重量%

粉狀前驅物之碳酸鋰：無

調整劑：日本合成化學工業公司製造之Gohsenol約1.0重量%

**【0046】** 將實施例1之造型用材料放入至培養皿中，對此，將吸管之上部打開而逐滴自然滴加5 ml之水，對硬化效果進行驗證，結果獲得以下之結果。

水向造形用材料之浸透時間：約30秒

造形用材料之硬化開始時間：約3分鐘

造形用材料之硬化開始後之硬度(利用NAKAYAMA公司之硬度計NK-403進行測定。以下相同)：

10分鐘後：約90

30分鐘後：約95

90分鐘後：約95

造形用材料之硬化部分之重量：約35 g

造形用材料之硬化部分之厚度：約6.5 mm

造形用材料之硬化部分之體積：約14.9 cm<sup>3</sup>

【0047】此處，水向造形用材料之浸透時間較佳為數十秒～數分鐘。再者，關於水向造形用材料之浸透時間，滴加結束後，目視測定直至水滴自材料表面消失之時間。又，造形用材料之硬化開始時間係指以竹簽等刺插硬化效果測定對象，朝固化開始變化，能夠明確判斷為並非為粉體時之時間。並且，關於造形用材料之硬化開始後之硬度，一般而言，較佳為水浸透至氧化鋁水泥而使氧化鋁水泥開始硬化後，硬度很快成為90以上。硬度90以上之理由係依據硬化後之造形用材料之操作容易性之觀點。

【0048】又，造形用材料之硬化部分之厚度較佳為約7.5 mm以下，更佳為約7.0 mm以下。再者，造形用材料之硬化部分之重量亦依據骨材與氧化鋁水泥之混合比率，若與作為3D Systems公司之SpectrumZ310-3D印表機之正品之造形用材料對應，則較佳為落在約20 g～約40 g之範圍，又，造形用材料之硬化部分之體積同樣地較佳為落在約9.0 cm<sup>3</sup>～約18.0 cm<sup>3</sup>之範圍。各實施例及各比較例之造形用材料於造形用材料之硬化部分之重量及體積之方面全部滿足該數值。再者，硬化部分之厚度、重量、體積係於滴加水後，放置5小時以上，充分硬化後，以如下方式測

得。厚度係使用規尺以目視計測，重量係對硬化部分進行重量計測，體積係測定經去除硬化部分之(非硬化)殘留部分之體積，將其自硬化前之填充體積減去而算出。

**【0049】** 關於實施例1之造形用材料，至硬化開始需約3分鐘，經過10分鐘後，硬度能夠達成約90，造形用材料之硬化部分之重量、厚度、體積亦滿足上述對應之各條件，因此可評價為良好之造形用材料。

**【0050】** 另一方面，將比較例1之造形用材料放入至培養皿中，對此，與實施例1同樣地滴加水，對硬化效果進行驗證，結果獲得以下之結果。

水向造形用材料之浸透時間：約30秒

滴加水後之造形用材料之硬化開始時間：約17.5分鐘

造形用材料之硬化開始後之硬度：

10分鐘後：未硬化

30分鐘後：約75

90分鐘後：約90

造形用材料之硬化部分之重量：約34.5 g

造形用材料之硬化部分之厚度：約6.2 mm

造形用材料之硬化部分之體積：約14.5 cm<sup>3</sup>

**【0051】** 關於比較例1之造形用材料，造形用材料之硬化部分之重量、厚度、體積滿足上述對應之各條件，但至硬化開始需要約17.5分鐘，之後要經過90分鐘後，硬度才能夠達成約90。

**【0052】** 又，對比實施例1之造形用材料與比較例1之造形用材料可知，實施例1之造形用材料之滴加水後之造形用材料之硬化開始時間縮短

至約1/6，用以獲得約90之硬度之時間縮短至約1/9。

**【0053】**

(實施例2)

實施例2之造形用材料係藉由與實施例1之造型用材料相比將骨材減少約0.5重量%並且將粉狀前驅物之碳酸鋰增加約0.5重量%而製造者。其他條件與實施例1之情形相同。

**【0054】** 以與實施例1之情形相同之條件滴加水，對硬化效果進行驗證，結果獲得以下之結果。

水向造形用材料之浸透時間：約30秒

造形用材料之硬化開始後之硬度：約3分鐘

10分鐘後：約90

30分鐘後：約95

90分鐘後：約95

造形用材料之硬化部分之重量：約35.5 g

造形用材料之硬化部分之厚度：約5.5 mm

造形用材料之硬化部分之體積：約15.2 cm<sup>3</sup>

**【0055】** 關於實施例2之造形用材料，至硬化開始需約3分鐘，經過10分鐘後，硬度能夠達成約90，造形用材料之硬化部分之重量、厚度、體積亦滿足上述對應之各條件，因此可評價為良好之造形用材料。

**【0056】** 又，對比實施例2之造形用材料與比較例1之造形用材料可知，實施例2之造形用材料之滴加水後之造形用材料之硬化開始時間縮短至約1/6，用以獲得約90之硬度之時間縮短至約1/9。

**【0057】**

## (實施例3)

實施例3之造形用材料係藉由與實施例1之造型用材料相比將骨材減少約2.0重量%並且將粉狀前驅物之碳酸鋰增加約2.0重量%而製造者。其他條件與實施例1之情形相同。

**【0058】** 以與實施例1之情形相同之條件進行滴加，對硬化效果進行驗證，結果獲得以下之結果。

水向造形用材料之浸透時間：約45秒

造形用材料之硬化開始後之硬度：約2.5分鐘

10分鐘後：約90

30分鐘後：約95

90分鐘後：約95

造形用材料之硬化部分之重量：約36.5 g

造形用材料之硬化部分之厚度：約6.0 mm

造形用材料之硬化部分之體積：約15.7 cm<sup>3</sup>

**【0059】** 關於實施例3之造形用材料，至硬化開始需約2.5分鐘，經過10分鐘後，硬度能夠達成約90，造形用材料之硬化部分之重量、厚度、體積亦滿足上述對應之各條件，因此可評價為良好之造形用材料。

**【0060】** 又，對比實施例3之造形用材料與比較例1之造形用材料可知，實施例3之造形用材料之滴加水後之造形用材料之硬化開始時間縮短至約1/7，用以獲得約90之硬度之時間縮短至約1/9。

**【0061】**

## (實施例4)

又，實施例4之造形用材料係藉由與實施例1之造型用材料相比將骨

材減少約5.0重量%並且將粉狀前驅物之碳酸鋰增加約5.0重量%而製造者。其他條件與實施例1之情形相同。

**【0062】** 以與實施例1之情形相同之條件進行滴加，對硬化效果進行驗證，結果獲得以下之結果。

水向造形用材料之浸透時間：約45秒

造形用材料之硬化開始後之硬度：約2.2分鐘

10分鐘後：約90

30分鐘後：約95

90分鐘後：約95

造形用材料之硬化部分之重量：約34.0 g

造形用材料之硬化部分之厚度：約6.0 mm

造形用材料之硬化部分之體積：約14.5 cm<sup>3</sup>

**【0063】** 關於實施例4之造形用材料，至硬化開始需約2.2分鐘，經過10分鐘後，硬度能夠達成約90，造形用材料之硬化部分之重量、厚度、體積亦滿足上述對應之各條件，因此可評價為良好之造形用材料。

**【0064】** 又，對比實施例4之造形用材料與比較例1之造形用材料可知，實施例4之造形用材料之滴加水後之造形用材料之硬化開始時間縮短至約1/8，用以獲得約90之硬度之時間縮短至約1/9。

**【0065】** 彙總實施例1～實施例4之硬化效果之考察結果可知，如實施例1之造形用材料般，僅藉由混合僅約1.0重量%之碳酸鋰，便可獲得所需之硬度。又，可知即便碳酸鋰之混合量如實施例4般為約6.0重量%，亦可獲得所需之硬化結果，只要至少於該範圍內進行混合即可。

**【0066】** 可知，如上述般，僅藉由混合僅約1.0重量%之碳酸鋰，便

可獲得所需之硬度，因此於實施例5～實施例7中，混合約1.0重量%之碳酸鋰並變更碳酸鋰之種類。

**【0067】**

(實施例5)

藉由充分攪拌以下之成分而製造實施例5之造形用材料。

骨材(鑄砂)：Kao Quaker公司製造之LUNAMOS約70.5重量%

粉狀前驅物之氧化鋁水泥：Asahi氧化鋁水泥1號約27.0重量%

粉狀前驅物之碳酸鋰：Honjo Chemical公司製造之高純度碳酸鋰(4N：純度99.99%)約1.0重量%

調整劑：日本合成化學工業公司製造之Gohsenol約1.5重量%

**【0068】** 以與實施例1之情形相同之條件進行滴加，對硬化效果進行驗證，結果獲得以下之結果。

水向造形用材料之浸透時間：約60秒

造形用材料之硬化開始時間：約2.5分鐘

造形用材料之硬化開始後之硬度：

5分鐘後：約80

10分鐘後：約90

30分鐘後：約95

造形用材料之硬化部分之重量：約31.5 g

造形用材料之硬化部分之厚度：約5.4 mm

造形用材料之硬化部分之體積：約13.1 cm<sup>3</sup>

**【0069】** 關於實施例5之造形用材料，至硬化開始需約2.5分鐘，經過10分鐘後，硬度能夠達成約90，造形用材料之硬化部分之重量、厚

度、體積亦滿足上述對應之各條件，因此可評價為良好之造形用材料。

【0070】 對比實施例5之造形用材料與比較例1之造形用材料可知，實施例5之造形用材料之滴加水後之造形用材料之硬化開始時間縮短至約1/7，用以獲得約90之硬度之時間縮短至約1/9。

【0071】

(實施例6)

藉由充分攪拌以下之成分而製造實施例6之造形用材料。

骨材(鑄砂)：Kao Quaker公司製造之LUNAMOS約70.5重量%

粉狀前驅物之氧化鋁水泥：Asahi氧化鋁水泥1號約27.0重量%

粉狀前驅物之碳酸鋰：Honjo Chemical公司製造之高純度碳酸鋰(工業用-3633：純度99.60%)約1.0重量%

調整劑：日本合成化學工業公司製造之Gohsenol約1.5重量%

【0072】 以與實施例1之情形相同之條件進行滴加，對硬化效果進行驗證，結果獲得以下之結果。

水向造形用材料之浸透時間：約100秒

造形用材料之硬化開始時間：約2.8分鐘

造形用材料之硬化開始後之硬度：

5分鐘後：約73

10分鐘後：約85

30分鐘後：約95

造形用材料之硬化部分之重量：約29.0 g

造形用材料之硬化部分之厚度：約5.2 mm

造形用材料之硬化部分之體積：約11.8 cm<sup>3</sup>

【0073】關於實施例6之造形用材料，至硬化開始需約2.8分鐘，經過大約20分鐘後，硬度能夠達成約90，造形用材料之硬化部分之重量、厚度、體積亦滿足上述對應之各條件，因此可評價為良好之造形用材料。

【0074】對比實施例6之造形用材料與比較例1之造形用材料可知，實施例6之造形用材料之滴加水後之造形用材料之硬化開始時間縮短至約1/6，用以獲得約90之硬度之時間縮短至約1/5。

【0075】

(實施例7)

藉由充分攪拌以下之成分而製造實施例7之造形用材料。

骨材(鑄砂)：Kao Quaker公司製造之LUNAMOS約70.5重量%

粉狀前驅物之氧化鋁水泥：Asahi氧化鋁水泥1號約27.0重量%

粉狀前驅物之碳酸鋰：Honjo Chemical公司製造之高純度碳酸鋰(UF-300：純度99.60%)約1.0重量%

調整劑：日本合成化學工業公司製造之Gohsenol約1.5重量%

【0076】以與實施例1之情形相同之條件進行滴加，對硬化效果進行驗證，結果獲得以下之結果。

水向造形用材料之浸透時間：約60秒

造形用材料之硬化開始時間：約2.0分鐘

造形用材料之硬化開始後之硬度：

5分鐘後：約90

10分鐘後：約95

30分鐘後：約95

造形用材料之硬化部分之重量：約31.5 g

造形用材料之硬化部分之厚度：約5.0 mm

造形用材料之硬化部分之體積：約13.1 cm<sup>3</sup>

【0077】關於實施例7之造形用材料，至硬化開始需約2.0分鐘，經過5分鐘後，硬度能夠達成約90，造形用材料之硬化部分之重量、厚度、體積亦滿足上述對應之各條件，因此可評價為良好之造形用材料。

【0078】對比實施例7之造形用材料與比較例1之造形用材料可知，實施例7之造形用材料之滴加水後之造形用材料之硬化開始時間縮短至約1/9，用以獲得約90之硬度之時間縮短至約1/18。

【0079】彙總實施例5～實施例7之硬化效果之考察結果可知，根據碳酸鋰之種類不同，於造形用材料之硬化開始後，硬度達到例如約90所需之時間不同。

【0080】其中，關於使用何種碳酸鋰可謂較好，存在微粉/顆粒之差異、粒徑之差異等，僅觀察該硬化效果未必明確。不過，實施例7之造型用材料於造形用材料之硬化開始時間、及造形用材料之硬化開始後之硬度之方面可謂最優異。

【0081】因此，於下述實施例8～實施例11中，使用實施例7所使用之Honjo Chemical公司製造之高純度碳酸鋰(UF-300：純度99.60%)，且變更鑄砂與碳酸鋰之比率。

【0082】再者，嘗試了使用實施例7之造形用材料，利用3D Systems公司之SpectrumZ310-3D印表機進行成形實驗。具體而言，成形時間結束後，每隔特定時間測定壓縮強度，確認藉由調配碳酸鋰所引起之迅速硬化之程度。

【0083】首先，關於實施例7之造形用材料，可確認於成形時間結束

後之熟化時間為約3.5小時之時點，成形品之壓力強度為 $9.3 \text{ kg}^f/\text{cm}^2$ ，遠遠超過作為鑄模領域之成形品被認為是充分之壓力強度之 $7.0 \text{ kg}^f/\text{cm}^2$ 。

【0084】 其後，於成形時間結束後之熟化時間為約4.0小時、約5.0小時、約6.0小時、約7.0小時、約24.0小時之各時點進行壓力強度之計測，結果分別為約 $10.1 \text{ kg}^f/\text{cm}^2$ 、約 $9.9 \text{ kg}^f/\text{cm}^2$ 、約 $9.2 \text{ kg}^f/\text{cm}^2$ 、約 $9.8 \text{ kg}^f/\text{cm}^2$ 、約 $10.0 \text{ kg}^f/\text{cm}^2$ 。

【0085】 此處，關於比較例1之造型用材料，為了獲得 $9.3 \text{ kg}^f/\text{cm}^2$ 左右之壓力強度，成形時間結束後之熟化時間必須為約10小時左右，因此可知與比較例1相比，實施例7之造型用材料以1/3左右之時間獲得相同程度之壓力強度，而獲得迅速之硬化時間。

#### 【0086】

(實施例8)

藉由充分攪拌以下之成分而製造實施例8之造形用材料。

骨材(鑄砂)：AGC Ceramics公司製造之FINE-Bz約83.0重量%

粉狀前驅物之氧化鋁水泥：Asahi氧化鋁水泥1號約15.0重量%

粉狀前驅物之碳酸鋰：Honjo Chemical公司製造之高純度碳酸鋰(UF-300：純度99.60%)約0.5重量%

調整劑：日本合成化學工業公司製造之Gohsenol約1.5重量%

【0087】 以與實施例1之情形相同之條件進行滴加，對硬化效果進行驗證，結果獲得以下之結果。

水向造形用材料之浸透時間：約37秒

造形用材料之硬化開始時間：約5.8分鐘

造形用材料之硬化開始後之硬度：

8分鐘後：約90

10分鐘後：約90

12分鐘後：約95

30分鐘後：約95

造形用材料之硬化部分之重量：約26.3 g

造形用材料之硬化部分之厚度：約6.0 mm

造形用材料之硬化部分之體積：約12.7 cm<sup>3</sup>

【0088】關於實施例8之造形用材料，至硬化開始需約5.8分鐘，經過8分鐘後，硬度能夠達成約90，造形用材料之硬化部分之重量、厚度、體積亦滿足上述對應之各條件，因此可評價為良好之造形用材料。

【0089】對比實施例8之造形用材料與比較例1之造形用材料可知，實施例8之造形用材料之滴加水後之造形用材料之硬化開始時間縮短至約1/3，用以獲得約90之硬度之時間縮短至約1/11。

【0090】

(比較例2)

藉由充分攪拌以下之成分而製造比較例2之造形用材料。

骨材(鑄砂)：AGC Ceramics公司製造之FINE-Bz約83.5重量%

粉狀前驅物之氧化鋁水泥：Asahi氧化鋁水泥1號約15.0重量%

粉狀前驅物之碳酸鋰：無

調整劑：日本合成化學工業公司製造之Gohsenol約1.5重量%

【0091】以與實施例1之情形相同之條件進行滴加，對硬化效果進行驗證，結果獲得以下之結果。

水向造形用材料之浸透時間：約43秒

滴加水後之造形用材料之硬化開始時間：約23.6分鐘

造形用材料之硬化開始後之硬度：

60分鐘後：約90

造形用材料之硬化部分之重量：約25.1 g

造形用材料之硬化部分之厚度：約6.4 mm

造形用材料之硬化部分之體積：約11.8 cm<sup>3</sup>

【0092】 對比實施例8之造形用材料與比較例2之造形用材料可知，實施例8之造形用材料之滴加水後之造形用材料之硬化開始時間縮短至約1/4，用以獲得約90之硬度之時間縮短至約1/8。

【0093】

(實施例9)

實施例9之造形用材料係藉由與實施例8之造型用材料相比將骨材減少約0.5重量%並且將粉狀前驅物之碳酸鋰增加約0.5重量%而製造者。其他條件與實施例8之情形相同。

【0094】 以與實施例1之情形相同之條件進行滴加，對硬化效果進行驗證，結果獲得以下之結果。

水向造形用材料之浸透時間：約30秒

造形用材料之硬化開始時間：約2.9分鐘

造形用材料之硬化開始後之硬度：

5分鐘後：約90

8分鐘後：約90

10分鐘後：約95

12分鐘後：約95

30分鐘後：約95

造形用材料之硬化部分之重量：約27.3 g

造形用材料之硬化部分之厚度：約6.2 mm

造形用材料之硬化部分之體積：約13.1 cm<sup>3</sup>

【0095】關於實施例9之造形用材料，至硬化開始需約2.9分鐘，經過5分鐘後，硬度能夠達成約90，造形用材料之硬化部分之重量、厚度、體積亦滿足上述對應之各條件，因此可評價為良好之造形用材料。

【0096】對比實施例9之造形用材料與比較例1之造形用材料可知，實施例9之造形用材料之滴加水後之造形用材料之硬化開始時間縮短至約1/6，用以獲得約90之硬度之時間縮短至約1/18。

【0097】對比實施例9之造形用材料與比較例2之造形用材料可知，實施例9之造形用材料之滴加水後之造形用材料之硬化開始時間縮短至約1/8，用以獲得約90之硬度之時間縮短至約1/12。

【0098】

(實施例10)

實施例10之造形用材料係藉由與實施例8之造型用材料相比將骨材減少約1.0重量%並且將粉狀前驅物之碳酸鋰增加約1.0重量%而製造者。其他條件與實施例8之情形相同。

【0099】以與實施例1之情形相同之條件進行滴加，對硬化效果進行驗證，結果獲得以下之結果。

水向造形用材料之浸透時間：約28秒

造形用材料之硬化開始時間：約2.5分鐘

造形用材料之硬化開始後之硬度：

5分鐘後：約90

8分鐘後：約90

10分鐘後：約95

12分鐘後：約95

30分鐘後：約95

造形用材料之硬化部分之重量：約25.7 g

造形用材料之硬化部分之厚度：約6.6 mm

造形用材料之硬化部分之體積：約12.3 cm<sup>3</sup>

**【0100】** 關於實施例10之造形用材料，至硬化開始需約2.5分鐘，經過5分鐘後，硬度能夠達成約90，造形用材料之硬化部分之重量、厚度、體積亦滿足上述對應之各條件，因此可評價為良好之造形用材料。

**【0101】** 對比實施例10之造形用材料與比較例1之造形用材料可知，實施例10之造形用材料之滴加水後之造形用材料之硬化開始時間縮短至約1/7，用以獲得約90之硬度之時間縮短至約1/18。

**【0102】** 對比實施例10之造形用材料與比較例2之造形用材料可知，實施例10之造形用材料之滴加水後之造形用材料之硬化開始時間縮短至約1/9，用以獲得約90之硬度之時間縮短至約1/12。

**【0103】**

(實施例11)

實施例11之造形用材料係藉由與實施例8之造型用材料相比將骨材減少約1.5重量%並且將粉狀前驅物之碳酸鋰增加約1.5重量%而製造者。其他條件與實施例8之情形相同。

**【0104】** 以與實施例1之情形相同之條件進行滴加，對硬化效果進行

驗證，結果獲得以下之結果。

水向造形用材料之浸透時間：約26秒

造形用材料之硬化開始時間：約2.4分鐘

造形用材料之硬化開始後之硬度：

5分鐘後：約90

8分鐘後：約90

10分鐘後：約95

12分鐘後：約95

30分鐘後：約95

造形用材料之硬化部分之重量：約26.8 g

造形用材料之硬化部分之厚度：約6.4 mm

造形用材料之硬化部分之體積：約12.8 cm<sup>3</sup>

**【0105】** 關於實施例11之造形用材料，至硬化開始需約2.4分鐘，經過5分鐘後，硬度能夠達成約90，造形用材料之硬化部分之重量、厚度、體積亦滿足上述對應之各條件，因此可評價為良好之造形用材料。

**【0106】** 對比實施例11之造形用材料與比較例1之造形用材料可知，實施例11之造形用材料之滴加水後之造形用材料之硬化開始時間縮短至約1/7，用以獲得約90之硬度之時間縮短至約1/18。

**【0107】** 對比實施例11之造形用材料與比較例2之造形用材料可知，實施例11之造形用材料之滴加水後之造形用材料之硬化開始時間縮短至約1/10，用以獲得約90之硬度之時間縮短至約1/12。

**【0108】** 彙總實施例8～實施例11之硬化效果之考察結果可知，造形用材料之硬化速度並不那麼依存於碳酸鋰之混合量。另一方面，可知造形

用材料之硬化開始時間根據碳酸鋰之混合量縮短，於碳酸鋰為0.5重量%與1.0重量%之間具有突破。不過，關於造形用材料之硬化部分之重量等條件，實施例8～實施例11中之任一者均滿足，因此可知碳酸鋰之混合量只要為0.5重量%以上即可，又，未見到因增加碳酸鋰之混合比率而特別產生不良情況之傾向，因此相對於造形用材料整體設為例如10.0重量%左右並無妨。

### 【0109】

(實施例12)

實施例12之造形用材料係藉由與實施例8之造型用材料相比將骨材增加約0.5重量%並且將粉狀前驅物之調整劑減少約0.5重量%而製造者。其他條件與實施例8之情形相同。

【0110】以與實施例1之情形相同之條件進行滴加，對硬化效果進行驗證，結果獲得以下之結果。

水向造形用材料之浸透時間：約14秒

造形用材料之硬化開始時間：約2.8分鐘

造形用材料之硬化開始後之硬度：

5分鐘後：約80

8分鐘後：約85

10分鐘後：約90

30分鐘後：約95

造形用材料之硬化部分之重量：約34.0 g

造形用材料之硬化部分之厚度：約7.3 mm

造形用材料之硬化部分之體積：約15.7 cm<sup>3</sup>

【0111】關於實施例12之造形用材料，至硬化開始需約2.8分鐘，經過10分鐘後，硬度能夠達成約90，造形用材料之硬化部分之重量、厚度、體積亦滿足上述對應之各條件，因此可評價為良好之造形用材料。

【0112】對比實施例12之造形用材料與比較例1之造形用材料可知，實施例12之造形用材料之滴加水後之造形用材料之硬化開始時間縮短至約1/6，用以獲得約90之硬度之時間縮短至約1/9。

【0113】對比實施例12之造形用材料與比較例2之造形用材料可知，實施例12之造形用材料之滴加水後之造形用材料之硬化開始時間縮短至約1/8，用以獲得約90之硬度之時間縮短至約1/6。

【0114】再者，藉由與實施例8之造型用材料相比將骨材增加約1.0重量%並且將粉狀前驅物之調整劑減少約1.0重量%而製造，結果造形用材料之硬化部分之厚度成為約9.8 mm，可知不滿足上述對應之條件。又，使調整劑為零，結果造形用材料之硬化部分之厚度成為約10.0 mm。

#### 【0115】

(實施例13)

藉由充分攪拌以下之成分而製造實施例13之造形用材料。

骨材(鑄砂)：AGC Ceramics公司製造之FINE-Bz約93.9重量%

粉狀前驅物之高鋁水泥( $\text{Al}_2\text{O}_3$ 約70重量%、CaO約28重量%)約5.0重量%、

粉狀前驅物之碳酸鋰：Kishida Chemical公司製造之碳酸鋰(特級500g)約0.1重量%

調整劑：日本合成化學工業公司製造之Gohsenol約1.0重量%

#### 【0116】

## (實施例14)

藉由充分攪拌以下之成分而製造實施例14之造形用材料。

骨材(鑄砂)：AGC Ceramics公司製造之FINE-Bz約90.9重量%

粉狀前驅物之高鋁水泥( $\text{Al}_2\text{O}_3$ 約70重量%、 $\text{CaO}$ 約28重量%)約8.0重量%、

粉狀前驅物之碳酸鋰：Kishida Chemical公司製造之碳酸鋰(特級500g)約0.1重量%

調整劑：日本合成化學工業公司製造之Gohsenol約1.0重量%

**【0117】**

## (實施例15)

藉由充分攪拌以下之成分而製造實施例15之造形用材料。

骨材(鑄砂)：AGC Ceramics公司製造之FINE-Bz約86.9重量%

粉狀前驅物之高鋁水泥( $\text{Al}_2\text{O}_3$ 約70重量%、 $\text{CaO}$ 約28重量%)約12.0重量%、

粉狀前驅物之碳酸鋰：Kishida Chemical公司製造之碳酸鋰(特級500g)約0.1重量%

調整劑：日本合成化學工業公司製造之Gohsenol約1.0重量%

**【0118】**

## (實施例16)

藉由充分攪拌以下之成分而製造實施例16之造形用材料。

骨材(鑄砂)：AGC Ceramics公司製造之FINE-Bz約83.9重量%

粉狀前驅物之高鋁水泥( $\text{Al}_2\text{O}_3$ 約70重量%、 $\text{CaO}$ 約28重量%)約15.0重量%、

粉狀前驅物之碳酸鋰：Kishida Chemical公司製造之碳酸鋰(特級500 g)約0.1重量%

調整劑：日本合成化學工業公司製造之Gohsenol約1.0重量%

【0119】 針對實施例13～16之造形用材料亦同樣地進行試驗，結果亦可確認能夠較佳地使用。

【0120】 以上詳細地且參照特定之實施態樣對本發明進行了說明，但業者當瞭解可不脫離本發明之範圍與精神而進行各種變更或修正。

本申請案係基於2017年5月19日提出申請之日本專利申請案2017-099883者，其內容作為參照被併入本文。

## 【發明申請專利範圍】

### 【第1項】

一種造形用材料，其係包含骨材及使該骨材相互黏結之黏合劑之粉狀前驅物的粉末固著積層法中之造形用材料，且

上述骨材為鑄砂，該鑄砂係包含 $ZrO_2$ 及 $Al_2O_3$ 中之至少一種75~97重量%、 $SiO_2$  2~25重量%作為化學成分之球狀耐火物粒子，

上述粉狀前驅物包含硬化成分及硬化促進成分，

上述硬化成分相對於上述造形用材料整體為18重量%以下，

上述硬化促進成分包含選自由鋰鹽及生石灰所組成群中之至少一者。

### 【第2項】

如請求項1之造形用材料，其中上述粉狀前驅物包含波特蘭水泥、氧化鋁水泥、速硬水泥、磷酸水泥、水玻璃、磷酸化合物、金屬烷氧化物材料、硫酸鹽、及包含聚氯化鋁之氯化物中之至少一者作為上述硬化成分。

### 【第3項】

如請求項1或2之造形用材料，其中上述粉狀前驅物包含矽灰、氧化鎂超微粉及/或耐熱性樹脂作為功能性成分。

### 【第4項】

一種功能劑，其與如請求項1至3中任一項之造形用材料一起使用，使上述粉狀前驅物變質為黏合劑。

### 【第5項】

如請求項4之功能劑，其進而包含防腐劑、消泡劑、乾燥劑中之至少一種。

**【第6項】**

一種造形製品，其係使用如請求項1至3中任一項之造形用材料而製造。

**【第7項】**

一種鑄件製品，其係將如請求項6之造形製品用作成形模具而製造。

**【第8項】**

如請求項1或2之造形用材料，其中上述硬化促進成分為鋰鹽，

上述鋰鹽包含選自由碳酸鋰、碳酸氫鋰、硝酸鋰、硫酸鋰、磷酸鋰及草酸鋰所組成群中之至少一者。

**【第9項】**

如請求項1或2之造形用材料，其中相對於上述造形用材料整體，上述硬化成分為5.0重量%以上。

**【第10項】**

如請求項1或2之造形用材料，其中上述硬化促進成分為鋰鹽，且包含相對於上述造形用材料整體為0.05~6重量%之上述硬化促進成分。