

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6747337号
(P6747337)

(45) 発行日 令和2年8月26日(2020.8.26)

(24) 登録日 令和2年8月11日(2020.8.11)

(51) Int.CI.

B28B 3/26 (2006.01)

F 1

B 28 B 3/26

A

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2017-33408 (P2017-33408)
 (22) 出願日 平成29年2月24日 (2017.2.24)
 (65) 公開番号 特開2018-138348 (P2018-138348A)
 (43) 公開日 平成30年9月6日 (2018.9.6)
 審査請求日 平成31年2月28日 (2019.2.28)

(73) 特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (74) 代理人 110000648
 特許業務法人あいち国際特許事務所
 (72) 発明者 永井 暢彦
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
 (72) 発明者 玉井 耕嗣
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
 審査官 今井 淳一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ハニカム構造体成形用金型及びハニカム構造体成形用金型の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

セル壁(H1)により区画された複数のセル(C)を備えるハニカム構造体(H)を押出成形するためのハニカム構造体成形用金型(1)であって、

单一の金型本体(11)と、

上記金型本体の原料供給面(12)から原料押出方向(X)に延びる複数の原料供給穴(21)を有する原料供給部(2)と、

上記複数の原料供給穴と上記金型本体内において連通すると共に、上記原料供給面と反対側の押出面(13)に開口する、格子状のスリット(31)を有するスリット部(3)と、を備え、

上記原料供給穴は、上記スリットの格子点(P)に対応して同軸的に設けられており、上記原料供給穴の上記原料押出方向の端部には、上記格子点に向けて縮径する原料絞り穴(22)と、上記原料絞り穴から外方に張り出して上記格子点に連続する上記スリットへ原料を供給案内する原料供給ガイド穴(23)が設けられると共に、

上記原料供給ガイド穴は、上記格子点に連続する上記スリットを挟んで対向する一対の面(23a、23b)の間に形成され、上記一対の面間の上記原料供給ガイド穴は、上記原料押出方向において上記格子点側へ向かうほど、上記原料絞り穴の径方向において外側へ拡がる形状を有する、ハニカム構造体成形用金型。

【請求項 2】

上記原料供給ガイド穴は、上記原料絞り穴の内周面に開口し、上記原料押出方向に延び

10

20

る原料導出用の開口部(231)と、上記格子点に連続する上記スリットに開口する原料分配用の開口部(232)とを有する、請求項1に記載のハニカム構造体成形用金型。

【請求項3】

上記原料供給穴は、上記原料供給面側の端部に、上記原料供給面側へ向けて拡径する原料供給テーパ穴を有している、請求項1又は2に記載のハニカム構造体成形用金型。

【請求項4】

上記原料供給穴、上記原料絞り穴、及び上記原料供給ガイド穴の表面は、滑らかな曲面又は平面であり、上記原料供給穴、上記原料絞り穴、及び上記原料供給ガイド穴は、滑らかに接続する、請求項1～3のいずれか1項に記載のハニカム構造体成形用金型。

【請求項5】

上記スリットは、多角形格子状であり、上記原料供給ガイド穴は、1つの上記格子点に接続して隣り合う上記格子点との間に位置する、全てのスリット溝(31a～31d)に対応して設けられる、請求項1～4のいずれか1項に記載のハニカム構造体成形用金型。

【請求項6】

請求項1～5のいずれか1項に記載のハニカム構造体成形用金型の製造方法であって、上記金型本体を上記原料押出方向に分割された多数の層の積層体とみなして、

台座(300)上に配置した金属粉末(301)の層にレーザ光(L)を照射し、上記原料供給穴及び上記スリットに対応する部位を除いて、上記金属粉末を溶融凝固させることにより、上記多数の層の1つを形成し、これを繰り返し行って、上記多数の層が順次積層された積層体の内部に、上記原料供給穴及び上記スリットが形成された上記金型本体を製造する、ハニカム構造体成形用金型の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハニカム構造体の押出成形に適したハニカム構造体成形用金型と、これを製造するためのハニカム構造体成形用金型の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車用の排ガス浄化触媒等に用いられるハニカム構造体は、一般に、筒状外皮の内側をセル壁で区画して構成され、軸方向に延びる平行な多数のセルを有する。セル壁は、例えば、矩形セル形状に対応させた格子状であり、所望のセル密度となるように格子の大きさが設定される。ハニカム構造体は、通常、格子状のスリットと、スリットに連通する原料供給穴を設けた金型を用いて、セラミックス原料を押出成形することにより製造される。金型のスリットは、例えば、格子状の放電電極を用いた放電加工によって、原料供給穴はドリル加工によって、それぞれ形成されている。

【0003】

近年、排ガス浄化触媒の早期活性化のために、ハニカム構造体のさらなる薄壁軽量化が進められている。一方、ハニカム構造体のセル壁が薄くなると、スリットへの原料の供給速度やスリットからの押出速度を均一に制御することが難しくなり、セル壁のよれや成形体の曲がりが生じやすくなる。そのため、ハニカム構造体の薄壁軽量化に限界があり、また、成形精度を高めようとすると、成形速度を低く抑える必要があり、生産性が低下する。

【0004】

特許文献1には、材料を投入するための複数の供給穴を備えた供給セクションと、材料をハニカム構造体として吐出するための吐出開口部を備えた吐出セクションと、両セクション間に配置された遷移セクションとからなるハニカム押し出しダイが開示されている。遷移セクションは、積層された複数の薄い遷移層によって形成され、各遷移層の開口部の連続によって形成される複数の導管を内蔵している。供給材料流は、導管の内部で分岐するか方向を変換し、又は断面形状を変えて、吐出セクションへ送出される。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】**【0005】****【特許文献1】特開平9-174657号公報****【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

特許文献1に開示されるハニカム押出しダイは、遷移セクションが、吐出セクションへの供給材料流を、流れの軸線と平行でない方向へ分配する機能を有して、押出圧を低減している。ところが、遷移セクションは、複数の薄い遷移層に設けた開口部を重ねることによって形成されるため、隣り合う開口部の間に段差が生じる。遷移層が薄く枚数が多いほど段差は緩和されるが、開口部の加工精度及び組付精度が高度に要求され、導管及び枝導管の内壁面の全体を滑らかな面とするのは難しい。そのため、例えば、セラミックス原料が通過する際に引掛け等が生じて、隣接する領域との成形速度差が生じる要因となり、均一な押出成形ができなくなる。

【0007】

本発明は、かかる背景に鑑みてなされたものであり、金型のスリット全体にセラミックス原料を均一に分配供給して、均一な押出成形が可能であり、薄壁軽量なハニカム構造体を成形性よく製造できるハニカム構造体成形用金型を、提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

本発明の一態様は、セル壁(H1)により区画された複数のセル(C)を備えるハニカム構造体(H)を押出成形するためのハニカム構造体成形用金型(1)であって、

单一の金型本体(11)と、

上記金型本体の原料供給面(12)から原料押出方向(X)に延びる複数の原料供給穴(21)を有する原料供給部(2)と、

上記複数の原料供給穴と上記金型本体内において連通すると共に、上記原料供給面と反対側の押出面(13)に開口する、格子状のスリット(31)を有するスリット部(3)と、を備え、

上記原料供給穴は、上記スリットの格子点(P)に対応して同軸的に設けられており、上記原料供給穴の上記原料押出方向の端部には、上記格子点に向けて縮径する原料絞り穴(22)と、上記原料絞り穴から外方に張り出して上記格子点に連続する上記スリットへ原料を供給案内する原料供給ガイド穴(23)が設けられると共に、

上記原料供給ガイド穴は、上記格子点に連続する上記スリットを挟んで対向する一対の面(23a、23b)の間に形成され、上記一対の面間の上記原料供給ガイド穴は、上記原料押出方向において上記格子点側へ向かうほど、上記原料絞り穴の径方向において外側へ拡がる形状を有する、ハニカム構造体成形用金型にある。

【0009】

本発明の他の態様は、上記ハニカム構造体成形用金型の製造方法であって、

上記金型本体を上記原料押出方向に分割された多数の層の積層体とみなして、

台座(300)上に配置した金属粉末(301)の層にレーザ光(L)を照射し、上記原料供給穴及び上記スリットに対応する部位を除いて、上記金属粉末を溶融凝固させることにより、上記多数の層の1つを形成し、これを繰り返し行って、上記多数の層が順次積層された積層体の内部に、上記原料供給穴及び上記スリットが形成された上記金型本体を製造する、ハニカム構造体成形用金型の製造方法にある。

なお、括弧内の符号は、参考のために付したものであり、本発明はこれら符号により限定されるものではない。

【発明の効果】**【0010】**

上記態様のハニカム構造体成形用金型は、原料供給穴へ供給される原料を、原料押出方向に連続する原料絞り穴において縮径しながら、スリットの格子点へ送り出す。同時に、

10

20

30

40

50

原料絞り穴の外周側の原料を、外方へ張り出す原料供給ガイド穴へ案内し、格子点に連続するスリットへ供給する。これにより、原料供給部を通過した段階で、原料がスリットのほぼ全体に分配供給されるので、スリット部において成形速度差が生じるのが抑制されて、均一な押出成形が可能になる。

【0011】

このようなハニカム構造体成形用金型は、他の態様の製造方法によって、金属粉末を溶融凝固させた多数の層の積層体として構成することができる。そして、積層体の内部に形成される原料供給穴及びスリットの表面を、滑らかな連続面とすることができます、原料供給穴と原料絞り穴、原料供給ガイド穴との接続表面も、滑らかに形成することができる。したがって、原料の流動性が向上するので、成形速度を高めることができ、生産性が向上する。10

【0012】

よって、金型のスリット全体にセラミックス原料を均一に分配供給して、均一な押出成形が可能であり、薄壁軽量なハニカム構造体を成形性よく製造できるハニカム構造体成形用金型を、提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】実施形態1における、ハニカム構造体成形用金型の概略構造を示す要部拡大斜視図。

【図2】実施形態1における、ハニカム構造体成形用金型の全体構成を示す平面図及び断面図。20

【図3】実施形態1における、ハニカム構造体成形用金型の内部形状を示す要部拡大断面図。

【図4】実施形態1における、ハニカム構造体成形用金型により製造されるハニカム構造体の全体斜視図。

【図5】実施形態1における、ハニカム構造体成形用金型のスリット部と原料供給部の構成例を示す要部拡大平面図及び断面図。

【図6】実施形態1における、ハニカム構造体成形用金型のスリット部と原料供給部の構成例を示す要部拡大斜視図。

【図7】実施形態1における、ハニカム構造体成形用金型の内部形状及び内部を通過する原料の概略形状を示す要部拡大斜視図。30

【図8】実施形態1における、ハニカム構造体成形用金型を用いたハニカム構造体の成形装置構成を示す模式的な断面図。

【図9】実施形態1における、ハニカム構造体成形用金型を用いたハニカム構造体の成形時の金型形状を示す模式的な図。

【図10】実施形態1における、ハニカム構造体成形用金型を用いたハニカム構造体の成形工程における原料の流れを説明するための模式的な要部拡大斜視図。

【図11】実施形態1における、ハニカム構造体成形用金型を用いたハニカム構造体の成形工程における原料の流れを説明するための模式的な要部拡大断面図。

【図12】従来のハニカム構造体成形用金型の構成例を示す要部拡大斜視図。40

【図13】従来のハニカム構造体成形用金型の要部拡大平面図。

【図14】実施形態1における、ハニカム構造体成形用金型を用いたハニカム構造体の成形工程における原料の流速分布を示す模式的な図。

【図15】従来のハニカム構造体成形用金型を用いたハニカム構造体の成形工程における原料の流速分布を示す模式的な図。

【図16】実施形態1における、ハニカム構造体成形用金型の製造工程を示す模式的な図。

【図17】実施形態1における、ハニカム構造体成形用金型のスリット部と原料供給部の構成例を示す要部拡大平面図及び断面図。

【図18】実施形態2における、ハニカム構造体成形用金型により製造されるハニカム構50

造体のセル形状の他の例を示す部分断面図及び要部拡大図。

【図19】実施形態3における、ハニカム構造体成形用金型により製造されるハニカム構造体のセル形状の他の例を示す部分断面図及び要部拡大図。

【図20】実施形態4における、ハニカム構造体成形用金型の他の構成例を示す全体断面図。

【図21】実施形態5における、ハニカム構造体成形用金型の他の構成例を示す全体断面図。

【発明を実施するための形態】

【0014】

(実施形態1)

10

次に、ハニカム構造体成形用金型とハニカム構造体成形用金型の製造方法の実施形態について、図面を参照しながら説明する。ハニカム構造体成形用金型(以下、金型と略称する。)は、例えば、自動車用の排ガス浄化触媒等に使用されるセラミックス製のハニカム構造体を、セラミックス原料の押出成形により製造するために用いられる。

【0015】

図1～図3に示されるように、本形態の金型1は、単一の金型本体11と、金型本体11の原料供給面12側に設けられる原料供給部2と、原料供給面12と反対側の押出面13側に設けられるスリット部3とを備える。原料供給部2は、原料供給穴21と、原料供給穴21の原料押出方向Xの端部に設けられる、原料絞り穴22及び原料供給ガイド穴23を有している。原料供給穴21は、スリット部3に設けられる格子状のスリット31と、金型本体11内において連通している。原料絞り穴22は、スリット31の格子点Pに向けて縮径し、原料供給ガイド穴2は、原料絞り穴22から外方に張り出して格子点Pに連続するスリットへ原料を供給案内する。

20

【0016】

金型本体11は、全体が矩形の外形を有する単一の板状体で(例えば、図2参照)、その板厚方向を、原料押出方向Xとしている。原料供給部2とスリット部3は、板面の中央部に配置されており、その外形及びスリット形状は、ハニカム構造体の外形及びセル形状に対応している。金型本体11は、原料供給部2とスリット部3とが一体的に設けられており、例えば、後述するように3Dプリンタを用いて製造することができる。

【0017】

30

図4に示されるように、ハニカム構造体Hは、例えば、円柱状で、円筒外皮内をハニカム状のセル壁H1にて多数のセルCに区画して構成されている。セルCの形状や大きさは、任意に選択することができる。本形態では、一例として、セルCの形状を正方形とし、全領域で同一の大きさに設定している。セルCの形状を、三角形以上の多角形又は複数の形状の組み合わせとしたり、セルCの大きさを、周方向に分割した複数の領域ごとに変更して、例えば、内周側と外周側とで異なるセル密度としたりすることもできる。

【0018】

図1、図3において、原料供給部2は、一端側(すなわち、図の下端側)が原料供給面12に開口し、原料押出方向Xに延びる多数の原料供給穴21を有している。多数の原料供給穴21は、同一形状で、互いに平行かつ等間隔にて配設されて、スリット部3の所定位置へセラミックス原料を均等に供給可能としている。原料供給穴21は、原料押出方向Xの両端部を除いて一定径の円形穴となっており、この円形穴の流路長を長くすることで金型本体11の剛性が向上し、成形圧力を増加させたときの金型本体11の変形を低減できる。原料供給穴21は滑らかな内表面を有し、セラミックス原料との摩擦係数が低いほど、成形速度が向上し、内表面の摩耗も少なくなるので好ましい。

40

【0019】

原料供給穴21は、原料供給面12に開口する端部を、開口端縁部へ向けて拡径する(すなわち、原料押出方向Xへ向けて縮径する)原料供給テーパ穴24としている。原料供給テーパ穴24は、原料供給穴21を構成する円筒状の内周壁と滑らかに連続するテーパ壁にて囲まれており、原料供給面12から導入されるセラミックス原料を、原料供給穴2

50

1へ送出する。原料供給テーパ穴24を設けることで、セラミックス原料と面直に当る原料供給面12の面積を低減させ、かつ穴壁面との摩擦による損失係数を低減することができるので、金型本体11の変形を低減し成形速度を向上させることができる。

【0020】

原料供給テーパ穴24の流路長やテーパ角度は、特に制限されず、金型本体11の剛性や成形速度等が所望の範囲となるように、適宜設定することができる。金型本体11とセラミックス原料の摩擦係数が十分小さく、成形時の変形を抑制しつつ成形速度を確保できる場合には、原料供給テーパ穴24を設けない構成とすることもできる。

【0021】

原料供給穴21は、原料供給面12と反対側の端部（すなわち、原料押出方向Xの端部）を、スリット部3側へ向けて（すなわち、原料押出方向Xへ向けて）縮径する、テーパ状の原料絞り穴22としている。原料絞り穴22の縮径側の端部は、スリット31の格子点Pに開口している。また、原料絞り穴22の外側には、複数個所に、格子点Pに隣接するスリット31へのガイドとなる原料供給ガイド穴23が一体的に設けられる。原料供給ガイド穴23は、ここでは、縦方向（すなわち、原料押出方向X）の断面形状が逆三角形の偏平穴であり、原料絞り穴22を挟んで両側に対称配置される。逆三角形の内側の一辺は、原料絞り穴22のテーパ状の内壁面に開口し、原料絞り穴22と互いに連通して、セラミックス原料を外方へ案内する原料導出用の開口部231となる。逆三角形のスリット部3側の一辺は、スリット31へ開口する原料分配用の開口部232となる。

【0022】

スリット部3は、正方形のセルCに対応する四角格子状のスリット31にて構成される。スリット31の形状は、原料押出方向Xにおいて一定であり、ハニカム構造体Hの最終形状を決定する。例えば、スリット31の格子間隔やスリット幅は、セルCのピッチやセル壁H1の厚さに応じて設定される。スリット31の高さは、特に制限されず、例えば、スリット31の格子間隔と同等程度に設定することができる。

【0023】

図5、図6に詳細形状例を示すように、原料供給穴21は、例えば、スリット31の四角格子の格子点Pに対して、縦方向及び横方向共に1つおきとなるように配置されている。原料供給穴21は、原料絞り穴22が格子点Pに開口し、一定径の原料供給穴21及び原料供給テーパ穴24が同心状に位置している。原料供給テーパ穴24の外径は、例えば、四角格子の対角線長と同等程度ないしそれ以下とすることができる、外径が大きくなるほど、原料供給テーパ穴24が近接配置される。これにより、セラミックス原料を効率よく供給して、原料供給テーパ穴24に流入する際の損失係数を低減し、金型1の変形を抑制して、成形速度を高めることができる。

【0024】

また、原料絞り穴22に連通して、外周の4箇所から外方に突出する原料供給ガイド穴23が設けられる。4箇所の原料供給ガイド穴23は、それぞれ、格子点Pに連続する4つのスリット溝31a、31b、31c、31dに沿って延び、格子点Pの周りに対称に配置される。各原料供給ガイド穴23は、各スリット溝31a、31b、31c、31dを挟んで対向する、逆三角形状の一対の面23a、23bとこれら両面を接続する傾斜面23cにて構成され、内部に偏平穴状の原料供給ガイド穴23を形成する。原料供給ガイド穴23は、原料押出方向Xに延びる開口部231にて、原料絞り穴22に開口し、原料押出方向Xの端部へ向かうほど、径方向外方へ拡がって、開口部232にてスリット31に開口する。

【0025】

原料供給ガイド穴23の高さは、原料絞り穴22の高さと同等であり、傾斜面23cの対向位置に形成される開口部231は、原料供給ガイド穴23の全長にわたって、原料絞り穴22に開口している。一対の面23a、23bは、例えば、互いに平行に配設されて、一対の面23a、23b間にスリット状の穴を形成する。このスリット穴の幅は、スリット31の幅と同等かわずかに大きい。スリット31に接続される原料押出方向X側の端

10

20

30

40

50

部において、原料供給ガイド穴 23 の延出端である開口部 232 の最外縁部は、隣接する格子点 P の近傍まで延びている。

【0026】

原料供給ガイド穴 23 は、例えば、原料供給穴 21 側からスリット 31 側へ滑らかにスリット穴の幅が拡大する形状とすることもでき、成形抵抗がより少なくなる。原料供給ガイド穴 23 は、スリット 31 のスリット幅が、例えば、領域ごとにそれぞれ異なる場合に、それに応じてスリット穴の幅が異なるように構成することができる。このようにすることで、スリット 31 の各領域への材料供給を一定にすことができ、精度の高い成形体を得ることができる。原料供給穴 21 に続く原料絞り穴 22 に対しても、対応する格子点 P におけるスリット幅に応じて、格子点 P における開口部の大きさが異なるように構成することができ、同様の効果が得られる。10

【0027】

このとき、図 7 に原料供給部 2 及びスリット部 3 の内部形状（すなわち、原料供給部 2 及びスリット部 3 を通過するセラミックス原料の立体形状）を示すように、原料供給テーパ穴 24 から原料供給穴 21 を経て、原料絞り穴 22 に導入されるセラミックス原料の一部は、原料供給ガイド穴 23 に案内されて、徐々に側方へ拡がる。すなわち、原料絞り穴 22 が、スリット 31 の格子点 P へ向けて縮径するのに伴い、余剰のセラミックス原料が、原料供給ガイド穴 23 の開口部 231 から外方へ移送され、格子点 P を取り囲むスリット 31 へ向けて案内される。したがって、スリット部 3 への開口部 232 に至るまでの間にセラミックス原料を分配し、スリット 31 のほぼ全体に均一供給することができるので、スリット 31 の形状に押出成形されたハニカム構造体 H が容易に得られる。20

【0028】

図 8 に示されるように、本形態の金型 1 を用いて、ハニカム構造体 H を押出成形する場合には、押出成形装置 100 の押出側端面部に、スリット部 3 が外側となるように金型 1 を設置し、セラミックス原料 101 を供給する。押出成形装置 100 内には、金型 1 の原料供給面 12 と対向する供給側端面部に、スクリュー 102 が設置されており、粘土状のセラミックス原料 101 を、金型 1 の原料押出方向 X（すなわち、図中に矢印で示す方向）に供給する。これにより、スリット部 3 を通過したセラミックス原料 101 が押出面 13 から、ハニカム構造体 H として押し出される。セラミックス原料 101 としては、例えば、焼成後にコーチェライト、SiC 等を生成するセラミックス原料を採用することができる。30

【0029】

図 9 に示されるように、押出成形時には、金型 1 の原料供給面 12 に高い成形圧力が加わるので、セラミックス原料が通過する中央部が原料押出方向 X に突出するように変形しやすくなる。そのため、従来は、成形圧力を低く抑えて変形を抑制する必要があったが、本形態の金型 1 は、原料供給部 2 からスリット部 3 へのセラミックス原料の流れを高度に制御し、金型本体 11 の変形を抑制しつつ成形圧力を増加させることが可能となる。この押出成形時のセラミックス原料の流れについて、次に説明する。

【0030】

図 10、図 11 に示されるように、原料供給部 2 は、原料供給面 12 に開口する原料供給テーパ穴 24 を有するので、セラミックス原料が面直に当たる面積が小さくなる。また、原料供給テーパ穴 24 に導入されるセラミックス原料は、テーパ状の内壁面に沿って原料供給穴 21 へ送出され、速やかに原料供給穴 21 を通過して原料絞り穴 22 へ向かう。セラミックス原料は、原料絞り穴 22 のテーパ状の内壁面に沿って、徐々に絞られながらスリット 31 の格子点 P へ向かうと共に、外周側の一部は、内壁面の 4箇所に開口する原料供給ガイド穴 23 から、外方へ導出される。原料供給ガイド穴 23 は、平坦な一対の面 23a、23b 間に流入するセラミックス原料の流れを、傾斜面 23c に沿って徐々に外側へ案内する。40

【0031】

原料供給ガイド穴 23 の、原料押出方向 X の端部は、隣り合う格子点 P 間のスリット 3

50

1(すなわち、スリット溝31a～31d)に開口しており、原料絞り穴22及び原料供給ガイド穴23を通過してセラミックス原料は、速やかに対向するスリット31へ流入する。原料絞り穴22が配置されていない格子点Pにおいても、隣接する4箇所の原料供給ガイド穴23を通過したセラミックス原料が、速やかに流入して結合し、原料押出方向Xに向きを変えて、スリット31へ流入する。

【0032】

ここで、原料供給部2の各穴の内壁面は、いずれも滑らかな曲面又は平面であり、原料供給テーパ穴24と原料供給穴21、原料供給穴21と原料絞り穴22及び原料供給ガイド穴23の内壁面は、それぞれ滑らかに接続する連続面となっており段差等を有しない。そのため、原料供給部2内におけるセラミックス原料の流れは滑らかであり、引っ掛けたりや滞りが生じることはない。このようにして、原料供給部2を通過する間に、スリット31の形状に対応させてセラミックス原料が分配され、遅滞なくスリット部3の全体へ供給される。スリット部3に達したセラミックス原料は、そのままスリット31から均等に押し出される。したがって、成形性が大きく向上し、金型1の変形を抑制しながら、成形速度を向上させることができるので、品質向上と生産性を両立させることができる。10

【0033】

これに対して、図12、図13に示される従来の金型200のように、一定径の原料供給穴201が、テーパ状の端部202を介して、スリット203の格子点Pに接続する構成では、セラミックス原料の流れが均一とならない。ここでは、スリット203の格子点Pに1つおきに原料供給穴201が接続しており、丸穴状の端部202から格子状のスリット203の全体に、セラミックス原料を均等に分配することは難しい。そのため、スリット203の原料押出方向Xの長さを十分に長くし、あるいは成形速度を遅くする必要がある。20

【0034】

図14、図15に示されるように、本形態の金型1と従来の金型200との効果の違いは、セラミックス原料の流れをシミュレーションにより比較した場合に明らかである。図14において、本形態の金型1では、原料絞り穴22及び原料供給ガイド穴23から、スリット31へ向かうセラミックス原料の流れが、ほぼ均一であり、流れ方向や速度が大きく変化していないことが分かる。これに対して、図15において、従来の金型200では、原料供給穴201からテーパ状の端部202に向けて、一旦内向きに流れが変化した後、外向きに大きく変化している。また、流れの速度は内側で大きく、外側では小さくなっている、均一な流れを形成していない。30

【0035】

図16に示すように、本形態の金型1は、例えば、3Dプリンタを用いて金属粉末をレーザ焼結させる三次元金属積層造形方式により製造することができる。図16の工程(1)～工程(3)は、3Dプリンタを用いた金型1の製造工程の一例を、模式的に示しており、以下、金型1の原料供給部2の積層造形後に、スリット部3を積層する工程として説明する。3Dプリンタは、容器状の装置の底面となる可動式の台座300を有しており、工程(1)の粉末敷工程において、台座300の上面に、三次元造形された原料供給部2が配置され、その全体を覆って、金属粉末301が充填されている。金属粉末301としては、例えば、ステンレス鋼等の鋼材の微細粉末が用いられる。40

【0036】

図16の工程(2)はレーザ加工工程であり、レーザ照射装置302を用いて、金属粉末301の所望の部位にレーザ光を走査し、溶融凝固させる。1回のレーザ照射により形成される層の厚さは、例えば、0.05mm程度であり、溶融凝固後に、工程(1)の粉末敷工程を再び行う。金型1は、予め原料押出方向Xについて、三次元データに基づく解析を行い、各層の形状に合わせてレーザ照射装置302を制御する。この工程(1)～工程(2)を、例えば、10回繰り返した後、台座300を、積層厚さ分だけ加工させ(例えば、0.5mm)、工程(3)の切削加工工程を行う。工程(3)において、切削工具303を用いて、切削加工を行った後、工程(1)～工程(3)を繰り返して、金型1と50

なる金属積層体を得ることができる。

【0037】

図17に示すように、本形態の金型1は、例えば、スリット部3におけるスリット幅が0.08mm、格子点P間の距離が0.9mmであり、これらは、それぞれハニカム構造体Hのセル壁厚、セルピッチに対応する。また、原料押出方向Xにおいて、例えば、金型本体11の全長が40mm、原料絞り穴22の長さが10mm、スリット31の長さが2.5mmであり、原料供給穴21の直径は0.85mm、原料供給テーパ穴24の直径は1.2mm、原料供給テーパ穴24のテーパ角度は60度とすることができます。金型1は、このような微小さな穴径の原料供給部2から微細なスリット部3へセラミックス原料を均一に供給して、薄壁のハニカム構造体Hを成形性よく製造することができる。

10

【0038】

(実施形態2)

上記実施形態1に示した金型1は、原料供給部2の原料供給穴21を、スリット部3のスリット31の格子点Pに対して、縦横方向に1つおきに配置したが、必ずしもこれに限らず、任意に変更することができる。図18に示すように、本形態では、例えば、原料供給穴21を、スリット31の全ての格子点Pに対して配置している。この場合も、原料供給穴21に連続する原料供給テーパ穴24が原料供給面12に開口し、原料絞り穴22がスリット31の格子点Pに開口すると共に、原料絞り穴22の外方に原料供給ガイド穴23が一体に設けられる構成は、同様である。

【0039】

20

原料供給穴21や原料供給テーパ穴24の穴径、原料押出方向Xの長さ等は、金型1の剛性が確保できるように、適宜設定することができる。このような構成の金型1も、上述した3Dプリンタを用いて、精度よく製造することができる。それ以外の金型1の構造、材質その他は、実施形態1と同様であり、説明を省略する。このような構成の金型1によつても、原料供給を均一に行って、薄壁のハニカム構造体Hを成形性よく製造することができる。

なお、実施形態2以降において用いた符号のうち、既出の実施形態において用いた符号と同一のものは、特に示さない限り、既出の実施形態におけるものと同様の構成要素等を表す。

【0040】

30

(実施形態3)

上記実施形態1、2においては、スリット部3のスリット31の形状を、四角格子状としたが、必ずしもこれに限らず、任意に変更することができる。図19に示すように、本形態では、例えば、六角形格子状のスリット31として、スリット31の格子点Pに連続する3つのスリット溝31a、31b、31cを有する形状とする。六角形格子の大きさは、スリット部3の全体で一定としている。

【0041】

この場合も、原料供給穴21に連続する原料供給テーパ穴24が原料供給面12に開口し、原料絞り穴22がスリット31の格子点Pに開口すると共に、原料絞り穴22の外方に原料供給ガイド穴23が一体に設けられる構成は、同様である。ただし、上記実施形態1、2では、原料供給ガイド穴23を四角格子状のスリット31に対応させて、原料絞り穴22の外側の4箇所に設けたが、本形態では、3つのスリット溝31a、31b、31cに対応させる。すなわち、原料絞り穴22の外側の3箇所に、原料供給ガイド穴23が均等に配置されて放射状に外方へ延び、3つのスリット溝31a、31b、31cにセラミックス原料を均一供給することができる。

40

【0042】

このような構成の金型1によつても、原料供給を均一に行って、薄壁のハニカム構造体Hを成形性よく製造することができる。それ以外の金型1の構造、材質その他は、実施形態1と同様であり、説明を省略する。

【0043】

50

(実施形態 4)

上記実施形態 1 ~ 3においては、スリット部 3 のスリット 3 1 の形状を、四角格子又は六角格子状の同一形状としたが、必ずしもこれに限らず、部分的に変更することもできる。本形態では、図 20 に示すように、上記実施形態 3 におけるスリット部 3 のスリット 3 1 の大きさを、内外周で変更しており、例えば、内周部の六角格子を小さくし、外周側ほど六角格子がより大きくなるように設定している。このとき、図示するように、スリット 3 1 の六角格子が徐々に大きくなり、外周側における六角格子が正六角形から変形した形状となってもよい。

【 0 0 4 4 】

この場合も、原料供給穴 2 1 に連続する原料供給テーパ穴 2 4 が原料供給面 1 2 に開口し、原料絞り穴 2 2 がスリット 3 1 の格子点 P に開口すると共に、原料絞り穴 2 2 の外方に原料供給ガイド穴 2 3 が一体に設けられる構成は、実施形態 3 と同様である。このような構成の金型 1 によっても、原料供給を均一に行って、薄壁のハニカム構造体 H を成形性よく製造することができる。また、スリット 3 1 の大きさを、内外周で変更可能とすることで、所望のハニカム構造体 H の形状を容易に実現することができる。

10

【 0 0 4 5 】

(実施形態 5)

図 21 に示すように、上記実施形態 1 ~ 4 の構成の金型 1 において、さらに、原料供給部 2 に水を供給する水供給装置 4 を付設することもできる。水供給装置 4 は、例えば、金型本体 1 1 の外周部内に設けられた水貯留部 4 1 と、水貯留部 4 1 と原料供給穴 2 1 とを接続する複数の水路 4 2 とを有している。各水路 4 2 の両端は、それぞれ水貯留部 4 1 と原料供給穴 2 1 の 1 つに接続し、原料供給穴 2 1 の内周側面に開口する導水口 4 3 から、原料供給穴 2 1 内に水が供給されるようになっている。水貯留部 4 1 は、図示しない金型本体 1 1 外部の水供給路に連通している。

20

【 0 0 4 6 】

上記構成によれば、押出成形時に、各水路 4 2 から原料供給穴 2 1 の内部に適量の水が供給されて、セラミックス原料と金型 1 との摩擦係数を大幅に低減することができる。これにより、同じ成形速度にて比較すると、水供給を行わない場合に比べて成形圧力を低減させる効果が得られる。

【 0 0 4 7 】

30

複数の水路 4 2 は、金型本体 1 1 の原料供給穴 2 1 が形成されない部位を通過して、対応する原料供給穴 2 1 に開口するように配置されていればよく、水路 4 2 の形状や原料供給穴 2 1 への開口位置は、適宜設定することができる。このような水供給装置 4 を付設した金型 1 も、上述した 3 D プリンタを用いた方法により製造することができる。

【 0 0 4 8 】

上記実施形態では、ハニカム構造体 H を円柱状とした場合を示したが、ハニカム構造体 H の外形は、円形以外の形状、例えば、楕円形、レーストラック形状等とすることもできる。これら形状に対応するように、金型 1 の原料供給部 2 、スリット部 3 の外形も適宜変更される。同様に、ハニカム構造体 H のセル C の形状や壁厚その他に対応するように、原料供給部 2 の原料供給穴 2 1 、スリット部 3 のスリット 3 1 の形状等も適宜変更することができる。

40

【 0 0 4 9 】

このような金型 1 を用いて製造されたハニカム構造体 H は、例えば、自動車用の排ガス浄化触媒等において、触媒を担持させる担体として用いることができる。また、金型 1 とその製造方法は、上記各実施形態により限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の実施形態に適用することが可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 0 】

1 ハニカム構造体成形用金型

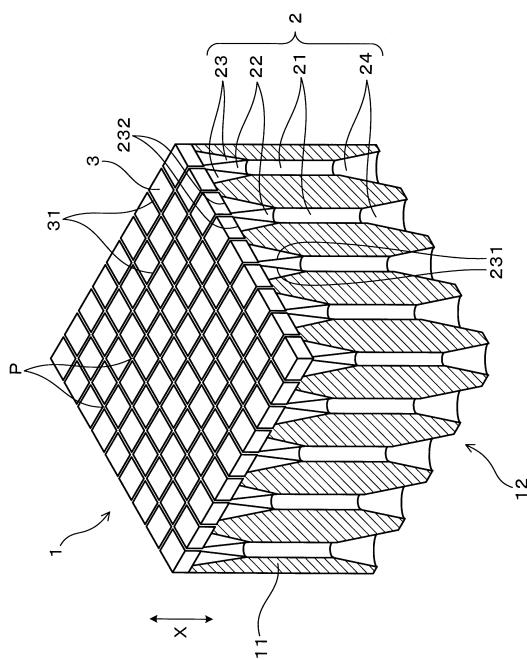
1 1 金型本体

50

- 1 2 原料供給面
 1 3 押出面
 2 原料供給部
 2 1 原料供給穴
 2 2 原料絞り穴
 2 3 原料供給ガイド穴
 3 スリット部
 3 1 スリット

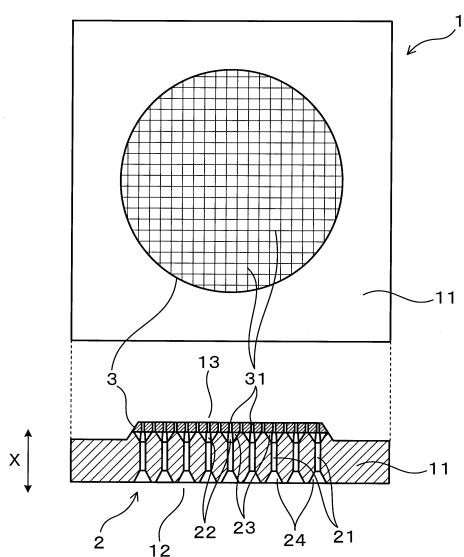
【図 1】

(図 1)

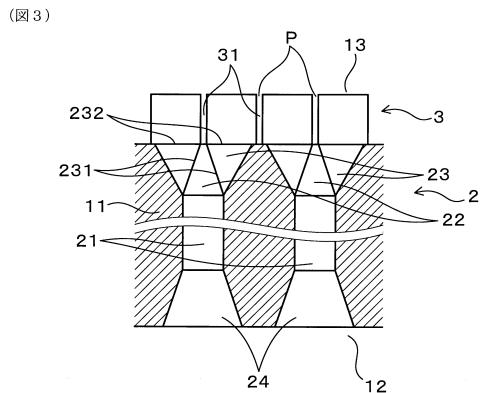


【図 2】

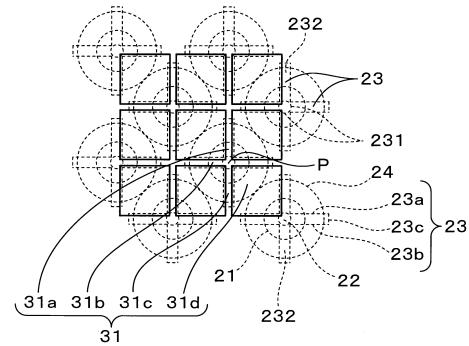
(図 2)



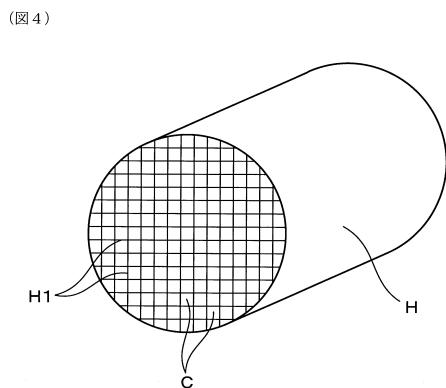
【図3】



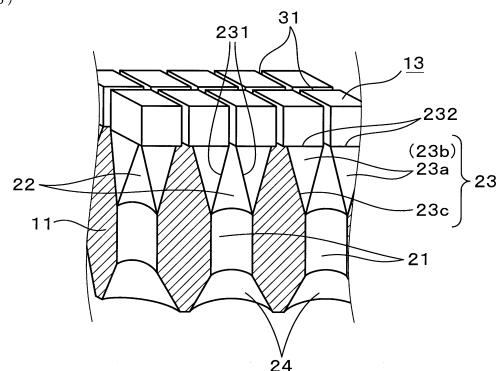
【図5】



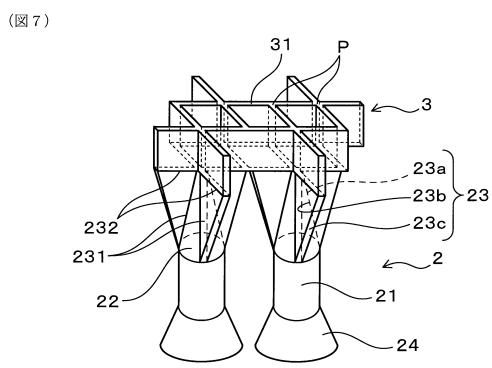
【図4】



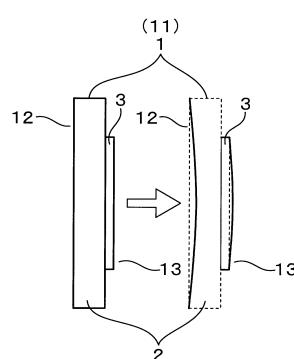
【図6】



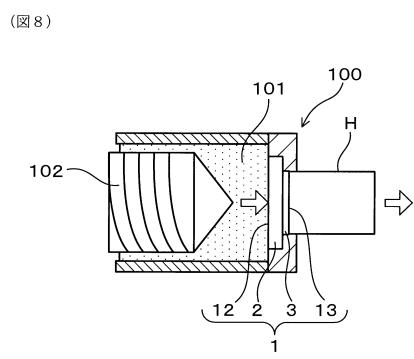
【図7】



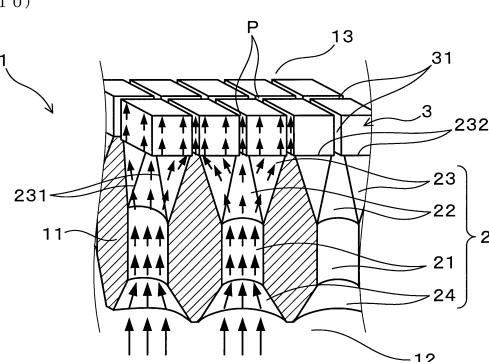
【図9】



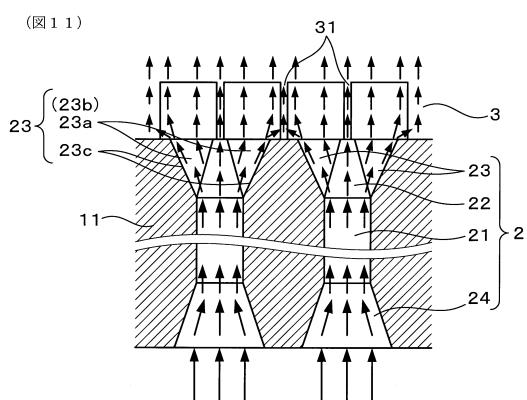
【図8】



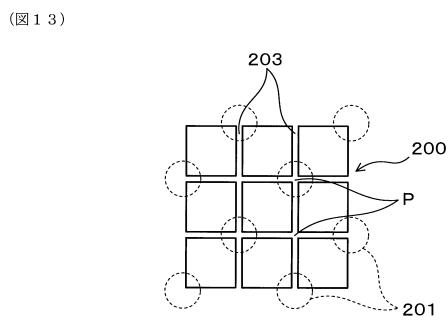
【図10】



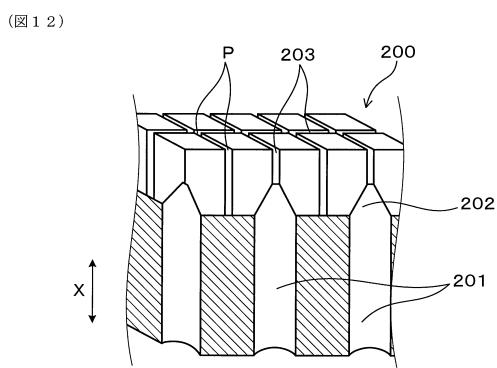
【図11】



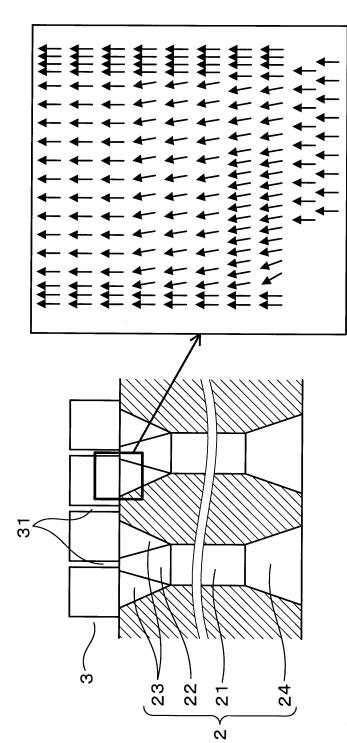
【図13】



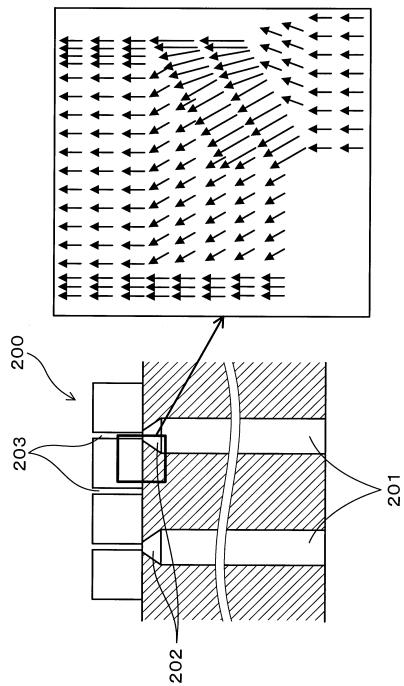
【図12】



【図14】

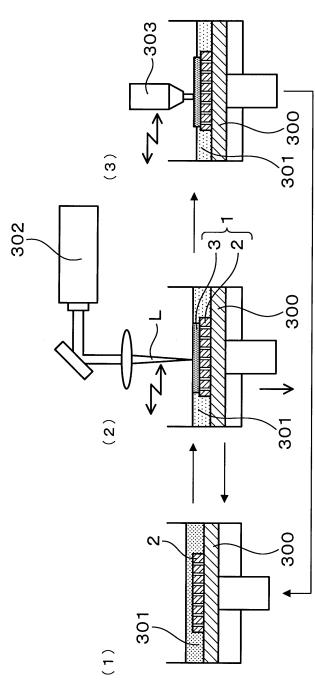


【図15】



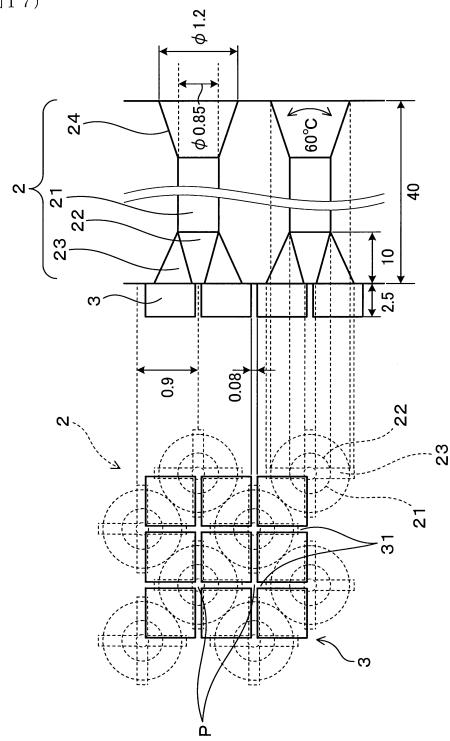
【図16】

(図16)



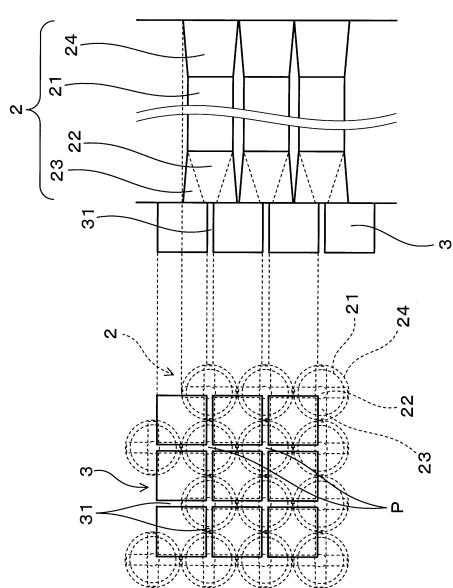
【図17】

(図17)



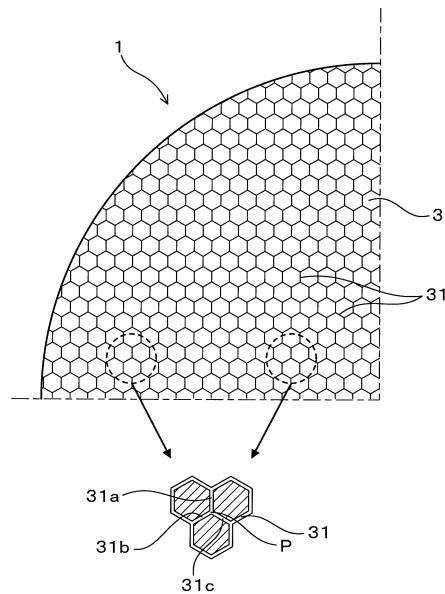
【図18】

(図18)



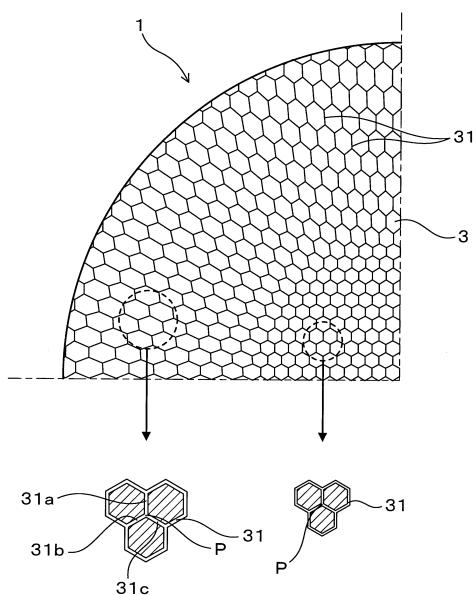
【図19】

(図19)



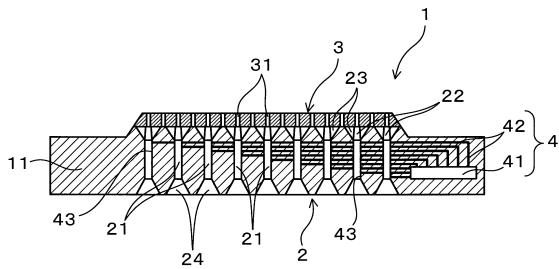
【図20】

(図20)



【図21】

(図21)



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平02-076717(JP,A)
特開平05-131425(JP,A)
特開平09-174657(JP,A)
特開平08-336819(JP,A)
特開2002-249805(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B28B 3 / 26