(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5084517号
(P5084517)

(45)発行日　平成24年11月28日(2012.11.28)　(24)登録日　平成24年9月14日(2012.9.14)

(51)Int.Cl.　　F I
*B05C 11/04 (2006.01)*　　B05C 11/04
*B05D 1/42 (2006.01)*　　B05D 1/42

請求項の数 9　(全 31 頁)

(21)出願番号　特願2007-557256 (P2007-557256)
(86)(22)出願日　平成19年1月26日 (2007.1.26)
(86)国際出願番号　PCT/JP2007/051287
(87)国際公開番号　WO2008/090625
(87)国際公開日　平成20年7月31日 (2008.7.31)
審査請求日　平成21年12月21日 (2009.12.21)

(73)特許権者　000000158
イビデン株式会社
岐阜県大垣市神田町２丁目１番地
(74)代理人　110000914
特許業務法人　安富国際特許事務所
(74)代理人　100086586
弁理士　安富　康男
(74)代理人　100128945
弁理士　東　毅
(72)発明者　岩田　哲
日本国岐阜県揖斐郡揖斐川町北方１－１
イビデン株式会社大垣北事業場内

審査官　土井　伸次

最終頁に続く

(54)【発明の名称】外周層形成装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
柱状の被外周層形成部材を、その軸が水平方向となるように軸方向の両側から挟むように支持する支持部材と、
前記軸方向と平行な面を持つスキージを有する外周層形成ヘッドとを備え、
前記被外周層形成部材の外周面上において前記軸方向と平行な線を含み、かつ前記外周面に接する仮想面と、前記スキージの面とは所定の角度をなしており、
前記スキージ及び前記被外周層形成部材のうち少なくとも一方が、前記所定の角度を維持するように移動することにより、前記被外周層形成部材の外周面に外周層を形成し、
前記被外周層形成部材の軸方向に直交する断面の形状が、楕円形、長円形、略三角形、凹形状、多角形、又は、略多角形である外周層形成装置。
【請求項２】
外周層形成材料を前記被外周層形成部材の外周面に供給する外周層形成材料供給部を備える請求項１に記載の外周層形成装置。
【請求項３】
前記外周層形成材料供給部は、前記被外周層形成部材の外周面に対する前記外周層形成ヘッドの相対的な進行方向の近傍に前記外周層形成材料を供給する請求項２に記載の外周層形成装置。
【請求項４】
前記外周層形成ヘッドと前記外周層形成材料供給部とが一体である請求項２又は３に記載

の外周層形成装置。
【請求項５】
前記外周層形成材料供給部が、前記被外周層形成部材の支持状態における前記被外周層形成部材の上方に配置される請求項２～４のいずれか一項に記載の外周層形成装置。
【請求項６】
前記支持部材の前記軸方向への移動、前記軸の軸径方向への移動及び前記軸の軸周方向を回転方向とする回転運動のうち、少なくとも１つを制御可能な第一の駆動機構を備える請求項１～５のいずれか一項に記載の外周層形成装置。
【請求項７】
前記外周層形成ヘッドの前記軸方向への移動、前記軸の軸径方向への移動及び前記軸の軸周方向を回転方向とする回転運動のうち、少なくとも１つを制御可能な第二の駆動機構を備える請求項１～６のいずれか一項に記載の外周層形成装置。
【請求項８】
前記第一の駆動機構および前記第二の駆動機構の少なくとも一方は、電気信号が入力されることにより作動し、
前記電気信号を出力することにより、前記第一の駆動機構および前記第二の駆動機構の少なくとも一方の作動を制御する電子制御手段を備える請求項７に記載の外周層形成装置。
【請求項９】
前記所定の角度は、３０～６０°である請求項１～８のいずれか一項に記載の外周層形成装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、外周層形成装置及びハニカム構造体の製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
バス、トラック等の車両や建設機械等の内燃機関から排出される排ガス中のスス等のパティキュレートが、環境や人体に害を及ぼすことが近年問題となっている。そこで、多孔質セラミックからなるハニカム構造体を用いることにより、排ガス中のパティキュレートを捕集し、排ガスを浄化するパティキュレートフィルタが種々提案されている。また、担持した触媒と排ガスとを接触させることにより、排ガス中の窒素酸化物等の改質をするハニカム構造体も知られている。
【０００３】
このようなハニカム構造体の外周には、排ガスの漏れ防止や、ハニカム構造体の機械的な強度の向上を目的として外周層が形成される場合がある。
特許文献１には、外周層を形成する外周層形成装置が開示されている。この外周層形成装置は、被外周層形成部材であるハニカム構造体の外周に供給される外周層形成材料をスキージが均すことにより、均一な外周層を形成している。
【０００４】
これによると、外周層形成時のかすれ、剥れを防止するとともに、乾燥時のクラックの発生を防止することにより、欠陥のない外周層を形成することができる。
【０００５】
【特許文献１】特開２００４－１４１７０８号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
しかし、特許文献１の外周層形成装置では、柱状のハニカム構造体の軸（長手方向）が鉛直となるように配置されるため、外周層形成直後に均一であった外周層がペースト状の外周層形成材料の重力による偏りによって不均一となる不具合があった。
また、ペースト状の外周層形成材料が落下し易いという不具合もあった。例えば、落下し

た外周層形成材料が外周層形成装置の回転軸に付着した場合には、回転不良などの不具合を引き起こす場合がある。このような事態を防止するためには、落下した外周層形成材料を頻繁に掃除しなければならなかった。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明は、上記点に鑑みてなされたものであり、外周層がより均一な被外周層形成部材を製造すること、及び外周層形成材料の被外周層形成部材からの落下を低減することを目的とする。

【０００８】

上記目的を達成するため請求項１に記載の発明では、外周層形成装置において、柱状の被外周層形成部材を、その軸が水平方向となるように軸方向の両側から挟むように支持する支持部材と、軸方向と平行な面を持つスキージを有する外周層形成ヘッドとを備え、被外周層形成部材の外周面上において軸方向と平行な線を含み、かつ外周面に接する仮想面と、スキージの面とは所定の角度をなしており、スキージ及び被外周層形成部材のうち少なくとも一方が、所定の角度を維持するように移動することにより、被外周層形成部材の外周面に外周層を形成している。

【０００９】

この請求項１に記載の発明によると、被外周層形成部材が水平に支持されるため、被外周層形成部材に形成された外周層が重力により偏ることを防止することができ、特許文献１に比べて外周層の均一性をより向上させることができる。

また、被外周層形成部材が水平に支持されているため、重力による外周層形成材料の被外周層形成部材からの落下を防止することができる。それによると、例えば落下した外周層形成材料が外周層形成装置の回転軸等に付着することを防止し、回転軸の回転不良などの不具合の発生を防止することができる。

また、外周層形成材料の被外周層形成部材からの落下が防止される結果、落下した材料を頻繁に掃除する必要がなくなるので、メンテナンスの回数を低減させることができ、ランニングコストの低減も図ることができる。

【００１０】

請求項２に記載の発明のように、外周層形成材料を被外周層形成部材の外周面に供給する外周層形成材料供給部を備えて、連続的に被外周層形成部材の外周層を形成してもよい。

【００１１】

請求項３に記載の発明では、外周層形成材料供給部が被外周層形成部材の外周面に対する外周層形成ヘッドの相対的な進行方向の近傍に外周層形成材料を供給している。

この請求項３の発明によると、外周層形成材料供給部が外周面に供給した材料が即外周層形成ヘッド（スキージ）に接触する。このため、より外周面から落下する外周層形成材料を低減することができる。

ところで、特に外周層形成開始直後には、外周層が形成されていない被外周層形成部材の硬質の外周部と外周層形成ヘッド（スキージ）とが接触し、外周層形成ヘッド（スキージ）が破損する場合がある。しかし、請求項３の発明では、外周層形成材料供給部が外周面に供給した材料が即外周形成ヘッドに接触するため、上記の問題も解決することができる。

【００１２】

請求項４に記載の発明では、外周層形成ヘッドと外周層形成材料供給部とを一体としている。この請求項４の発明によれば、外周層形成ヘッドと外周層形成材料供給部とを最も近接した状態で配置することができる。これにより、請求項３で述べた材料の落下防止効果及び外周層形成ヘッドの破損防止効果をより発揮することができる。

ところで、外周層形成ヘッドと外周層形成材料供給部とが別体の場合には、両者が接触することが起こり得る。しかし、請求項４の発明のように外周層形成ヘッドと外周層形成材料供給部とを一体とすれば、両者の接触を防止することができる。

【００１３】

また、請求項５に記載の発明のように、外周層形成材料供給部を被外周層形成部材の支持状態における被外周層形成部材の上方に配置すれば、外周層形成材料の落下方向に外周面が位置するため、より外周層形成材料の落下を低減することができる。

【００１４】

請求項６に記載の発明では、支持部材の軸方向への移動、軸の軸径方向への移動及び軸の軸周方向を回転方向とする回転運動のうち、少なくとも１つを制御可能な第一の駆動機構を備えている。また、請求項７に記載の発明では、外周層形成ヘッドの軸方向への移動、軸の軸径方向への移動及び軸の軸周方向を回転方向とする回転運動のうち、少なくとも１つを制御可能な第二の駆動機構を備えている。

この請求項６及び７の発明によれば、具体的に被外周層形成部材の外周面に外周層を形成することができる。

【００１５】

請求項８に記載の発明では、第一の駆動機構及び第二の駆動機構の少なくとも一方は、電気信号が入力されることにより作動し、電気信号を出力することにより第一の駆動機構及び第二の駆動機構の少なくとも一方の作動を制御する電子制御手段を備えている。

【００１６】

ところで、特許文献１に記載の外周形成装置は、カムを用いてスキージの作動を制御している。このため、煩雑な工程を有するカムの入れ替え無しでは、異なる外周形状を有する被外周層形成部材の外周層を形成することができなかった。しかし、請求項８の発明では、電子制御手段が第一の駆動機構及び第二の駆動機の少なくとも一方の作動を制御するため、同一構成の外周形成装置を用いて多種多様の外周形状を有する被外周層形成部材に外周層を形成することができる。

【００１７】

請求項９に記載の発明のように、所定の角度を３０～６０°とすれば、より均一な外周層を形成することができる。外周層が均一となるため、外周層形成後に得られるハニカム構造体からの排ガス漏れを防止することができるとともに、セル壁の欠け等を防止することができ、良好な外観を得ることができる。

【００１８】

請求項１０に記載のように、被外周層形成部材の軸方向に直交する断面の形状が、非円形状の楕円形、長円形、略三角形、凹形状、多角形、又は、略多角形である場合において、請求項１～９の外周装置は、より効果を発揮することができる。

特に請求項８に記載の発明のように、電子制御手段が、支持部材を作動させる第一の駆動機構及び外周層形成ヘッドを作動させる第二の駆動機構の少なくとも一方を制御する場合には、例えば外周形状が変極点を有する多角形状の場合にも、被外周層形成部材の外周形状に対する所定の角度を一定に保つことができる。

また、楕円、長円形のように外周形状の曲率が変化する形状の場合には、その曲率に応じて所定角度を変化させることもできる。これによれば、例えば曲率の大きい部分と小さい部分とで所定厚さの外周層を形成可能な角度が異なる場合であっても、より均一な外周層を形成することができる。

【００１９】

請求項１１に記載の発明では、セラミック原料を成形して、多数のセルがセル壁を隔てて長手方向に並設された柱状のハニカム成形体を作製し、ハニカム成形体を焼成して得た一又は複数のハニカム焼成体からなる柱状のハニカムブロックの外周面に外周層を形成する外周層形成装置を用いてハニカム構造体を製造する方法であって、

外周層形成装置は、支持部材と、面を持つスキージを有する外周層形成ヘッドと、外周層形成材料を外周面に供給する外周層形成材料供給部とを備えており、

支持部材がハニカムブロックをその軸が水平方向となるように軸方向の両側から挟むように支持する工程と、外周層形成材料供給部が外周面に材料を供給工程する工程と、スキージ及びハニカムブロックのうち少なくとも一方がスキージの面と、外周面上において軸方向と平行な線を含み、かつ外周面に接する仮想面とが、所定の角度を維持するように移動

することにより、外周面に外周層を形成する工程とを備えている。
【００２０】
請求項１１の製造方法によれば、ハニカムブロックが水平に支持されているため、重力による外周層形成材料のハニカムブロックからの落下を防止することができる。それによると、例えば落下した外周層形成材料が外周層形成装置の回転軸等に付着することを防止し、回転軸の回転不良などの不具合の発生を防止することができる。
また、外周層形成材料のハニカムブロックからの落下が防止される結果、落下した材料を頻繁に掃除する必要がなくなるので、メンテナンスの回数を低減させることができ、ランニングコストの低減も図ることができる。
また、ハニカムブロックが水平に支持されるため、ハニカムブロックに形成された外周層が重力により落下して偏りが生じるのを防止することができ、特許文献１に比べて外周層の均一性をより向上させることができる。
【００２１】
また、請求項１２に記載の発明では、外周層形成装置は、支持部材の軸方向への移動、軸の軸径方向への移動及び軸の軸周方向を回転方向とする回転運動のうち、少なくとも１つを制御可能な第一の駆動機構、及び、外周層形成ヘッドの軸方向への移動、軸の軸径方向への移動及び軸の軸周方向を回転方向とする回転運動のうち、少なくとも１つを制御可能な第二の駆動機構のうち、少なくとも一方と、電気信号を出力することにより、第一の駆動機構および第二の駆動機構の少なくとも一方の作動を制御する電子制御手段とを備え、電子制御手段が、所定の角度を維持するようにハニカムブロックの外周に対してスキージを相対移動させるための理想軌跡を求めるステップと、スキージを相対移動させた時のスキージの実際の移動軌跡を求めるステップと、理想軌跡と実際の移動軌跡とが一致するように第一の駆動機構および第二の駆動機構の少なくとも一方の作動を制御するステップとを含んでいる。
【００２２】
この請求項１２によれば、第一の駆動手段及び第二の駆動手段のうち少なくとも一方を電子制御手段が求めた理想軌跡に基づいて制御する。さらに、電子制御手段はスキージの実際の移動軌跡を監視し、理想軌跡と一致するように制御する。その結果、スキージの面と外周面に接する仮想面との所定の角度が維持される。これにより、より均一な外周層を形成することができる。
ところで、特許文献１に記載の外周形成装置は、カムを用いてスキージの作動を制御している。このため、煩雑な工程を有するカムの入れ替え無しでは、異なる外周形状を有するハニカムブロックの外周層を形成することができなかった。しかし、本発明は、電子制御手段が第一の駆動機構及び第二の駆動機の少なくとも一方の作動を制御するため、同一構成の外周形成装置を用いて多種多様の外周形状を有するハニカムブロックに外周層を形成することができる。
【００２３】
また、請求項１３に記載の発明のように所定の角度を３０～６０°とすれば、外周層をより均一とすることができる。
【００２４】
また、請求項１４に記載の発明のように、ハニカムブロックの軸方向に直交する断面の形状、楕円形、長円形、略三角形、凹形状、多角形、又は、略多角形である場合に、請求項１１～１３の製造方法は、より効果を発揮することができる。
電子制御手段が、支持部材を作動させる第一の駆動機構及び外周層形成ヘッドを作動させる第二の駆動機構の少なくとも一方を制御する場合には、例えば外周形状が変極点を有する多角形状の場合にも、被外周層形成部材の外周形状に対する所定の角度を一定に保つことができる。
また、楕円、長円形のように外周形状の曲率が変化する形状の場合には、その曲率に応じて所定角度を変化させることもできる。これによれば、例えば曲率の大きい部分と小さい部分とで所定厚さの外周層を形成可能な角度が異なる場合であっても、より均一な外周層

を形成することができる。つまり、種々の形状のハニカムブロックを好適に製造することができ、加えて、結果物であるハニカムブロックの仕様変更や設計変更にも簡便に対応することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２５】

（第一実施形態）

以下、本発明の一実施形態である第一実施形態について図を参照しながら説明する。

図１は、本発明の第一実施形態の外周層形成装置を示す正面図であり、図２は、図１に示した外周層形成装置の側面半断面図である。

なお、構成の理解を容易にするために図１においては、外周層形成ヘッドなどが省略されている。また、図２においては、図１の右側に位置する支持部材などが省略されている。

【００２６】

外周層形成装置１０は、支持部材２１、２２、運動制御機構（第一の駆動機構）２０、４０、５０、外周層形成ヘッド６０及び外周層形成材料供給部７０を備えている。

【００２７】

まず、支持回転機構２０について説明する。支持回転機構２０は、ハニカムブロック（被外周層形成部材）１００の支持及び軸Ｏの軸周方向の回転を制御するもので、支持部材２１、２２、シャフト２３、２４、シャフト受け２５、２６、及びθ軸サーボ２７などから構成される。

【００２８】

支持部材２１、２２は円板状であり、その外形がハニカムブロック１００の断面からはみ出さないような大きさを有している。支持部材２１、２２の支持面２１ａ、２２ａ（支持部材２１、２２とハニカムブロック１００との接触面）は、平行かつ対向するように配置されている。

【００２９】

この支持部材２１、２２は、断面が楕円形状である柱状のハニカムブロック１００を、その軸（楕円の中心軸、図７中、破線Ｏ）の軸方向（図７中、矢印Ｅの方向）の両側から支持する。このハニカムブロック１００については後述する。支持面２１ａ、２２ａは鉛直方向に配置されているため、ハニカムブロック１００（被外周層形成部材）はその軸が水平方向となるように支持される。なお、図２に示すハニカムブロック１００は、図１においては図面の簡略化のために省略してある。

【００３０】

図１中左側に位置する一の支持部材２１は、支持面２１ａと反対側の面の中央付近においてシャフト２３の一端に固定されている。シャフト２３はシャフト受け２５により回転自在に支持されている。また、シャフト２３の支持部材２１と反対側には、ステッピングモータを備えたθ軸サーボ２７が配置されている。つまり、支持部材２１とθ軸サーボ２７とは、θ軸サーボの動力経路がつながっているため、θ軸サーボ２７の作動により、支持部材２１の回転運動を制御することができる。

【００３１】

一方、図１中の右側に位置する他の支持部材２２は、一の支持部材２１と同様にシャフト２４に固定され、シャフト受け２６に支持されている。この他の支持部材２２は、一の支持部材２１とは異なり、動力源であるサーボに連結されていないため、単独で回転運動をすることはない。つまり、他の支持部材２２は、ハニカムブロック１００を支持した状態でのみ、支持部材２１の回転運動に追従することができる。なお、他の支持部材２２は、サーボ等の動力源に連結されることにより、一の支持部材２１と同期して回転運動してもよい。

【００３２】

シャフト受け２５は、支持面２１ａと平行に配置された固定板２９に固定されている。この固定板２９は、支持面２１ａに垂直に配置された支持板３１に固定されている。支持板３１、３２は、その後方側の面で支持スライダー３３、３４及び支持レール３５を介して

スライド可能に基盤４１に配置されている。
【００３３】
これによると、支持板３１、３２と一体の支持部材２１、２２のｚ軸方向（図１参照）の移動を、支持板３１、３２の移動により行うことができる。従って、支持面２１ａと支持面２２ａとの間の距離、つまりハニカムブロック１００の支持動作を支持板３１、３２のｚ軸方向への移動により制御することができる。
【００３４】
なお、固定板２９、３０は、基盤４１に配置されたエアシリンダ３６と接続されている。エアシリンダ３６のｚ軸方向での往復運動により、固定板２９、３０が基盤４１に対し相対的にｚ軸方向でスライドする。固定板２９、３０がスライドすることで、支持面２１ａと支持面２２ａとの間の距離が変化する。すなわち、エアシリンダ３６は、支持面２１ａを支持面２２ａに近づけたり遠ざけたりするものである。
【００３５】
次に、昇降制御機構４０について説明する。昇降制御機構４０は、支持部材２１、２２のｙ軸方向の移動を制御するもので、基盤４１、鉛直スライダー４２、ボールネジ４３、ｙ軸サーボ４４などで構成されている。
【００３６】
基盤４１は、鉛直スライダー４２に取り付けられている。筒状の鉛直スライダー４２は、鉛直方向に伸びるボールネジ４３とその内部で螺合している。ボールネジ４３は、ｙ軸サーボ４４のステッピングモータに連結されている。ｙ軸サーボ４４は、天板４５に固定されている。
【００３７】
このような構成の昇降制御機構４０では、ｙ軸サーボ４４が作動することによりボールネジ４３が回転して、この回転とともに鉛直スライダー４２がｙ軸方向に昇降する。従って、鉛直スライダー４２と一体の基盤４１の鉛直方向への昇降運動をｙ軸サーボ４４に備え付けられたステッピングモータの回転運動により自在に制御することができる。
【００３８】
次に、前後運動制御機構５０について説明する。前後運動制御機構５０は、昇降制御機構４０、ひいては支持回転制御機構２０の前後（ｘ軸）方向の移動を制御するものであり、水平スライダー５１、水平レール５２、ボールネジ５３、及びｘ軸サーボ５４などで構成されている。
【００３９】
昇降制御機構４０は、その下部で水平スライダー５１と連結されている。水平スライダー５１は、水平レール５２上にスライド可能に取り付けられている。水平スライダー５１は、水平方向（ｘ軸方向）に伸びるボールネジ５３と螺合している。ボールネジ５３は、ｘ軸サーボ５４のステッピングモータに連結されている。
【００４０】
このような構成の前後運動制御機構５０は、ｘ軸サーボ５４が備えるステッピングモータの回転によりボールネジ５３が回転し、このボールネジ５３の回転によってボールネジ５３と螺合する水平スライダー５１が、水平レール５２に沿ってｘ軸方向で前後運動する。つまり、水平スライダー５１の前後運動をｘ軸サーボ５４によって自在に制御することができる。
【００４１】
以上述べた、支持回転機構２０、昇降制御機構４０、前後運動制御機構５０が請求項における第一の駆動機構を構成している。
つまり、支持状態のハニカムブロック１００の軸0の軸周方向を回転方向（図７中、矢印Ｃの方向）とする回転運動を支持回転機構２０により制御する。また、ｙ軸方向の昇降運動を昇降制御機構４０により、ｘ軸方向での前後運動を前後運動制御機構５０により制御している。
言い換えると、支持回転機構２０と昇降制御機構４０と前後運動制御機構５０とが共同し

てハニカムブロック１００を支持する支持部材２１、２２のｘ－ｚ平面における上記軸0の軸径方向（図７中、矢印Ｒの方向）への移動、及び、上記軸0の軸周方向を回転方向とする回転運動を自在に制御することができる。

【００４２】

次に、外周層形成ヘッド６０について説明する。外周層形成ヘッド６０は、ハニカムブロック１００との相対的な運動により外周層を形成するためのスキージ６１を備えている。

【００４３】

スキージ６１は、所定の厚さを有する平面視略矩形を有している。このスキージ６１は、ジョイント６２を介してヘッド台６３の上部に固定されている。ジョイント６２は、略半円形状のやや大きい連接具６２ａの両端近傍に、略半円形状のやや小さい連接具６２ｂの両端近傍が内接して、上方の両端近傍同士と下方の両端近傍同士とを貫く止めピンで回動自在に固定されて構成されている。外周層形成ヘッド６０では、スキージ６１とハニカムブロック１００とが近接する面（以下、スキージの近接面ともいう）と反対側の面（以下、スキージの背面ともいう）と、連接具６２ａとが連接され、一方、連接具６２ｂとヘッド台６３の上部とが連接されている。また、止めピンは、ｙ軸方向で存在するように配設されているので、ジョイント６２は首振り機構の役割を果たし、このジョイント６２を中心としてスキージ６１をヘッド台６３に対して左右に振ることができる。

【００４４】

さらに、スキージ６１の背面とヘッド台６３との間には、スキージ６１と水平面とのなす角度を変えることができる角度調節部材６４が取り付けられている。角度調節部材６４の長さを変更することにより、スキージ６１の近接面と水平面との間の角度を適宜変更することができる。

【００４５】

次に、外周層形成材料供給部であるペースト供給装置７０について説明する。ペースト供給装置７０は、シール材ペースト（外周層形成材料）を貯蔵するペースト貯蔵部７１と供給ノズル７２とで構成されている。

【００４６】

ペースト貯蔵部７１は、ヘッド台６３の上部に設置されており、ペースト貯蔵部７１には、シール材ペーストを外部から連続的又は断続的に供給して貯蔵することができる。ペースト貯蔵部７１の側面には、供給ノズル７２が接続されており、この供給ノズル７２は、ペースト貯蔵部７１の側面からスキージ６１とハニカムブロック１００との近接領域まで延びている。供給ノズル７２の供給口は、ハニカムブロック１００の上方に配置されている。

【００４７】

ペースト供給装置７０からのシール材ペーストの供給量は、自動又は手動で増減することができ、ハニカムブロック１００の外形状や、外周層を形成する際の作動条件の変更等に応じて供給量を増減することができる。

【００４８】

供給ノズル７２は、予め決められた位置に固定されて、所定位置にシール材ペーストを供給するように構成されていてもよい。また、ハニカムブロック１００に供給されたシール材ペーストを外周層形成ヘッド６０により伸ばす際に、ハニカムブロック１００のθ軸での回転とともに、ハニカムブロック１００の長手方向Ｆでその先端部分を一定幅で振幅させるように構成されていてもよい。後者の場合には、シール材ペーストは、ハニカムブロック１００の長手方向を振幅方向として外周面１０１で波打ったように供給される。

【００４９】

次に、被外周層形成部材であるハニカムブロック１００について図３、４を参照しながら説明する。図３（ａ）は、外周層形成前のハニカムブロック１００を模式的に示す斜視図であり、図３（ｂ）は、外周層が形成されたハニカム構造体１５０の一例を模式的に示す斜視図である。また、図４（ａ）は、ハニカム構造体１５０を構成するハニカム焼成体１１０を模式的に示す斜視図であり、図４（ｂ）は、そのα－α線断面図である。

【００５０】
ハニカムブロック１００は、ハニカム焼成体１１０がシール材層（接着剤層）１２０を介して複数個結束されたハニカム焼成体の集合体の外周部に断面形状が楕円形となるように切削加工を施したものである。また、ハニカム構造体１５０は、ハニカムブロック１００の外周に外周層１３０を形成することで得られる。
【００５１】
ハニカム焼成体１１０には、長手方向（図４（ａ）中、矢印Ｆの方向）に多数のセル１１１が並設されている。このセル１１１は、セル壁１１２によって隔てられている。ハニカム焼成体１１０に形成されたセル１１１は、排ガスの入口側又は出口側の端部のいずれかが封止材１１３により目封じされ、一のセル１１１に流入した排ガスＧは、必ずセル壁１１２を通過した後、他のセル１１１から流出するようになっており、排ガスＧがこのセル壁１１２を通過する際、パティキュレートがセル壁１１２部分で捕捉されることにより、排ガスＧが浄化される。すなわち、セル壁１１２は、フィルタとして機能するようになっている。
【００５２】
以下、本実施形態のハニカム構造体の製造方法について、工程順に説明する。
ここでは、構成材料の主成分としてセラミック原料である炭化ケイ素粉末を使用した場合のハニカム構造体の製造方法について説明する。
【００５３】
まず、セラミック原料として平均粒子径の異なる炭化ケイ素粉末等の無機粉末と有機バインダとを乾式混合して混合粉末を調製するとともに、液状の可塑剤と潤滑剤と水とを混合して混合液体を調製し、続いて、混合粉末と混合液体とを湿式混合機を用いて混合することにより、成形体製造用の湿潤混合物を調製する。
【００５４】
湿潤混合物は、調製後搬送され、成形機に投入されることとなる。
湿潤混合物を押出成形機に投入すると、湿潤混合物は押出成形により所定の形状のハニカム成形体となる。このハニカム成形体を、マイクロ波乾燥機、熱風乾燥機、誘電乾燥機、減圧乾燥機、真空乾燥機、凍結乾燥機等を用いて乾燥させ、乾燥させたハニカム成形体とする。
【００５５】
次に、切断装置を用いて作製したハニカム成形体の両端を切断する切断工程を行い、ハニカム成形体を所定の長さに切断する。次いで、必要に応じて、入口側セル群の出口側の端部、及び、出口側セル群の入口側の端部に、封止材となる封止材ペーストを所定量充填し、セルを目封じする。このセルの目封じの際には、ハニカム成形体の端面（すなわち切断工程後の切断面）に目封じ用のマスクを当てて、目封じの必要なセルにのみ封止材ペーストを充填する。
【００５６】
封止材ペーストの充填は、必要に応じて行えばよく、封止材ペーストを充填した場合には、例えば、後工程を経て得られたハニカム構造体をハニカムフィルタとして好適に使用することができ、封止材ペーストを充填しなかった場合には、例えば、後工程を経て得られたハニカム構造体を触媒担持体として好適に使用することができる。
【００５７】
次に、封止材ペーストが充填されたハニカム成形体を脱脂するために、ハニカム成形体を脱脂炉投入装置により脱脂炉に搬送する。脱脂炉投入装置によりハニカム成形体を脱脂炉に投入し、所定の条件で脱脂（例えば、３００～５００℃）する。
【００５８】
次いで、脱脂処理を施したハニカム成形体を焼成するために焼成炉に搬送する。
焼成により得られたハニカム焼成体の側面に、シール材層（接着剤層）となるシール材ペーストを均一な厚さで塗布してシール材ペースト層を形成し、このシール材ペースト層の上に、順次他のハニカム焼成体を積層する工程を繰り返し、所定の大きさのハニカム焼成

体の集合体を作製する。なお、シール材ペーストとしては、例えば、無機バインダと有機バインダと無機繊維及び／又は無機粒子とからなるもの等が挙げられる。

【００５９】

次に、このハニカム焼成体の集合体を加熱してシール材ペースト層を乾燥、固化させてシール材層（接着剤層）とする。その後、ダイヤモンドカッター等を用い、ハニカム焼成体がシール材層（接着剤層）を介して複数個接着されたハニカム焼成体の集合体に切削加工を施し、楕円柱形状のハニカムブロックを作製する。このような工程を経て外周層が形成される前のハニカムブロック１００となる。

【００６０】

次に、被外周層形成部材であるハニカムブロックに外周層を形成する際の外周層形成装置の作動を説明する。本実施形態の外周層形成装置は図５に示した電気的構成を有しており、各構成要素は、図５中の矢印の方向で出入力される電気信号に基づき作動する。

【００６１】

電子制御装置（以下ＥＣＵと称す）８１は、図示しないＣＰＵ、ＲＯＭ、ＲＡＭ等からなる周知のマイクロコンピュータとその周辺回路にて構成されるものである。ＥＣＵ８１は、演算処理部８１ａを有している。演算処理部８１ａは、位置センサ８２からの値に基づいて、予め設定されたプログラムに従った演算処理を行ってθ軸サーボ２７、ｙ軸サーボ４４、ｘ軸サーボ５４、及びペースト供給装置７０などに制御信号を出力する。

【００６２】

位置センサ８２は、ハニカムブロック１００の外周１０１と、外周層形成ヘッド６０（ひいては、スキージ６１）との位置関係を検出するものである。この位置センサ８２として、例えば、レーザー、電磁波、超音波などを被計測体（支持部材、外周層形成ヘッド及びハニカムブロックの少なくとも一つ）に照射し、その反射波を受信して座標位置を計測するいわゆる反射型センサを用いることができる。

位置センサ８２は、支持部材２１、２２や外周層形成ヘッド６１に一体的に組み込まれた内部スケールセンサであってもよい。また、サーボ２７、４４、５４のステップ数を演算処理部８１ａが演算することにより位置を検出してもよい。

なお、図５は、位置センサ８２が独立して設けられた場合のブロック図を示している。

【００６３】

また、ＥＣＵ８１は電気信号を出力することにより、サーボ２７、４４、５４、つまりサーボのステップモータの回転制御、及びペースト供給装置７０の材料供給動作の制御を行う。

【００６４】

本実施形態の外周層形成装置は、図６に示したフローチャートに従って作動する。本発明の外周層形成装置１０は、作業者がスタートスイッチを入れること等により動作を開始する。

Ｓ１０では、作業者がハニカムブロック１００を左右の支持部材２１、２２間に支持させる。具体的には、治具等を用いてハニカムブロック１００を支持部材２１、２２に対して所定位置に位置させ、エアシリンダ３６を使用して支持部材２２を移動させる事により行う。

【００６５】

Ｓ２０では、ハニカムブロック１００の外周面１０１とスキージ６１の先端との位置を所定位置に設定する、０点調整を行う。これにより、サーボ２７、４４、５４のステップ、及び位置センサ８２の検出値などが初期値に設定される。

０点調整の方法としては、例えば、支持部材２１、２２により支持したハニカムブロック１００と基準面としての外周層形成ヘッド６０とを僅かに接触させて互いの位置を固定し、その時点でリセットボタンを押すことにより０点調整する方法がある。また、突き当て状態において、ｘ軸サーボ、ｙ軸サーボ及びθ軸サーボのステップ変化が無くなる位置を０点とする方法でもよい。上記のように、スキージ６１を基準面として用いる場合には、変形をほとんど起こさない鉄板等により構成されたスキージ６１を用いればよい。

なお、本実施形態では０点調整は、連続的に（外周層を形成するハニカムブロック１つ毎に）、又は、間欠的に（例えばハニカムブロック１０個作成毎に）行えばよい。

【００６６】

Ｓ３０では、演算処理部８１ａが外周層形成後のハニカムブロック１００の形状に基づいて、外周層形成ヘッド７０の理想（理論上）の軌跡を計算する。この軌跡の算出は、０点に基づいて、各ハニカムブロック１００ごとに行ってもよいし、予め与えられた所定のデータを用いるものであってもよい。

【００６７】

Ｓ４０では、演算処理部８１ａは、Ｓ３０で算出した移動用の理想軌跡のデータ等に基づいて外周層形成材料の供給量を算出する。その算出した供給量のデータに応じて、ＥＣＵ８１が制御信号をペースト供給装置７０に送ることにより、ハニカムブロック１００の外周面１０１に外周層形成材料が供給される。

【００６８】

Ｓ５０では、外周層形成材料をスキージ６１の近接面に供給するのと前後して、又は、供給するのと同時に、上記移動用の軌跡に基づいてハニカムブロック１００の上記軸方向への移動、及び、上記軸の軸周方向を回転方向とする回転運動を開始する。

【００６９】

ＥＣＵ８１は、ステップＳ３０で算出した理想軌跡のデータに基づいて、θ軸サーボ２７、ｙ軸サーボ４４、ｘ軸サーボ５４へ信号を送る。それにより、ハニカムブロック１００の外周面１０１に対する相対位置を制御して、外周層１３０を形成する。

これにより、ペースト供給装置７０からスキージ６１の近接面に供給されたシール材ペーストがハニカムブロック１００の外周面１０１全体に伸ばされて、一定厚さの外周層が形成される。

以上の工程をハニカム構造体の生産計画に基づいた個数（ｎ個）の分、すなわちｎ回繰り返す。

【００７０】

次に、図７、図８及び図９を用いて、外周層を形成する方法について詳述する。図７は、ハニカムブロック１００の外周面１０１とスキージ６１との関係を示す模式図である。

スキージ６１が持つ面Ｂは軸方向に延びており、ハニカムブロック１００の外周面１０１上に存在する方向（図３中、矢印Ｅの方向）と平行な線Ｌを含んでいる。さらに、面Ｂは、外周面１０１に接する仮想面Ａ（以下、単に仮想面ともいう）に対して、所定の角度αをなしている。また、面Ｂの軸方向Ｅでの長さ、つまりスキージ６１の長さは、ハニカムブロック１００の軸方向Ｅの長さと略同一である。

【００７１】

仮想面Ａと面Ｂとがなす所定の角度αは、ハニカムブロック１００の外周面１０１上であれば、いずれの箇所でも成立するので、面Ｂを持つスキージ６１もハニカムブロック１００の外周面１０１上における仮想面Ａとの間において所定の関係を保つことができる。また、ハニカムブロック１００の外周面１０１と、スキージ６１との距離は、外周面に形成する外周層１３０の厚さに応じて設定すればよい。

なお、本明細書において、ハニカムブロック１００の支持部材２１、２２との接触面を端面ともいい、それ以外を側面ともいう。

【００７２】

上述のように、本実施形態の外周層形成装置１０において、スキージの面Ｂとハニカムブロック１００の外周面１０１上における仮想面Ａとは、所定の角度αを形成する関係を有している。この角度αを維持するように、ｘ軸サーボ５４、ｙ軸サーボ４４及びθ軸サーボ２７のそれぞれの運動を制御するためには、ハニカムブロック１を図２中の２点鎖線で示すように移動させる。この時、ハニカムブロック１００の中心軸Ｏは、図２中のｚ軸から見た位置が振れるように回転している。

このようにハニカムブロック１００が回転することにより、ハニカムブロック１００がいずれの軌跡の状態にあっても、外周面１０１上における仮想面Ａとスキージ６１の面Ｂと

は、仮想面Ａと面Ｂとの間の角度がα（図７参照）が一定となっている。
【００７３】
上述のように、スキージ６１の面Ｂと、仮想面Ａとが所定の角度αを維持するように、スキージ６１を外周面１０１に対して相対移動させる制御について説明する。
【００７４】
ハニカムブロック１００を軸方向と直交する方向で切断した際の切断面において、その切断面の外周（以下、単に外周ともいう）を、所定の半径の円の円弧部分が集合して形成された外周として扱い、各円弧が属する円の中心を、ハニカムブロック１００の軸方向を中心とした回転の回転中心とするように、円弧長に対する中心角の分だけハニカムブロック１００をθ軸サーボ２７により回転させる。この原理により、被外周層形成部材としてのハニカムブロックの形状が、楕円柱形状に限定されることなく、他の任意の形状を有するハニカムブロックにも適用することができる。ただし、上記原理では、各円弧が属する円の中心と、ハニカムブロック１００を支持する面の中心（支持部材の回転中心。以下、支持中心ともいう。）とは必ずしも一致しないので、以下のような手順を行うことで上記の不一致を修正する。
【００７５】
上記不一致の修正は、以下の手順１）～１１）により行うことができる。ここでは、ハニカムブロックの形状が、楕円柱形状である場合の手順を示すが、他の形状であってもこの原理を適宜変更することで適用することができる。
【００７６】
まず、ＥＣＵ８１内部で行われる演算処理工程（Ｓ３０）についての詳細を説明する。図８は、演算処理工程（Ｓ３０）を示すフローチャートであり、図９（ａ）～（ｃ）は、被外周層形成部材に外周層を形成するための原理を示す模式図である。
【００７７】
この演算処理工程（Ｓ３０）は、支持部材２１、２２がハニカムブロック１００を支持したことをセンサが感知し、ＥＣＵ８１に検知信号を出力することなどをきっかけとしてされる。
【００７８】
１）図９（ａ）に示すように楕円状の外周の短軸と長軸とをそれぞれｘ軸及びｙ軸に対応させて、ハニカムブロック１００の支持中心Ｏを原点に一致させるようにｘ－ｙ座標を設定する（ステップＳ３０５）。
２）ｘ軸と外周とが交わる点において、スキージ６１と外周とを所定角度で接触させ、その交点Ａの座標を（ａ，０）とする（図９（ａ）を参照）（ステップＳ３１０）。このときの交点Ａにおける外周の接線はｙ軸と平行になり、また、交点Ａにおける接線とスキージ６１との間の角度は、所定の角度αである。
３）外周上の任意の点（以下、外周点Ｂともいう）を座標（ｘ，ｙ）にとり、この外周点Ｂにおける接線Ｈをひき、外周点Ｂが属する円弧の中心Ｃを求め、この円弧中心Ｃの座標を（ｅ，ｆ）とする（ステップＳ３１５）。このときのｘ軸と線分ＢＣとの間の角度をθとすると、下記式（ｉ）が成り立つ。

$$\theta = \arctan((y-f)/(x-e)) \quad (i)$$

４）外周点Ｂ（座標（ｘ，ｙ））を交点Ａ（座標（ａ，０））の位置まで平行移動させる。これにともなって、外周点Ｂでの接線Ｈが交点Ａを通るようになり、また、支持中心Ｏも座標（０，０）から（ａ－ｘ，－ｙ）まで平行移動することになる（図９（ｂ）を参照）（ステップＳ３２０）。
５）そして、外周点Ｂ（図９（ｂ）では交点Ａと一致している）における接線Ｈがｙ軸と平行になるように、交点Ａ（ａ，０）を中心として、移動後の支持中心Ｏ′（座標（ａ－ｘ，－ｙ））を角度θの分だけ回転させる（図９（ｂ）、（ｃ）を参照）（ステップＳ３２５）。交点Ａを中心とした支持中心Ｏ′の回転の行列式は次式（ｉｉ）で表される。
【００７９】

【数１】

$$\begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -x \\ -y \end{pmatrix}$$

$$=(-x\cos\theta - y\sin\theta,\ x\sin\theta - y\cos\theta) \quad \text{(ii)}$$

$$\left( \text{式中、} \theta = \arctan\left( \frac{y-f}{x-e} \right) \right)$$

【００８０】

ただし、式（ｉｉ）では、交点Ａを原点とするような回転のための行列変換を行っているので、次式（ｉｉｉ）のように、得られた座標に（ａ，０）を加えて平行移動させることにより、原点Ｏを中心とした座標系における回転後の支持中心Ｏ′′の座標を得ることができる（ステップＳ３３０）。

【００８１】

【数２】

$$O''(-x\cos\theta - y\sin\theta + a,\ x\sin\theta - y\cos\theta) \quad \text{(iii)}$$

$$\left( \text{式中、} \theta = \arctan\left( \frac{y-f}{x-e} \right) \right)$$

【００８２】

６）このような座標の移動により、ハニカムブロック１００の支持中心Ｏから支持中心Ｏ′′に移動する際に描く軌跡が得られる（図９（ｃ）における実線の矢印）。また、回転後における外周面上における仮想面とスキージ６１の面との関係として、図９（ｃ）に示す外周点Ｂ（交点Ａと重なっている）における接線Ｈが、スキージ６１と所定の角度αをなしている。すなわち、支持中心が上記軌跡を描くことによって、スキージ６１の面は、外周面上における仮想面と所定の角度αを維持しながら、交点Ａから外周点Ｂまで外周面に沿って移動することができる。

【００８３】

ここでは、説明の便宜のために、回転角度θを大きくして説明したが、実際には、回転角度θを微小角度にして、ハニカムブロック１００の外周面の全外周にわたるように多数点において上記回転の行列変換を行って（ステップＳ３３５）、ハニカムブロック１００の支持中心が描く理想軌跡を求めることになる（ステップＳ３４０）。

なお、ステップＳ３３５において、ハニカムブロック１００の外周面の全外周にわたって求める回転後の支持中心Ｏ′′の点数（ｎ数）の設定については、ハニカムブロック（被外周層形成部材）１００の形状に応じ、任意の判断基準に基づいて設定することができる。

以上のステップにより、被外周層形成部材としてのハニカムブロック１００を上記所定の角度を維持するように移動させるための理想軌跡を予め求めることができる。

【００８４】

７）このようにして求めた理想軌跡に基づき、この理想軌跡を形成する支持中心の座標をｘ軸成分、ｙ軸成分及びθ軸成分（回転角度θに相当する）に分解し、時間の進行に応じたそれぞれの成分ごとの成分軌跡を求める（ステップＳ３４５）。

【００８５】

次に、図１０を用いて制御工程（Ｓ５０）について説明する。

８）ｘ軸サーボ、ｙ軸サーボ及びθ軸サーボのそれぞれの動作を制御する制御機構（図示せず）に、ステップＳ３４５で求めた成分軌跡を入力する（ステップＳ５０５）。

９）支持部材によりハニカムブロック１００を支持し、入力した成分軌跡に基づいて、実際に、ｘ軸サーボ、ｙ軸サーボ及びθ軸サーボを作動させるとともに、その際の支持中心の位置データ及び回転角度データを位置センサによりモニタリングしながら支持中心の軌跡を追跡する（ステップＳ５１０）。

以上のステップにより、ハニカムブロック１００を所定の角度を維持するように移動させたときの軌跡を追跡して実際の追跡軌跡を求めることができる。

【００８６】

１０）追跡軌跡と計算により求めた理想軌跡との差を求め、追跡軌跡が理想軌跡に可及的に一致するように位置データ及び回転角度データを補正する（ステップＳ５１５）。

１１）ステップＳ５１５で補正した各種データに基づいて、ステップＳ５０５～ステップＳ５１５までの手順を所定回数繰り返し、さらに追跡軌跡と理想軌跡との差を許容範囲内に収まるように小さくする（ステップＳ５２０）。

以上のステップにより、理想軌跡と追跡軌跡との差を可及的に小さくするように追跡軌跡を補正することができる。

【００８７】

追跡軌跡の補正により理想軌跡と追跡軌跡との差が許容範囲内になったら、その補正後の追跡軌跡（移動用の軌跡）に係る成分軌跡を上記制御機構に入力し、外周層形成装置による外周層の形成を開始する（ステップＳ５２５）。上記成分軌跡は、例えば、移動用の軌跡を各時間におけるｘ成分、ｙ成分及びθ成分に分解することにより得られる。

【００８８】

これらのステップにより、外周層形成ヘッド６０が有するスキージ６１とハニカムブロック１００の外周面１０１とは、図７に示した所定の関係を維持しながら相対的に移動することになる。

【００８９】

以下、本実施形態の外周層形成装置及び外周形成装置を用いて製造したハニカム構造体の製造方法についての作用効果を列挙する。

（１）支持部材２１、２２が柱状のハニカムブロック１００を、その軸が水平方向となるように軸方向の両側から支持するので、外周層１３０が重力によって偏ることを防止することができ、外周層の均一性をより向上させることができる。

また、ハニカムブロックから落下するシール材ペーストを低減することできるため、落下したシール材ペーストが外周層形成装置の回転軸等に付着する事態を防止することができ、回転軸の回転不良などの不具合の発生を防止することができる。

これにより、回転軸を頻繁に掃除する必要がなくなるので、メンテナンスの回数を低減させることができ、ランニングコストの低減も図ることができる。

【００９０】

（２）シール材ペーストをハニカムブロック１００の外周面に供給するペースト供給装置８０が備えられており、連続的にハニカム構造体の外周層を形成することができる。また、供給ノズル７２がハニカムブロック１００の支持状態における上方に配置されているため、外周層形成材料の落下方向に外周面１０１が位置する。これにより、外周層形成材料の落下を低減することができる。

【００９１】

（３）本実施形態の外周層形成装置１０は、支持部材２１、２２の軸方向への移動、軸の軸径方向への移動及び軸の軸周方向を回転方向とする回転運動のうち、少なくとも１つを

制御可能な運動制御機構２０、４０、５０を備えている。これにより、上記所定角度αを維持しながら、スキージに対して被外周層形成部材を移動させることができ、ハニカムブロック１００の外形状に関わらず、所定の厚さで効率的に外周層１３０を形成することができる。

【００９２】

（４）ＥＣＵ８１が運動制御機構２０、４０、５０の作動を制御するため、複雑な機構や煩雑な工程を必要とすることなく、同一構成の外周形成装置を用いて多種多様の外周形状を有するハニカムブロック１００に外周層を形成することができる。

【００９３】

（５）ハニカムブロック１００の外周面とスキージとの間の角度は、所定の角度αで一定であるので、より均一な外周層を形成することができる。外周層が均一となるため、外周層形成後のハニカムブロック（すなわち、ハニカム構造体）からの排ガス漏れを防止することができるとともに、セル壁の欠け等を防止することができ、良好な外観を得ることができる。

【００９４】

（６）ハニカムブロック１００の軸方向に直交する断面の形状が外周形状の曲率が変化する楕円形状の場合であっても、その曲率に応じて所定角度を対応させることもでき、均一厚さの外周層を形成することができる。

【実施例】

【００９５】

以下、本発明の第一実施形態をより具体的に開示した実施例を示す。

（実施例１）

平均粒径１０μｍのα型炭化ケイ素粉末２５０ｋｇと、平均粒径０．５μｍのα型炭化ケイ素粉末１００ｋｇと、有機バインダ（メチルセルロース）と３０ｋｇとを混合し、混合粉末を調製した。

次に、別途、潤滑剤（日本油脂社製　ユニルーブ）２２ｋｇと、可塑剤（グリセリン）５ｋｇと、水６５ｋｇとを混合して液体混合物を調製し、この液体混合物と混合粉末とを湿式混合機を用いて混合し、湿潤混合物を調製した。

なお、ここで調製した湿潤混合物の水分含有量は、２４重量％であった。

【００９６】

次に、搬送装置を用いて、この湿潤混合物を押出成形機に搬送し、押出成形機の原料投入口に投入した。

なお、押出成形機投入直前の湿潤混合物の水分含有量は、２３．５重量％であった。

そして、押出成形により、図４に示した形状の成形体を作製した。

【００９７】

次に、マイクロ波乾燥機等を用いて上記生成形体を乾燥させた後、上記湿潤混合物と同様の組成の封止材ペーストを所定のセルに充填した。

次いで、再び乾燥機を用いて乾燥させた後、４００℃で脱脂し、常圧のアルゴン雰囲気下２２００℃、３時間で焼成を行うことにより、気孔率が４０％、平均気孔径が１１μｍ、その大きさが３４．３ｍｍ×３４．３ｍｍ×２５０ｍｍ、セルの数（セル密度）が４６．５個／ｃｍ$^2$、セル壁の厚さが０．３０ｍｍの炭化ケイ素焼結体からなるハニカム焼成体を製造した。

【００９８】

平均繊維長３０μｍのアルミナファイバ３０重量％、平均粒径０．６μｍの炭化ケイ素粒子３２重量％、シリカゾル２５重量％、カルボキシメチルセルロース５．６重量％、及び、水２８．４重量％を含む耐熱性のシール材ペーストを用いてハニカム焼成体を多数接着させ（シール材層（接着剤層）の厚さ１ｍｍ）、さらに、１３０℃で乾燥させた。続いて、乾燥したハニカム焼成体の集合体をダイヤモンドカッターを用いて切断することにより、図３（ａ）に示すように、その長手方向（図３（ａ）に示した両矢印Ｅの方向）に直交する断面が長軸２０６．４ｍｍ、短軸９９．４ｍｍの楕円柱状であるハニカムブロック１

００を作製した。
【００９９】
次に、無機繊維としてシリカ－アルミナファイバ（平均繊維長１００μｍ、平均繊維径１０μｍ）２３．３重量％、無機粒子として平均粒径０．３μｍの炭化ケイ素粉末３０．２重量％、無機バインダとしてシリカゾル（ゾル中のＳｉＯ$_2$の含有率：３０重量％）７重量％、有機バインダとしてカルボキシメチルセルロース０．５重量％及び水３９重量％を混合、混練してシール材ペーストを調製した。
【０１００】
次に、第一実施形態の外周層形成装置１０を用いて、上記シール材ペーストによりハニカムブロック１００の外周面に外周層１３０を形成した。外周層形成装置１０の具体的な仕様や外周層を形成する手順としては、以下の通りである。
支持面にウレタン層が形成された支持部材２１、２２により、ハニカムブロック１００を２００ｋｇの押圧で挟持した。次いで、外周層形成ヘッド６０のスキージ６１の面と外周面上における仮想面との間の角度αを６０°とし（図７参照）、外周面とゴム製のスキージ６１とがちょうど接触するように設定した。その後、ハニカムブロック１００とスキージ６１との間の相対速度がほぼ７ｍ／ｍｉｎとなるように、上記角度αを維持しながらハニカムブロック１００をｘ軸サーボ、ｙ軸サーボ、及び、θ軸サーボの作動により移動させた。この間に、外周層形成材料供給部７０から上記シール材ペーストを２００ｇ供給した。このようにして、ハニカムブロック１００の外周面に厚さ０．３ｍｍの外周層１３０を形成した。
【０１０１】
そして、このシール材ペーストを１３０℃で乾燥することで、断面形状が長軸２０７ｍｍ、短軸１００ｍｍの楕円形状であり、長さが２５４ｍｍであって、シール材ペーストを乾燥させた外周層１３０が外周面に形成された楕円柱状のハニカム構造体１５０を作製した。
【０１０２】
（実施例２）
上記所定の角度αを表１に示す値に設定したこと以外は、実施例１と同様にハニカム構造体を作製した。
【０１０３】
（実施例３、４）
上記所定の角度αを表１に示す値に設定し、スキージの先端部分（ハニカムブロックとの近接部分）を図１４に示したように斜めに切り落としたような形状として、切り落とし角度βを設定したこと以外は、実施例１と同様にハニカム構造体を作製した。
【０１０４】
（参考例１～４）
上記所定の角度α、スキージの先端部分の切り落とし加工の有無、及び、切り落とし角度βを表１に示すように設定したこと以外は、実施例１と同様にハニカム構造体を作製した。
【０１０５】
（比較例１）
ハニカムブロックの外周面とスキージとの間の角度を一定に維持することなく外周層を形成したこと以外は、実施例１と同様にハニカム構造体を作製した。
上記角度を一定に維持せずに外周層を形成する方法としては、ハニカムブロックの運動を制御しつつ移動させるのに、ｙ軸サーボを作動させずにｘ軸サーボ及びθ軸サーボのみを作動させて外周層を形成するという手順を採用した。具体的には、ハニカムブロックの両端面をその断面の長軸が水平となるように支持部材２１、２２で支持し、外周面上における仮想面とスキージの面との間の初期角度が６０°となるように外周層形成ヘッド６０を配置した。次いで、外周面とスキージ６１との最短距離を一定に維持するように、θ軸サーボによる回転とともにｘ軸サーボによるｘ軸方向での移動を行う。図９で示す断面の模

式図でいうところの原点Ｏは、ｙ軸方向では移動せずにｘ軸方向でのみ移動する。この手順では、上記最短距離が一定になるものの、外周面とスキージとの間の角度は一定ではない。

【０１０６】

実施例１～４、参考例１～４、及び、比較例１で作製したハニカム構造体について、それぞれ以下の項目について評価を行った。

【０１０７】

（目視による外観の評価）

支持部材を支持するシャフトへのシール材ペーストの付着、及び、作製したハニカム構造体について、それらの外観の状態を目視にて調べた。

【０１０８】

（表面粗さ測定）

ＪＩＳ　Ｂ　０６０１－１９８２に基づき、ハニカム構造体の側面の最も曲率の小さい箇所において、触針式面粗度測定装置（東京精密社製）を用い、トレース速度０．３ｍｍ／ｓ、カットオフ２．５ｍｍ、基準長さ２．５ｍｍ、縦倍率５００倍にて円周方向に走査し、表面粗さ（Ｒｍａｘ）を測定した。

【０１０９】

（排ガス漏れ試験）

作製したハニカム構造体について、図１１に示したような排ガス漏れ試験装置２７０を用いて排ガス漏れ試験を行った。図１１は、排ガス漏れ試験装置の説明図である。

【０１１０】

この排ガス漏れ試験装置２７０は、２Ｌのコモンレール式ディーゼルエンジン２７６と、エンジン２７６からの排ガスを流通させる排ガス管２７７と、排ガス管２７７に接続されこの排ガス管２７７の一部を構成する金属ケーシング２７１と、過剰の排ガスを排出する配管２８０とで構成されている。金属ケーシング２７１は、エンジン２７６から１００ｃｍの距離で配置されており、この金属ケーシング２７１に、厚さ８．５ｍｍのセラミックファイバー製マット２７２を巻いたハニカム構造体１５０を固定する。ここで、ハニカム構造体１５０としては、実施例、参考例及び比較例のそれぞれで作製したハニカム構造体を用いた。

【０１１１】

排ガス漏れ試験は、エンジン２７６を回転数が３０００ｍｉｎ$^{-1}$、トルクが５０Ｎｍで３０分間運転し、エンジン２７６からの排ガスをハニカム構造体１５０に流通させて、外周層から排ガスが漏れて、マット２７２へススが付着しているか否かを確認することで行った。

【０１１２】

（外周層の厚さの測定）

作製したハニカム構造体の外周層について、この外周層を任意の箇所で５等分し、それぞれ等分した外周上の５箇所で、工場顕微鏡ＴＭＭ（トプコン社製）を用い、外周層においての厚さを測定した。

それぞれの評価の結果を表１に示す。

【０１１３】

【表１】

| | | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4 | 参考例1 | 参考例2 | 参考例3 | 参考例4 | 比較例1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 角度α | | 30° | 60° | 60° | 60° | 0° | 90° | 60° | 60° | 一定でない |
| 斜めの切り落とし | | なし | なし | 有り | 有り | なし | なし | 有り | 有り | なし |
| 角度β | | — | — | 4° | 8° | — | — | 0° | 12° | — |
| 外観 | | 良好 | 良好 | 良好 | 良好 | 厚さ不均一、僅かに凹凸 | 薄い、僅かに凹凸 | 厚さ不均一、僅かに凹凸 | 薄い | 外周層欠け、凹凸あり |
| 表面粗さ(Rmax)〈μm〉 | | 86 | 85 | 89 | 85 | 105 | 101 | 103 | 92 | 110 |
| 排ガス漏れ試験（ススの付着） | | ほとんど付着無し | ほとんど付着無し | ほとんど付着無し | ほとんど付着無し | ごく一部付着有り | ごく一部付着有り | ごく一部付着有り | ほとんど付着無し | 広範囲にわたって付着有 |
| 外周層の厚さ(mm) | 1 | 0.23 | 0.18 | 0.24 | 0.21 | 0.27 | 0.11 | 0.38 | 0.20 | 0.49 |
| | 2 | 0.41 | 0.22 | 0.28 | 0.26 | 0.15 | 0.15 | 0.21 | 0.15 | 0.22 |
| | 3 | 0.19 | 0.34 | 0.27 | 0.25 | 0.45 | 0.14 | 0.12 | 0.27 | 0.55 |
| | 4 | 0.25 | 0.39 | 0.30 | 0.31 | 0.32 | 0.22 | 0.37 | 0.11 | 0.35 |
| | 5 | 0.22 | 0.20 | 0.32 | 0.26 | 0.12 | 0.17 | 0.21 | 0.23 | 0.19 |
| | 平均 | 0.26 | 0.27 | 0.28 | 0.26 | 0.26 | 0.16 | 0.26 | 0.19 | 0.36 |
| | 標準偏差 | 0.09 | 0.09 | 0.03 | 0.04 | 0.13 | 0.04 | 0.11 | 0.06 | 0.16 |

【０１１４】

実施例１～４及び参考例１～４では、回転軸などへのシール材ペーストの付着が見られず、また、外周層を形成する手順の間の回転運動の不具合等も生じることなく、ハニカムブ

ロックの外周面に外周層を形成することができた。
【０１１５】
表１から明らかなように、実施例１～４では、外観に凹凸もなく良好であり、表面粗さも小さく、排ガス漏れ試験でもマット２７２へのススの付着はほとんど見られなかった。また、外周層１３０の厚さもばらつきがなく、均一な厚さで形成されていた。参考例１～４においては、外観にわずかに凹凸が生じ、表面粗さも実施例より若干大きくなり、排ガス漏れ試験ではマット２７２のごく一部にススが付着しており、かつ外周層の厚さに若干のばらつきがあった。しかしながら、製品としての使用には問題がない程度であり、概ね良好な結果であった。
【０１１６】
一方、比較例１では、支持部材の回転運動に不具合は生じなかったものの、ハニカム構造体の外周層に欠けが生じており、その欠けに起因してか、排ガス漏れ試験においてもススがマット２７２において広範囲にわたって付着していた。また、表面粗さも大きく、外周層の厚さにも大きなばらつきが見られ、良好な結果を得ることができなかった。
【０１１７】
これにより、外周面上における仮想面とスキージの面との間で所定の角度αを維持するように外周層を形成することで、均一な厚さを有する外周層を形成することができると言える。また、上記角度αの値は特に限定されないが、３０～６０°の範囲であれば、さらに均一かつ偏りのない外周層を形成しやすくなる。
【０１１８】
つまり、第一実施形態の外周層形成装置を用いてハニカムブロックの外周面に外周層を形成することにより、支持部材の回転運動の不具合等を生じさせることなく、均一な厚さを有し、排ガスの漏れが低減された外周層を有するハニカム構造体を効率的に製造することができる（作用効果（５））。
また、作用効果（７）として、角度αの値が、３０～６０°の範囲であれば、さらに均一かつ偏りのない外周層を形成することができる。
【０１１９】
（第二実施形態）
図１２に示す本実施形態の外周層形成装置は、シール材ペーストをハニカムブロック１００の外周面に供給するペースト供給装置７０の供給ノズル７２が外周層形成ヘッド７０と一体に配置されるとともに、スキージ６１の進行方向Ｐに配置されている。
【０１２０】
この供給ノズル７２の先端部分におけるシール材ペーストの供給口の形状は、特に限定されず、円形、正方形、矩形、楕円形、細長い矩形、又は、これらの組み合わせ、その他任意の形状であってもよい。また、一の供給ノズル７２の先端部分に一の供給口が形成されていてもよいし、複数の供給口が形成されていてもよい。
【０１２１】
また、ペースト供給装置７０と外周層形成ヘッド６０とが一体に構成されている態様としては、例えば、スキージ６１の近接面まで供給ノズル７２が延びているのではなく、スキージ６１の近接面に至るように形成されたスリットを通してシール材ペーストを外周面１０１に供給する等の態様を例示することができる。
【０１２２】
ペースト供給装置７０が、外周層形成ヘッド６０の内部に設置されていると、シール材ペーストの外周面への供給と略同時に、ハニカムブロック１００の外周面に外周層が形成される。
【０１２３】
このような実施形態でも第一実施形態の作用効果（１）～（６）を有するとともに、外周層形成ヘッドとペースト供給装置とを最も近接した状態で配置することができるので、材料の落下防止効果をより発揮することができる。
また、外周層形成ヘッド６０とペースト供給装置７０とが別体の場合に生じるような両者

の接触という不測の事態を防止するという作用効果を発揮することができる。

【０１２４】

さらに、特に外周層形成開始直後には、外周層１３０が形成されていない外周面１０１とスキージ６１とが接触し、スキージ６１が破損する場合がある。しかし、本実施形態では供給ノズル７２が外周面１０１に供給した材料が即スキージ６１に接触するため、上記の問題も解決することができる。

【０１２５】

（第三実施形態）

本実施形態では、第一実施形態に加えて、外周面における周速度を制御するような手順を有している。この場合は、下記のように、θ軸サーボによる回転運動の角速度を制御することで、外周面の周速度を制御することができる。簡単には、一定値である理想角速度をωとし、円弧の集合とみなした外周において、各円弧領域が属する円の半径の値で、各円弧領域ごとに理想角速度ωを除する。これにより、一の円弧領域が属する円の半径が、外周を構成する各円弧領域ごとに変化する場合でも、角速度ωをその円の半径により除しているので、その円の円周（すなわち、外周）における周速度は一定となる。

【０１２６】

このような外周層形成装置では、作用効果（１）～（６）を発揮することができるとともに、ハニカムブロック１００の外周面１０１における周速度も制御する。そのため、ハニカムブロック１００の外周形状の曲率の変化等が生じても、ハニカムブロック１００の外周面１０１と外周層形成ヘッド６０との間に生じる応力を一定に保つことができる。その結果、外周面に一定の厚さで外周層を形成することができる。

【０１２７】

（第四実施形態）

第一実施形態では、支持回転機構２０、昇降制御機構４０、及び前後運動制御機構５０がハニカムブロック１００を移動させることにより、外周層形成ヘッドとハニカムブロック１００の外周面１０１との相対位置を制御した例を示した。

本実施形態では、支持回転機構２０、昇降制御機構４０、及び前後運動制御機構５０に代えて、外周層形成ヘッド６０の軸方向Ｏへの移動、軸Ｏの軸径方向Ｒへの移動及び軸Ｏの軸周方向Ｃを回転方向とする回転運動のうち、少なくとも１つを制御可能な第二の駆動機構（θ軸サーボ、ｘ軸サーボ、ｙ軸サーボ、図示せず）を備えている。

これによっても、第一実施形態と同様の作動により、ハニカムブロック１００に外周層１３０を形成することができる。

【０１２８】

したがって、本実施形態においても、第一実施形態で述べた効果（１）～（６）を発揮できることは当然である。

なお、第一実施形態に追加して、第二の駆動手段を備えれば、ハニカムブロック１００及び外周層形成ヘッドの軸Ｏの軸径方向Ｒへの移動、及び、軸Ｏの軸周方向Ｃを回転方向とする回転運動を制御できる。これにより、より容易に曲率の大きい外周形状を有するハニカムブロック１００の外周面１０１に均一な外周層１３０を形成することができる。

【０１２９】

（第五実施形態）

第一実施形態の外周層形成装置は、上記軸の軸径方向の移動のための駆動機構として、ｘ軸サーボ及びｙ軸サーボを備えているが、さらに、ｚ軸方向への移動を制御することのできるｚ軸サーボを備えることにより、上記軸方向Ｅへの移動（図１に示すｚ軸方向での移動）を制御することもできる。

【０１３０】

これによると、支持部材２１、２２がハニカムブロック１００を支持する動作も作業者の手によらず自動的に行うことができる。

また、例えば、樽のような軸方向に直交する断面の面積が軸方向に移動するにつれて変化するような外形状を有するハニカムブロックにも外周層を形成することができる。なお、

本実施形態においても、第一実施形態の作用効果（１）～（６）を発揮することができる。

【０１３１】

（第六実施形態）

第一実施形態では、０点調整を行った例を示したが、ハニカムブロック１００を支持部材２１、２２の所定位置に精確に支持することができれば、０点調整を廃止することができる。ハニカムブロック１００を支持部材２１、２２の所定位置に精確に指示する方法としては、固定治具を使用する方法がある。

上記固定用治具としては特に限定されず、例えば、ハニカムブロックの端面と同形状の凹部を有するウレタン製の固定用治具等が挙げられる。このような固定用治具を用いるには、支持部材２１、２２のハニカムブロック１００の端面との接触面と、上記治具の凹部のハニカムブロック１００の端面との接触面とが略同一面となるように支持部材の周囲に取り付ける等すればよい。

これによると、第一実施形態の作用効果（１）～（６）を発揮することができるとともに、０点調整の煩雑さを減少させることができる。

【０１３２】

（第七実施形態）

第一実施形態の外周層形成装置を用いてハニカムブロックの外周面に外周層を形成すると、形成した外周層が均一な厚さを有し、偏りなく外周層が形成されている。従って、このような外周層を有するハニカム構造体においては、形成した外周層にクラック等が発生しにくく、外観が良好であり、製品として使用した際の排ガスの漏れを有効に防止することができる。

【０１３３】

このようにしてハニカムブロックの外周面に外周層を形成した後、必要に応じて、外周層が形成されたハニカムブロック、すなわちハニカム構造体に触媒を担持させる。上記触媒の担持は集合体を作製する前のハニカム焼成体に行ってもよい。

触媒を担持させる場合には、ハニカム構造体の表面に高い比表面積のアルミナ膜を形成し、このアルミナ膜の表面に助触媒、及び、白金等の触媒を付与することが望ましい。

これにより、排ガス中に含まれる有害なガス成分やパティキュレートを分解除去することができる。

【０１３４】

（第八実施形態）

第一実施形態で説明したハニカムブロック１００は、複数のハニカム焼成体がシール材層（接着剤層）を介して結束された構成を有する集合型ハニカム構造体であるが、ハニカムブロックは、１つのハニカム焼成体から構成されている、いわゆる一体型ハニカム構造体であってもよい。

【０１３５】

このような一体型ハニカム構造体を製造する場合は、まず、押出成形により成形するハニカム成形体の大きさが、集合型ハニカム構造体を製造する場合に比べて大きい以外は、集合型ハニカム構造体を製造する場合と同様の方法を用いて、ハニカム成形体を作製する。

【０１３６】

次に、集合型ハニカム構造体の製造と同様に、上記ハニカム成形体を、マイクロ波乾燥機、熱風乾燥機、誘電乾燥機、減圧乾燥機、真空乾燥機、凍結乾燥機等を用いて乾燥させる。

次いで、乾燥させたハニカム成形体の両端部を切断する切断工程を行う。

【０１３７】

次に、入口側セル群の出口側の端部、及び、出口側セル群の入口側の端部に、封止材となる封止材ペーストを所定量充填し、セルを目封じする。

その後、集合型ハニカム構造体の製造と同様に、脱脂、焼成を行うことにより一のハニカム焼成体からなるハニカムブロックを製造する。そして第一実施形態の外周層形成装置を

用いてハニカムブロックの外周面に外周層を形成することにより、外周層が形成された一体型ハニカム構造体を製造することができる。
ここで一体型ハニカム構造体の主な構成材料として、コージェライトやチタン酸アルミニウムを用いることができる。
また、上記一体型ハニカム構造体にも、触媒を担持させてもよい。
本実施形態においても、当然に第一実施形態の作用効果（１）～（６）を発揮することができる。
【０１３８】
（第九実施形態）
これまで、第一実施形態のハニカムブロックとして、排ガス中のパティキュレートを補集するためのハニカムフィルタに用いられるハニカムブロックを中心に説明したが、ハニカム焼成体の目封じを行わない場合には、上記ハニカムブロックは、排ガスを浄化する触媒担体（ハニカム触媒）としても好適に使用することができる。
もちろん本実施形態においても、第一実施形態の作用効果（１）～（７）を発揮することができる。
【０１３９】
（その他の実施形態）
第一実施形態におけるハニカムブロック１００の製造方法は、以下のようにしてもよい。
支持部材の支持面の面積は、被外周層形成部材の支持部材との接触面の面積よりも小さいことが望ましい。
上記支持面の面積が上記接触面の面積よりも大きくても、効率的に外周層を形成することができるが、上記支持面の面積が上記接触面の面積よりも小さいと、スキージの軸方向の長さを被外周層形成部材の軸方向（図７中、矢印Ｅの方向）の長さにわたるような大きさにすることができ、より効率的かつ均一に外周層を形成することができるので望ましい。
【０１４０】
スキージの軸方向の長さは、被外周層形成部材の軸方向の長さと同じか、又は、それよりも長い方が望ましい。
スキージの軸方向の長さは、被外周層形成部材の軸方向の長さに対して、同じであっても、長くても、短くてもよい。スキージの軸方向の長さが被外周層形成部材の軸方向の長さより短い場合には、スキージを外周面に沿って移動させた後、外周面において新たに外周層を形成する部分に位置するように、スキージを軸方向にスライドさせて、さらに、外周面に沿って移動させて外周層を形成すればよい。しかし、スキージの軸方向の長さが被外周層形成部材の軸方向の長さより長いと、スキージが被外周層形成部材の外周に沿って移動することにより、外周層形成材料を一回又は複数回の移動により外周面全体に伸ばすことができ、外周層を形成する動作の効率化を図ることができるとともに、より均一な外周層を形成することができる。
【０１４１】
支持部材の支持面には、合成ゴム、天然ゴム、シリコン樹脂、ウレタン樹脂、エポキシ樹脂、プロピレン樹脂等の弾性材料から構成された緩衝層が設けられていることが望ましい。
支持部材の支持面に上記緩衝層が形成されていると、被外周層形成部材を支持する際の破損を防止することができ、また、緩衝層が滑り止めの役割を果たすことができるので、被外周層形成部材を支持するのに適切な圧力で支持することができる。
【０１４２】
図１３（ａ）は、第一実施形態のスキージ６１の断面形状の一例を示す模式図であり、図１３（ｂ）は、スキージ６１１の断面形状の別の一例を示す模式図であり、図１３（ｃ）は、スキージ６１２の断面形状のさらに別の一例を示す模式図である。また、図１４は、スキージ６１３の断面形状の他の一例を示す模式図である。
外周層形成ヘッド６０が有するスキージの断面形状としては、図１３（ａ）に示したスキージ６１１のように矩形であってもよい。この場合には、ハニカムブロック１００の軸方

向に垂直な断面における接線（ここでは便宜的に接線Ｈとする）と矩形の長辺との間の角度が、所定の角度αとなる。

【０１４３】

また、スキージの断面形状としては、図１３（ｂ）に示したように、図１３（ａ）に示した矩形と比較して、下辺が長くなるとともに、平行な一長辺の下部が下辺に向かって湾曲した形状であってもよい。スキージ６１１が図１３（ｂ）に示したような形状を有していると、スキージ６１１が、湾曲した領域において外周層を形成するのに充分量の外周層形成材料を保持することができるので、ハニカムブロック１００の外周面にスムーズに外周層を形成することができる。この場合には、矩形と仮定した場合の長辺と上記接線Ｌとの間の角度が所定の角度αとなる。

【０１４４】

上記の他、スキージの断面形状としては、図１４に示したように、矩形の一端を切り落とした幅広の台形状であってもよい。この場合は、接線Ｈと、接線Ｈとｘ軸との交点を通る破線Ｎとの間の角度がβとなっている。角度βの大きさは特に限定されないが、２～１０°の範囲であることが望ましい。角度βが２°未満であると、ハニカムブロック１００とスキージ６１３との最近接点を抜け出た外周層形成材料がスキージから剥離しにくくなり、形成した外周層の厚さが不均一となる場合がある。一方、角度βが１０°を超えると、先端部分での切り落とされた面が広くなりすぎてスキージ６１３と外周層形成材料との間の摩擦が大きくなり、外周層形成材料がハニカムブロック１００の外周に移行しにくくなって、外周層の厚さが薄くなりやすいからである。

【０１４５】

スキージは、ウレタンゴム、シリコンゴム、ブチルゴム、合成ゴム等のゴム、ステンレス、鉄、ニッケル、ニッケル／コバルト等の金属、プラスチック等で構成されていることが望ましく、ゴム材料がより望ましい。

スキージがゴムで構成されていると、外周層を形成する際に被外周層形成部材の外周面における破損を防止しつつ、また、均一な外周層を形成することができる。

【０１４６】

スキージが上記のようなゴム材料で構成されていると、外周層を形成する際には、スキージ全体が、図１３（ｃ）に示すように湾曲する。この場合は、ハニカムブロック１００の外周における接線Ｈと、湾曲したスキージ６１２のハニカムブロック１００に近接する頂点における接線Ｉとの間の角度が、所定の角度αとなる。

【０１４７】

スキージの硬度は、５０～９０度（ＪＩＳ　Ｋ　６０３１で規定される硬度）が望ましく、６０～８０度がより望ましい。

スキージの硬度が５０～９０度であると、外周層を形成する際に被外周層形成部材の外周面における欠け等の破損を防止することができるとともに、均一な外周層を形成することができるからである。

【０１４８】

被外周層形成部材の外周面とスキージとの最短距離は、外周面に形成される外周層の厚さに応じて変更すればよいが、スキージがゴムで構成されている場合の下限としては、上記外周面とスキージとがちょうど接触する距離（すなわち０ｍｍ）であればよく、一方、上限としては１ｍｍ以下であることが望ましい。

上記最短距離が１ｍｍを超えると、外周層を形成するのに必要な外周層形成材料の量が多くなって不経済となり、また、均一な厚さを有する外周層を形成することが困難となる場合があるからである。

【０１４９】

上記スキージ及び上記被外周層形成部材のうち少なくとも一方が移動する際の上記スキージと上記被外周層形成部材との間の相対速度は、作業効率等を考慮して設定すればよいが、１～２０ｍ／ｍｉｎであるとことが望ましい。

上記相対速度が１ｍ／ｍｉｎ未満であると、外周層の形成に必要な時間が長くなって作業

効率が低下する場合があり、一方、２０ｍ／ｍｉｎを超えると、形成された外周層の厚さが薄くなりやすいからである。

【０１５０】

被外周層形成部材を支持するために加えられる支持部材の押圧は、例えば、被外周層形成部材の重量が４ｋｇである場合、１００～３００ｋｇであることが望ましい。

上記押圧が１００ｋｇ未満であると、支持部材により支持した被外周層形成部材が、外周層を形成する間に脱落するおそれがある。一方、上記押圧が３００ｋｇを超えると、被外周層形成部材の端面においてヒビや欠け等の破損が生じる場合がある。

【０１５１】

外周層の形成とともに、被外周層形成部材の外周面に外周層形成材料を供給する際の上記外周層形成材料供給部からの外周層形成材料の供給量としては、５０～３００ｇであることが望ましい。

上記供給量が５０ｇ未満であると、外周層を形成するのに充分な量が、被外周層形成部材の外周面に供給されないことになり、外周層を形成する作業の効率性が低下するおそれが生じる。一方、上記供給量が３００ｇを超えると、上記外周面への外周層形成材料の供給量が過剰となり、形成される外周層の厚さの均一化を充分に図ることができない場合がある。

【０１５２】

ハニカム構造体の構成材料の主成分は、炭化ケイ素に限定されるわけではなく、他のセラミック原料として、例えば、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタン等の窒化物セラミック、炭化ジルコニウム、炭化チタン、炭化タンタル、炭化タングステン等の炭化物セラミック、アルミナ、ジルコニア、コージェライト、ムライト、チタン酸アルミニウム等の酸化物セラミック等を用いることができる。

これらのなかでは、非酸化物セラミックが好ましく、炭化ケイ素が特に好ましい。耐熱性、機械強度、熱伝導率等に優れるからである。なお、上述したセラミックに金属ケイ素を配合したケイ素含有セラミック、ケイ素やケイ酸塩化合物で結合されたセラミック等のセラミック原料も構成材料として挙げられ、これらのなかでは、炭化ケイ素に金属ケイ素が配合されたもの（ケイ素含有炭化ケイ素）が望ましい。

【０１５３】

湿潤混合物における炭化ケイ素粉末の粒径は特に限定されないが、後の焼成工程を経て作製されたハニカム焼成体の大きさが、脱脂処理を施したハニカム成形体の大きさに比べて小さくなる場合が少ないものが好ましい。例えば、０．３～５０μｍの平均粒径を有する粉末１００重量部と０．１～１．０μｍの平均粒径を有する粉末５～６５重量部とを組み合わせたものが好ましい。

ハニカム焼成体の気孔径等を調節するためには、焼成温度を調節する必要があるが、無機粉末の粒径を調節することによっても、気孔径を調節することができる。

【０１５４】

湿潤混合物における有機バインダは特に限定されず、例えば、カルボキシメチルセルロース、ヒドロキシエチルセルロース、ポリエチレングリコール等が挙げられる。このなかでは、メチルセルロースが望ましい。有機バインダの配合量は、通常、無機粉末１００重量部に対して、１～１０重量部が望ましい。

【０１５５】

湿潤混合物における可塑剤は、特に限定されず、例えば、グリセリン等が挙げられる。また、潤滑剤は特に限定されず、例えば、ポリオキシエチレンアルキルエーテル、ポリオキシプロピレンアルキルエーテル等のポリオキシアルキレン系化合物等が挙げられる。

潤滑剤の具体例としては、例えば、ポリオキシエチレンモノブチルエーテル、ポリオキシプロピレンモノブチルエーテル等が挙げられる。

なお、可塑剤、潤滑剤は、場合によっては、混合原料粉末に含まれていなくてもよい。

【０１５６】

また、湿潤混合物を調製する際には、分散媒液を使用してもよく、分散媒液としては、例

えば、水、ベンゼン等の有機溶媒、メタノール等のアルコール等が挙げられる。
さらに、湿潤混合物中には、成形助剤が添加されていてもよい。
成形助剤としては特に限定されず、例えば、エチレングリコール、デキストリン、脂肪酸、脂肪酸石鹸、ポリアルコール等が挙げられる。

【０１５７】
さらに、湿潤混合物には、必要に応じて酸化物系セラミックを成分とする微小中空球体であるバルーンや、球状アクリル粒子、グラファイト等の造孔剤を添加してもよい。
バルーンとしては特に限定されず、例えば、アルミナバルーン、ガラスマイクロバルーン、シラスバルーン、フライアッシュバルーン（ＦＡバルーン）、ムライトバルーン等を挙げることができる。これらのなかでは、アルミナバルーンが望ましい。

【０１５８】
また、ここで調製した、炭化ケイ素粉末を用いた湿潤混合物は、その温度が２８℃以下であることが望ましい。温度が高すぎると、有機バインダがゲル化してしまうことがあるからである。
また、湿潤混合物中の有機分の割合は１０重量％以下であることが望ましく、水分の含有量は８．０～３０．０重量％であることが望ましい。

【０１５９】
セルを封止する封止材ペーストとしては特に限定されないが、後工程を経て製造される封止材の気孔率が３０～７５％となるものが望ましく、例えば、湿潤混合物と同様のものを用いることができる。

【０１６０】
また、セル封止ハニカム成形体の集合体を作製する際には、予めセル封止ハニカム成形体同士をスペーサを介して組み上げておき、その後、セル封止ハニカム焼成体同士の間隙にシール材ペーストを注入することにより、セル封止ハニカム焼成体の集合体を作製してもよい。

【０１６１】
シール材ペーストにおける無機バインダとしては、例えば、シリカゾル、アルミナゾル等を挙げることができる。これらは、単独で用いてもよく、２種以上を併用してもよい。無機バインダのなかでは、シリカゾルが望ましい。

【０１６２】
シール材ペーストにおける有機バインダとしては、例えば、ポリビニルアルコール、メチルセルロース、エチルセルロース、カルボキシメチルセルロース等を挙げることができる。これらは、単独で用いてもよく、２種以上を併用してもよい。有機バインダのなかでは、カルボキシメチルセルロースが望ましい。

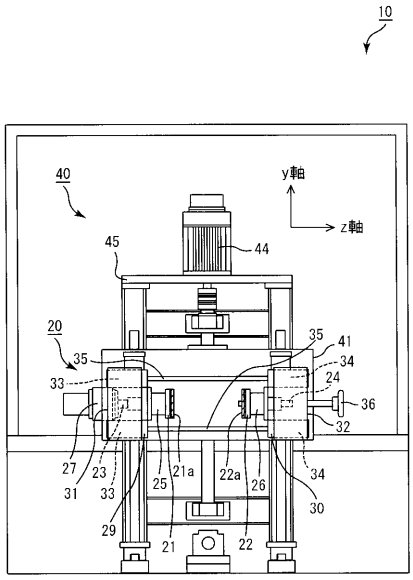
【０１６３】
シール材ペーストにおける無機繊維としては、例えば、シリカ－アルミナ、ムライト、アルミナ、シリカ等のセラミックファイバー等を挙げることができる。これらは、単独で用いてもよく、２種以上を併用してもよい。無機繊維のなかでは、アルミナファイバが望ましい。

【０１６４】
シール材ペーストにおける無機粒子としては、例えば、炭化物、窒化物等を挙げることができ、具体的には、炭化ケイ素、窒化ケイ素、窒化ホウ素からなる無機粉末等を挙げることができる。これらは、単独で用いてもよく、２種以上を併用してもよい。無機粒子のなかでは、熱伝導性に優れる炭化ケイ素が望ましい。

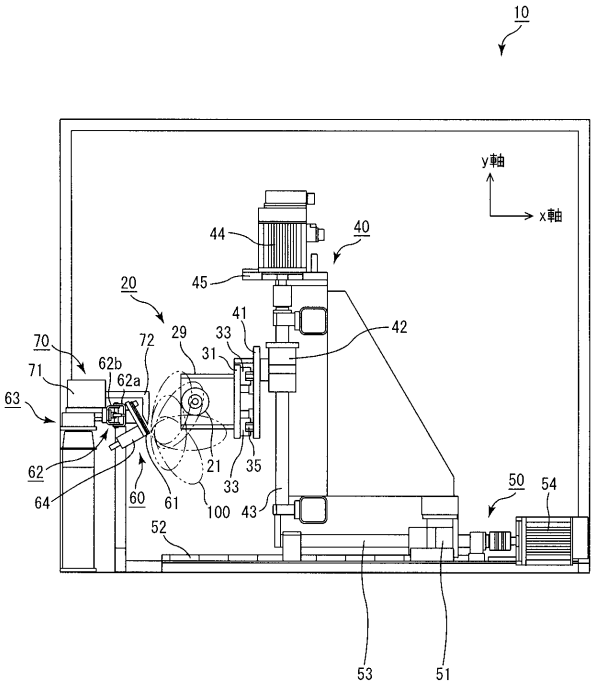
【０１６５】
さらに、シール材ペーストには、必要に応じて酸化物系セラミックを成分とする微小中空球体であるバルーンや、球状アクリル粒子、グラファイト等の造孔剤を添加してもよい。
バルーンとしては特に限定されず、例えば、アルミナバルーン、ガラスマイクロバルーン、シラスバルーン、フライアッシュバルーン（ＦＡバルーン）、ムライトバルーン等を挙げることができる。これらのなかでは、アルミナバルーンが望ましい。

【図面の簡単な説明】
【０１６６】
【図１】本発明の第一実施形態の外周層形成装置を示す正面図である。
【図２】図１に示した外周層形成装置の側面図である。
【図３】図３（ａ）は、被外周層形成部材であるハニカムブロックの一例を模式的に示す斜視図であり、図３（ｂ）は、ハニカム構造体の一例を模式的に示す斜視図である。
【図４】図４（ａ）は、ハニカム構造体を構成するハニカム焼成体を模式的に示す斜視図であり、図４（ｂ）は、そのα－α線断面図である。
【図５】第一実施形態の外周層形成装置の電気的接続を示したブロック図である。
【図６】本発明の外周層形成装置の作動を示したフローチャートである。
【図７】ハニカムブロックの外周面とスキージとの関係を示す模式図である。
【図８】理想軌跡を算出する演算処理工程を示すフローチャートである。
【図９】図９（ａ）～（ｃ）は、被外周層形成部材に外周層を形成するための原理を示す模式図である。
【図１０】制御工程を示すフローチャートである。
【図１１】排ガス漏れ試験装置の説明図である。
【図１２】第二実施形態を示す断面図である。
【図１３】図１３（ａ）は、スキージの断面形状の一例を示す模式図であり、図１３（ｂ）は、スキージの断面形状の別の一例を示す模式図であり、図１３（ｃ）は、スキージの断面形状のさらに別の一例を示す模式図である。
【図１４】図１４は、スキージの断面形状の他の一例を示す模式図である。
【符号の説明】
【０１６７】
１０　外周層形成装置、２０　支持回転制御機構（第一の駆動機構）
２１、２２　支持部材、４０　昇降制御機構（第一の駆動機構）
５０　前後運動制御機構（第一の駆動機構）、６０　外周層形成ヘッド
６１、６１１、６１２　スキージ、７０　ペースト供給装置（外周層形成材料供給部）
８１　ＥＣＵ（電子制御手段）
１００、２００　ハニカムブロック（被外周層形成部材）、１０１　外周面
１１０　ハニカム焼成体、１１１　セル、１１２　セル壁
１３０　外周層、１５０　ハニカム構造体
Ａ　ハニカムブロックに接する仮想面、Ｂ　スキージの面
Ｏ　柱状のハニカムブロックの中心軸、Ｅ　中心軸Ｏの軸方向
Ｆ　ハニカム焼成体の長手方向、Ｒ　中心軸Ｏの軸径方向、Ｃ　中心軸Ｏの軸周方向
α　所定の角度、Ｐ　外周面に対する外周層形成ヘッドの相対的な進行方向

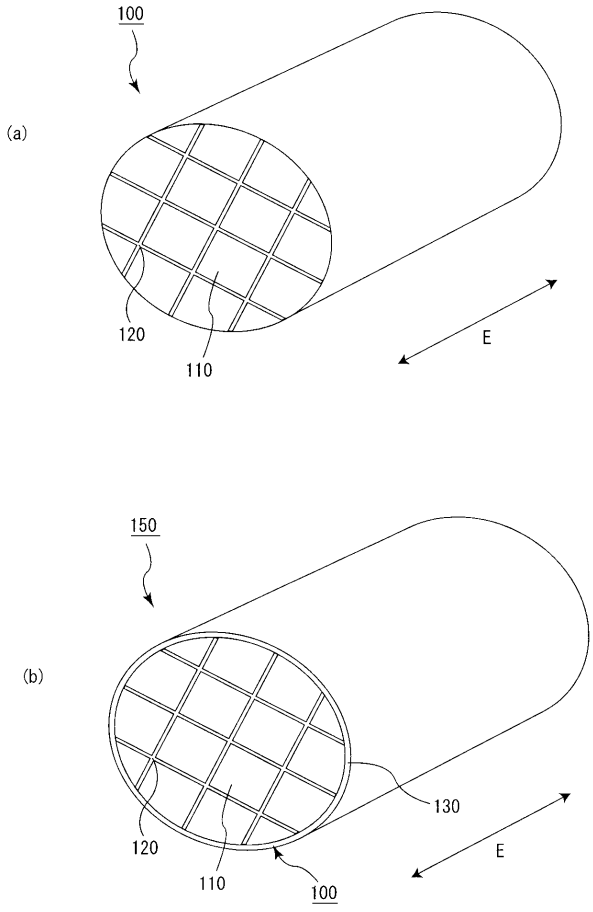
【図１】


10
40
y軸
z軸
45
44
20
35
41
34
24
33
36
32
27
23
33
25
21a
22a
26
34
31
29
21
22
30

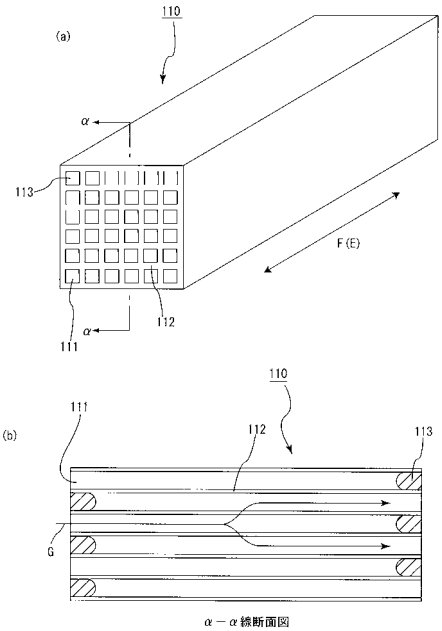
【図２】


10
y軸
x軸
44
40
45
20
41
42
70
72
29
33
31
71
62b
62a
63
21
35
62
64
60
61
33
100
43
50
54
52
53
51

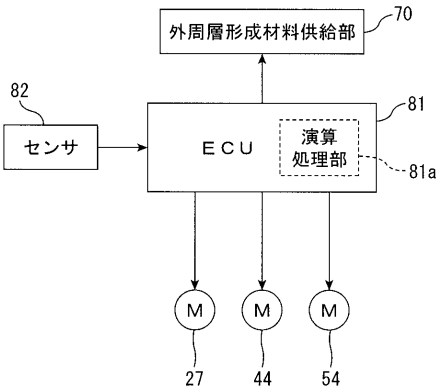
【図３】


(a)
100
120
110
E
(b)
150
130
120
110
100
E

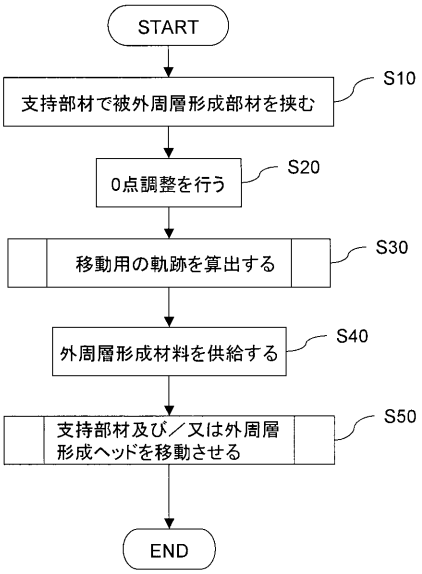
【図４】


(a)
110
α
113
F (E)
111
112
α
(b)
111
110
112
113
G
α－α線断面図

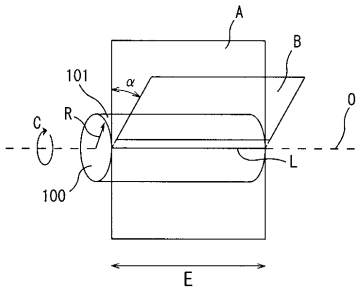
【図５】


外周層形成材料供給部
70
82
センサ
ＥＣＵ
演算
処理部
81
81a
M
M
M
27
44
54

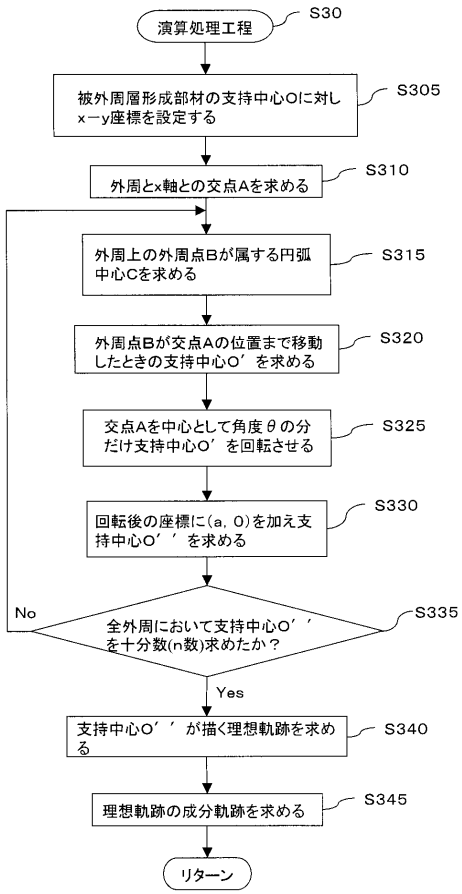
【図６】


START
支持部材で被外周層形成部材を挟む
S10
0点調整を行う
S20
移動用の軌跡を算出する
S30
外周層形成材料を供給する
S40
支持部材及び／又は外周層
形成ヘッドを移動させる
S50
END

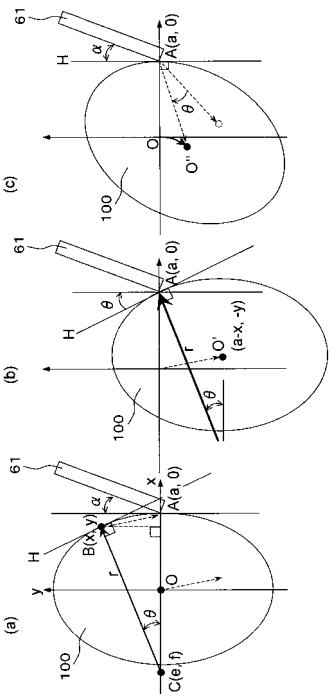
【図７】


A
B
101
α
R
C
0
L
100
E

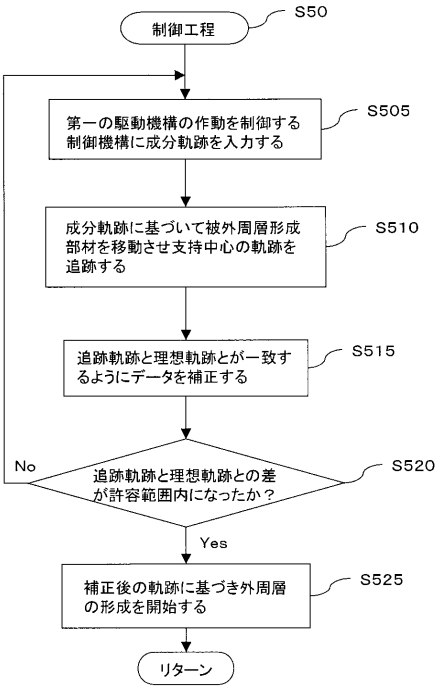
【図８】


演算処理工程
S30
被外周層形成部材の支持中心Oに対し
x－y座標を設定する
S305
外周とx軸との交点Aを求める
S310
外周上の外周点Bが属する円弧
中心Cを求める
S315
外周点Bが交点Aの位置まで移動
したときの支持中心O′を求める
S320
交点Aを中心として角度θの分
だけ支持中心O′を回転させる
S325
回転後の座標に(a, 0)を加え支
持中心O′′を求める
S330
No
全外周において支持中心O′′
を十分数(n数)求めたか？
S335
Yes
支持中心O′′が描く理想軌跡を求め
る
S340
理想軌跡の成分軌跡を求める
S345
リターン

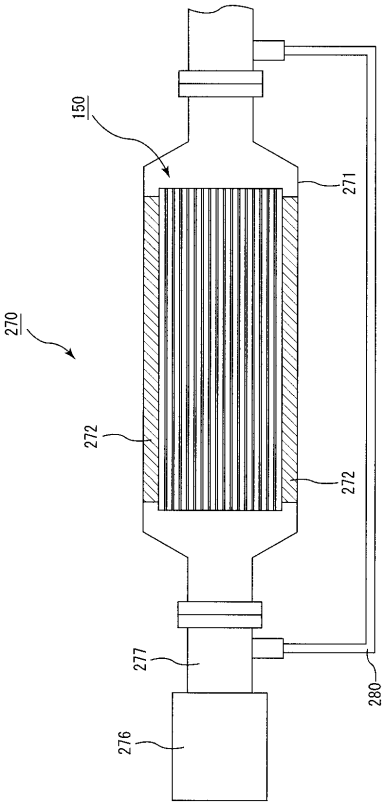
【図９】


61
A(a, 0)
α
H
θ
O
O''
(c)
100
61
A(a, 0)
θ
H
r
O'
(a-x, -y)
θ
(b)
100
61
x
A(a, 0)
α
H
B(x, y)
r
O
y
θ
(a)
100
C(e, f)

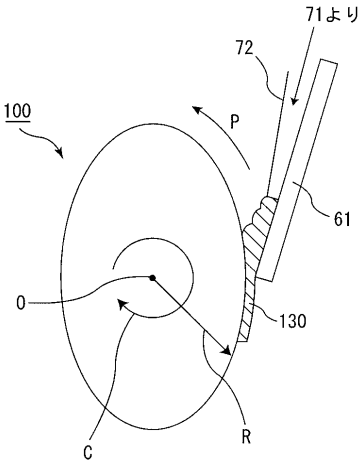
【図１０】



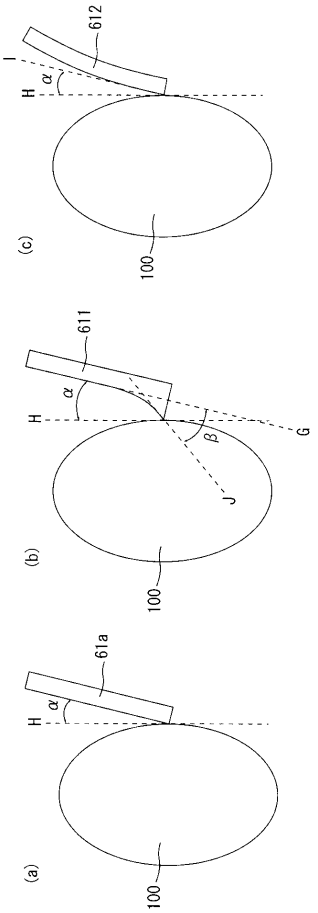

【図１１】



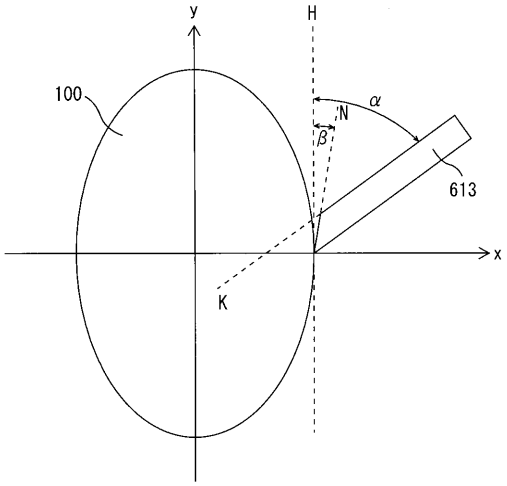

【図１２】




【図１３】



【図１４】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００２－２１９３９３（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－０３３７０９（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－１４１７０８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B05C 11/04
B05D 1/42