



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 34 461 T2 2008.01.03**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 204 489 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 34 461.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/20217**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 950 660.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2001/010573**

(86) PCT-Anmeldetag: **25.07.2000**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **15.02.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **15.05.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **18.04.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **03.01.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B05D 7/22 (2006.01)**

**B05D 3/04 (2006.01)**

**B01J 37/02 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**147948 P 06.08.1999 US**

**501395 09.02.2000 US**

(73) Patentinhaber:

**BASF Catalysts LLC, Iselin, N.J., US**

(74) Vertreter:

**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &  
Schwanhäusser, 80538 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

**Rosynsky, Victor, Ewing Township, NJ 08638, US;**

**Blamble, Kenneth W., Martinsville, NJ 08835, US;**

**Bibbee, Brent C., Decatur, AL 35601, US;**

**Cornelius, Jerry D., Cullman, AL 35055, US;**

**Quigley, Ralph A., Madison, AL 35758, US;**

**Gramiccioni, Gary A., Madison, AL 35758, US;**

**Funabiki, Masaki, Mishima Shizuoka 410-0314, JP;**

**Kawauchi, Tanehisa, Tokyo, JP; Takahashi,**

**Tomoya, Numazu Shizuoka 410-0314, JP**

(54) Bezeichnung: **ANORDNUNG FÜR KATALYTISCHE BESCHICHTUNG VON SUBSTRATEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Beschichtung eines Substrats, und insbesondere eine Vorrichtung und ein Verfahren monolithische Substrate mit einem katalytischen Material zu tränken.

## Beschreibung des Standes der Technik

**[0002]** Katalysatoren sind gut dafür bekannt, schädliche Bestandteile aus Abgasen zu entfernen und/oder umzuwandeln. Katalysatoren weisen eine Vielzahl von Konstruktionen zu diesem Zweck auf. In einer Form umfasst der Katalysatoren das starre skelettartige monolithische Substrat, auf welchem eine katalytische Beschichtung aufgebracht ist. Der Monolith weist eine wabenkörperartige Struktur auf, welche eine Vielzahl von länglichen Kanälen, typischerweise parallelen Kanälen, aufweist, um einen katalytisch beschichteten Körper mit einer großen Oberfläche bereitzustellen.

**[0003]** Das starre, monolithische Substrat kann aus Keramiken oder anderen Materialien gefertigt sein. Solche Materialien und ihre Konstruktion sind zum Beispiel in den US-Patenten Nr. 3,331,787 und 3,565,830 beschrieben. Alternativ können die Monolithe aus Metallfolie hergestellt werden.

**[0004]** Das monolithische Substrat und insbesondere die Vielzahl von Kanälen können mit einer Aufschlammung aus einem katalytischen und/oder absorbierenden Material beschichtet werden.

**[0005]** Ein Verfahren, ein vorgefertigtes monolithisches Substrat zu beschichten, ist es, die Katalysatoraufschlammung in die jeweiligen Kanäle zu pumpen und anschließend das beschichtete Substrat einem Trocknungsverfahren zu unterwerfen. Solche Systeme sind jedoch nicht geeignet, um eine gleichförmige Beschichtungsdicke und ein gleichförmiges Beschichtungsprofil bereitzustellen, wobei die Katalysatorbeschichtung über die gleiche Länge jedes der Kanäle abgeschlossen ist.

**[0006]** Es wurde vorgeschlagen, ein Vakuum einzusetzen, um die Katalysatoraufschlammung nach oben durch die Kanäle zu ziehen. Zum Beispiel offenbart Peter. D. Young, US-Patent Nr. 4,384,014 die Erzeugung eines Vakuums über dem monolithischen Substrat, um die Luft aus den Kanälen zu entfernen und anschließend die Katalysatoraufschlammung nach oben durch die Kanäle zu ziehen. Das Vakuum wird anschließend aufgehoben und der Überschuss der Aufschlammung entfernt, vorzugsweise durch Schwerkraftentwässerung.

**[0007]** James R. Reed und andere, US-Patent Nr. 4,191,126 offenbart, das Eintauchen des monolithi-

schen Substrates in eine Aufschlammung und anschließend den Einsatz eines Unterdrucks (subatmospheric pressure) um die überschüssige Beschichtungsaufschlammung von den Oberflächen des Trägers zu spülen. Das angelegte Vakuum soll die Kanäle freilegen, so dass die Aufschlammung über die Oberflächen jedes der Kanäle gezogen wird.

**[0008]** Eine Verbesserung für diese System ist in Thomas Shimrock und andere, US-Patent Nr. 4,609,563, offenbart. Dieses System umfasst ein Verfahren der Vakuumbeschichtung von keramischen Substratelementen mit einer Aufschlammung aus feuerfesten und/oder katalytischen Metallbestandteilen, wobei präzise gesteuerte, vorbestimmte Mengen der Aufschlammung für das Aufbringen auf das keramische monolithische Substrat dosiert werden. Das monolithische Substrat wird in einen Behälter gesenkt, welcher auch als ein Eintauchbehälter bekannt ist, vorzugsweise mit vorbestimmten Abmessungen, bis zu einer vorbestimmten Tiefe, welcher die präzise Menge der Aufschlammung enthält, welche auf das Substrat aufzubringen ist. Die Aufschlammung wird anschließend durch ein Vakuum hochgezogen, welches an das Ende des Substrates angelegt wird, das dem in das Bad eingetauchte Ende gegenüberliegt. Kein Abfluss oder Abspülen der überschüssigen Beschichtungsaufschlammung von dem Substrat ist notwendig, noch muss in einem Schritt ein Vorvakuum angelegt werden, um Luft zu eliminieren.

**[0009]** Ein weiter verbessertes Verfahren ist von Victor Rosynsky und anderen in dem US-Patent Nr. 5,866,210 mit dem Titel „METHOD FOR COATING A SUBSTRATE“ offenbart. In dieser Druckschrift ist ein Vakuuminfusionsverfahren zur Beschichtung monolithischer Substrate offenbart, wobei jeder der Kanäle, welche das Substrat umfasst, mit der gleichen Dicke der Beschichtung beschichtet wird und durch ein gleichförmiges Beschichtungsprofil gekennzeichnet ist, wobei jeder Kanal des Substrates über die gleiche Länge beschichtet ist. Insbesondere betrifft das Verfahren ein Vakuuminfusionsverfahren zur Beschichtung eines Substrats mit einer Vielzahl von Kanälen mit einem Beschichtungsmedium, umfassend:

a) teilweises Eintauchen des Substrates in einen Behälter, welcher ein Bad des Beschichtungsmediums enthält, wobei der Behälter eine Menge des Beschichtungsmediums enthält, welche ausreichend ist, um das Substrat mit einem gewünschten Maß zu beschichten, ohne das Maß des Beschichtungsmediums innerhalb des Behälters auf unter das Maß des eingetauchten Substrats zu reduzieren;

b) Anlegen eines Vakuums auf das teilweise eingetauchte Substrat mit einer Intensität und über einen Zeitraum, welche ausreichend sind, um das Beschichtungsmedium nach oben aus dem Bad in jeden der Kanäle zu ziehen, um ein gleichförmiges Beschichtungsprofil in diesen zu bilden; und

c) Entfernen des Substrats aus dem Bad.

**[0010]** Gegebenenfalls wird, nachdem das Beschichtungsmedium auf das Substrat aufgebracht wurde und das Substrat aus dem Bad entfernt wurde, weiterhin ein Vakuum an das Substrat angelegt, mit einer gleichen Intensität oder mit einer größeren Intensität als die Intensität des Vakuums, welche auf das teilweise eingetauchte Substrat angelegt wurde. Nachdem das Vakuum angelegt wurde, wird das Substrat umgedreht und von einem gegenüberliegenden Ende beschichtet, wodurch zwei Beschichtungen mit gleichen Beschichtungsprofilen erzeugt werden. Dieses Verfahren ist dafür bekannt, dass es die Überlappung des Beschichtungsmediums reduziert.

**[0011]** Eine Überlappung der Beschichtungsverbindung ist für die Automobilindustrie besonders problematisch. Der Überlappungsbereich erhöht den Delta-Druck über den Katalysator, welcher die Motorleistung und den Brennstoffverbrauch negativ beeinflusst und den Verschleiß des Motors erhöht. Gleichmaßen problematisch ist es, wenn die Beschichtungsverbindung in der Mitte ein Abstand bzw. Lücke aufweist, welche von einer unvollständigen Bedeckung während des Beschichtungsverfahrens resultiert. Diese kann auch die Katalysator- und Motorleistung negativ beeinflussen. Wenn das Substrat jedoch umgedreht wird, um beide Enden zu beschichten, ist es extrem schwierig sicherzustellen, dass sich die Beschichtungsmaterialien nicht überlappen oder sich eine Lücke bildet. Auch die geringste Menge der Überlappung oder der Lücke beeinflusst die katalytische Leistung negativ.

**[0012]** Es wäre daher ein deutlicher Vorteil auf dem Gebiet der Beschichtung von monolithischen Substraten und insbesondere von monolithischen Substraten, welche in Katalysatoren verwendet werden, wenn jeder Kanal mit der gleichen Beschichtungsdicke über die gleiche Länge beschichtet werden kann, ohne eine Überlappung oder Lücke hinsichtlich der Beschichtungsmaterialien.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0013]** Die vorliegende Erfindung wird in den Ansprüchen definiert und stellt im Allgemeinen ein System für das Aufbringen einer katalytischen Zusammensetzung in den Innenraum eines hohlen Substrates zur Verfügung, wobei die Überlappung oder die Lücke der Beschichtungsaufschlammung eliminiert wird. Allgemein umfasst das System das Beschichten eines Substrates mit einer Katalysatorzusammensetzung, indem das Substrat in einen Behälter eingetaucht wird, welcher ein Bad der Beschichtungsaufschlammung enthält, und Anlegen eines Vakuums auf das teilweise eingetauchte Substrat mit einer Intensität und mit einer Dauer, welche ausrei-

chend sind, um die Beschichtungsaufschlammung nach oben aus dem Bad in jeden einer Vielzahl von Kanälen zu ziehen, welche in dem Inneren des hohlen Substrats angeordnet sind; Entfernen des Substrates aus dem Bad; Rotieren des Substrates um 180°; und Anlegen eines Luftstrahls aus unter Druck gesetzter Luft auf das Substrat mit einer Intensität und über eine Dauer, welche ausreichend sind, um die Beschichtungsaufschlammung innerhalb der Kanäle des Substrates zu verteilen, um darin ein gleichmäßiges Beschichtungsprofil auszubilden.

**[0014]** Der Ausdruck „gleichmäßiges Beschichtungsprofil“ wie hier verwendet, bedeutet, dass jeder Kanal des Substrates über die gleiche Länge beschichtet wird. Vorteilhafterweise stellt die vorliegende Erfindung ein System zur Verfügung, wobei die Überlappung oder die Lücke der katalytischen Zusammensetzung auf dem Substrat vollständig eliminiert wird. Dies stellt deutliche Vorteile für Katalysatoren zur Verfügung. Zunächst kann ein weniger edles Metall verwendet werden, da die katalytische Zusammensetzung gleichmäßig über das Substrat verteilt wird. Zweitens gibt es eine präzisere Steuerung über die Anordnung des Katalysators, welche besonders vorteilhaft ist, wenn eine Vielzahl von Katalysatorbeschichtungszusammensetzungen verwendet werden. Drittens kann aufgrund der Entfernung der Überlappung oder der Lücke die Dicke der Beschichtung präzisiert gesteuert werden, insbesondere bei Einsatz einer Vielzahl von Beschichtungen. Eine Beständigkeit gegenüber dem Fluss der Gase, welche durch das Substrat behandelt werden sollen, wird hierdurch reduziert, was zu einer besseren Steuerung über die Kanäle und weniger starkem Druckverlusten durch die Kanäle führt. Wenn solche Substrate als Katalysatoren verwendet werden, wird die Motorleistung nicht verschlechtert. Wie hier verwendet soll der Ausdruck „Vakuuminfusion“ im Allgemeinen das Anlegen eines Vakuums bedeuten, um eine Beschichtungsaufschlammung in eine Vielzahl von Kanälen innerhalb eines monolithischen Substrats einzuziehen.

**[0015]** In einem Gegenstand der vorliegenden Erfindung, wie in Anspruch 1 definiert, wird ein Verfahren zur Aufbringung einer katalytischen Zusammensetzung auf das Innere eines hohlen Substrates bereitgestellt, umfassend: Beschichten eines Substrates mit einer vorbestimmten Menge einer katalytischen Zusammensetzung; Rotieren des Substrates um 180°; und Anlegen eines Luftstrahles auf das Substrat um die katalytische Zusammensetzung in diesem zu verteilen. Katalysatoren, welche gemäß der vorliegenden Erfindung erzeugt werden, zeigen weniger Gewichtszunahme bei Feuchtigkeit und weisen eine höhere Variabilität der Edelmetalle auf, was zu einem erhöhten Produktionsausstoß führt und zu geringeren Kosten, die durch die Verwendung von Edelmetallen erzeugt werden. Vorteilhafterweise weisen Kraftfahrzeuge, welche diese Materialien verwenden,

einen verringerten Kraftstoffverbrauch auf, da ein viel geringerer Druckverlust über den Katalysator auftritt als bei Katalysatoren, welche eine Überlappung oder eine Lücke der katalytischen Zusammensetzung aufweisen.

**[0016]** Die vorliegende Erfindung stellt auch eine Vorrichtung nach Anspruch 11 zur Beschichtung eines Substrates mit einer katalytischen Zusammensetzung bereit. Die Vorrichtung umfasst eine Beschichtungsstation umfassend einen Eintauchbehälter enthaltend eine kontinuierliche Zufuhr einer Beschichtungsaufschlammung, eine Vakuumdüse, welche operativ eingesetzt wird, um ein Vakuum auf das Substrat anzulegen, eine aufblasbare Klemme bzw. aufblasbare Blasenklammer (bladder clamp) zum Unterstützen bzw. Tragen und Rotieren des Substrates, und eine Luftstrahlstation, um einen Luftstrahl aus unter Druck gesetzter Luft auf das Substrat anzulegen. Die Vorrichtung kann des Weiteren einen beweglichen Aufbau bzw. Plattform umfassen, um das Substrat zwischen den Stationen zu bewegen, und einen Roboter, um das Substrat automatisch auf die Vorrichtung zu legen und von der Vorrichtung zu entfernen. Vorteilhafterweise ist die Vorrichtung hoch automatisiert und wirkungsvoll, wodurch sie in der Verwendung billiger und zuverlässiger wird als bekannte Vorrichtungen.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0017]** Die Erfindung wird deutlicher und ihre weiteren Vorteile werden klar, wenn auf die folgende detaillierte Beschreibung und die begleitenden Zeichnungen Bezug genommen wird, wobei:

**[0018]** **Fig. 1** ein schematisches Flussdiagramm des Systems darstellt, welches das Anlegen eines Vakuums mit niedriger und hoher Intensität auf ein Substrat, eine 180°-Rotation des Substrates und das Anlegen eines Luftstrahles darstellt;

**[0019]** **Fig. 2** eine Seitenansicht zeigt, welche die Beschichtungsstation darstellt, wobei die Vakuumhaube über ein Substrat abgesenkt ist, welches in einem Eintauchbehälter eingetaucht ist;

**[0020]** **Fig. 3** eine Draufsicht auf eine aufblasbare Blasenklammer gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt;

**[0021]** **Fig. 4** eine Draufsicht auf einen Roboterarm zum Beladen und Entladen eines Substrates darstellt;

**[0022]** **Fig. 5** eine Seitenansicht einer Luftstrahlstation gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

**[0023]** **Fig. 6** eine Vorderansicht einer Luftstrahlstation zeigt, welche geeignet ist, zwei monolithische

Substrate aufzunehmen;

**[0024]** **Fig. 7** eine Draufsicht zeigt, welche ein System mit fünf Stationen darstellt, einschließlich zweier Wiegestationen; wobei eine zwischen der Belade-/Entladestation und der Beschichtungsstation angeordnet ist, und die andere zwischen der Luftstrahlstation und der Belade-/Entladestation angeordnet ist; und

**[0025]** **Fig. 8** eine Seitenansicht einer Wiegestation gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0026]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein verbessertes System zum Aufbringen einer katalytischen Zusammensetzung auf ein Substrat, wodurch die katalytische Zusammensetzung gleichförmig auf die Innenfläche des Substrates aufgebracht wird. Das System der vorliegenden Erfindung kombiniert die Vakuuminfusionsbeschichtung mit einer Luftstrahlvorrichtung um ein gleichförmig beschichtetes Substrat ohne Lücke oder Überlappungen der katalytischen Zusammensetzung im Inneren des Substrates bereitzustellen. Als eine Konsequenz der vorliegenden Erfindung wird der Ausstoß der Produktion erhöht und weniger Edelmetall ist in der katalytischen Zusammensetzung erforderlich, wodurch ein Katalysator mit höherer Qualität billiger herzustellen ist. Des Weiteren zeigen Kraftfahrzeuge, welche die Katalysatoren der vorliegenden Erfindung verwenden, einen verringerten Kraftstoffverbrauch, wodurch diese Materialien für die Kraftfahrzeugindustrie attraktiver werden.

**[0027]** Insbesondere umfasst das System der vorliegenden Erfindung das Beschichten eines Substrates mit einer Katalysatorzusammensetzung durch Eintauchen des Substrates in einen Behälter, welcher ein Bad der Beschichtungsaufschlammung enthält, und Anlegen eines Vakuums auf das teilweise eingetauchte Substrat mit einer Intensität und über eine Dauer, welche ausreichend sind, um die Beschichtungsaufschlammung aus dem Bad nach oben in jeden einer Vielzahl von Kanälen zu ziehen, welche im Inneren des hohlen Substrates angeordnet sind; Entfernen des Substrates aus dem Bad; Rotieren des Substrates um 180°; und Anlegen eines Strahl aus unter Druck gesetzter Luft an das Substrat mit einer Intensität und über eine Dauer, welche ausreichend sind, die Beschichtungsaufschlammung im Inneren der Kanäle des Substrates zu verteilen, um darin ein gleichförmiges Beschichtungsprofil zu bilden.

**[0028]** Bezug nehmend auf **Fig. 1** der Zeichnungen ist ein schematisches Diagramm eines Systems dargestellt, welches die Prinzipien der vorliegenden Erfindung verkörpert. Allgemein ausgeführt wird ein

monolithisches Substrat **21** in eine katalytische Zusammensetzung eingetaucht, ein Vakuum mit niedriger Intensität wird angelegt, das Substrat wird aus der Beschichtungsaufschlammung entfernt und ein Vakuum mit höherer Intensität wird angelegt. Anschließend wird das Substrat um 180° rotiert und ein Luftstrahl wird angelegt. Dies wird in einer Beschichtungsstation und einer Luftstrahlstation durchgeführt, welche gleichzeitig ein, zwei oder mehrere Substrate beschichten können. Das System kann so aufgebaut sein, dass eine menschliche Bedienungsperson das Substrat manuell zwischen den Stationen bewegt, oder alternativ, mit einer verfahrbaren Plattform, welche das Substrat zwischen den Stationen befördert (nachfolgend im Detail beschrieben). In diesem Fall treibt ein elektrischer Motor die bewegliche Plattform an.

**[0029]** Das Verfahren des Bereitstellens des beschichteten katalytischen Substrates wird kurz wie folgt beschrieben: Die Bedienungsperson definiert Systemparameter (das heißt, die Tiefe des Eintauchen des Substrates in die Beschichtungsaufschlammung, Dauer und Intensität des Vakuums und Luftstrahls, Zeitraum in jeder Teilstation etc.), stellt das System ein, um zu spezifischen Parameter zu passen und drückt einen Start-Knopf auf einer Steueranlage (nicht dargestellt). Ein Roboter oder eine menschliche Bedienungsperson nimmt ein hohles Substrat, welches an beiden Enden offen ist, und führt dies zu einer Blasenklemme, welche sich aufbläst, um die Peripherie des Substrates abzudichten und das Substrat an Ort und Stelle zu halten. Die Blasenklemme ist mit einer Plattform verbunden, welche dazu dient, das Substrat zwischen unterschiedlichen Stationen innerhalb des Systems zu bewegen. Wenn eine menschliche Bedienungsperson das Substrat zwischen den Stationen bewegt, weist jede der unterschiedlichen Stationen eine eigene Blasenklemme auf, um das Substrat zu sichern. Unter der Annahme, dass eine verfahrbare Plattform verwendet wird, befördert die Plattform die aufgeblasene Blasenklemme zu der Beschichtungsstation, in welcher der Eintauchbehälter eine vorbestimmte Höhe nach oben bewegt wird, wodurch das Substrat mit einer vorgegebenen Tiefe eintaucht. Ein niedriges Vakuum wird angelegt, um die Aufschlammung aus dem Eintauchbehälter nach oben durch das Innere des Substrates zu ziehen. Das Substrat wird anschließend aus dem Eintauchbehälter gehoben, ein hohes Vakuum wird angelegt, und das Substrat um 180° rotiert. Zu diesem Zeitpunkt werden das Substrat und die Plattform zu einer Luftstrahlstation befördert, in welcher sich die obere und aufnehmende Haube einer Luftstrahlstation um das Substrat schließt, und ein Luftstrahl wird an das Substrat angelegt, um die Beschichtungsaufschlammung über die unbeschichteten Teile des Substrates zu verteilen. Nach dem Luftstrahlen öffnen sich die oberen und aufnehmenden Hauben der Luftstrahlstation und die Blasenklemme und die

Plattform schreitet zu der Belade-/Entladestation fort, in welcher die Blasenklemme entleert wird und das Substrat aus dem System entfernt wird.

**[0030]** Während das gesamte System allgemeinen in [Fig. 1](#) dargestellt ist, kann es besser verdeutlicht werden, indem auf eine Anzahl von Stationen Bezug genommen wird, welche das Gesamtsystem bilden. Natürlich kann jede dieser Stationen mit computerunterstützter Steuerung versehen sein, um eine automatische Wirkung zu erzielen, wenn das System anfänglich von einer Bedienungsperson programmiert wurde. Eine geeignete Vorrichtung zur Beschichtung von Substraten gemäß der vorliegenden Erfindung wird von MPT Technologies Inc., Brecksville, Ohio, hergestellt. Bezug nehmend auf [Fig. 2](#) zeigt diese eine perspektivische Ansicht einer Beschichtungsstation, die in der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird. Allgemein umfasst die Beschichtungsstation **11** ein Vakuum, welches über eine Vakuumpumpe **18** durch eine Leitung **10** einer Vakuumbaube **12** zugeführt wird, welche operativ mit dem Substrat verbunden ist, wenn das Substrat in Kontakt mit der Beschichtungsaufschlammung angeordnet ist. Ein Eintauchbehälter **14** enthält eine kontinuierlich zirkulierende Beschichtungsaufschlammung, die aus einem Lagerbehälter erhalten wurde, um das Substrat zu beschichten. Gemäß der vorliegenden Erfindung stellt ein Einlassrohr den kontinuierlichen Fluss der Beschichtungsaufschlammung aus einem Aufschlammungsbehälter (nicht dargestellt) zu dem Eintauchbehälter **14** sicher. Ein Auslassrohr stellt den kontinuierlichen Fluss der Beschichtungsaufschlammung aus dem Eintauchbehälter zu einem Aufschlammungsrückgewinnungsbehälter (nicht dargestellt) sicher. Auf diese Weise kann die Beschichtungsaufschlammung zurückgewonnen und in den Eintauchbehälter **14** zurückgeführt werden, wodurch die Kosten, die mit der Bereitstellung einer frischen Beschichtungslösung für das System, reduziert werden. Eine Reihe von Ventilen können an den Einlass- und Auslassrohren angeordnet sein, um den Fluss der Aufschlammung zu regulieren. Die Beschichtungsaufschlammung muss nicht dosiert werden um eine exakte Menge der Beschichtungsaufschlammung in dem Eintauchbehälter **14** bereitzustellen. Stattdessen wird ein kontinuierlicher Fluss der Beschichtungsaufschlammung zu dem Eintauchbehälter **14** bereitgestellt. Vorzugsweise ist der Eintauchbehälter **14** mit einem U-förmigen Anschluss bzw. Aufnahme versehen, welcher an den Umfang des Eintauchbehälters **14** angrenzt und dazu dient, jeden Überlauf der Aufschlammung zu dem Auslassrohr zu führen. Der Eintauchbehälter **14** ist operativ mit einem Fahrwerk verbunden, welches von einem Servomotor angetrieben wird, welches dazu dient, den Eintauchbehälter **14** entlang der vertikalen Achse anzuheben und abzusenken, um das Substrat **21** darin einzutauchen oder dieses daraus zu entfernen. Ein Computer steuert die vertikale Bewegung des Ein-

tauchbehälters **14**, um die Tiefe des Eintauchens des Substrates **21** in die Beschichtungsaufschlammung zu steuern, um sicherzustellen, dass ein geeignetes Volumen **22** der Beschichtungsaufschlammung dem Eintauchbehälter zugeführt wird, um das darin eingetauchte Ende des Substrates **21** zu beschichten. Das Volumen der Beschichtungsaufschlammung, welches notwendig ist, das Substrat **21** gemäß der vorliegenden Erfindung zu beschichten, basiert auf einer Vielzahl von Faktoren, wie im Stand der Technik gut bekannt ist, einschließlich des Volumens des Substrates, die erforderliche Aufschlammungsbelastung, die Viskosität der Aufschlammung, etc.

**[0031]** Die Abmessungen und Form des Eintauchbehälters **14** können über einen weiten Bereich variieren. Ein Eintauchbehälter mit einer einzigen Größe und Form kann verwendet werden, um eine große Anzahl unterschiedlicher Größen und Formen von monolithischen Substraten zu beschichten. Daher ist der Eintauchbehälter **14** in der Lage, ein rechteckiges Substrat, wie auch ovale, polygone und kreisförmige Substrate aufzunehmen, welche von Zeit zu Zeit für spezielle Anwendungen verwendet werden können.

**[0032]** Wenn die Vorrichtung eine Plattform einsetzt, um das Substrat zwischen den Stationen zu befördern, kann die Vorrichtung eine Belade-/Entladestation umfassen. Wie in [Fig. 3](#) dargestellt, besteht die Belade-/Entladestation aus einer Blasenklemme **400**, welche einen größeren Umfang als das Substrat aufweist. Die Blasenklemme **400** ist mit einem Luftzufuhreinlass (nicht dargestellt) ausgestattet, welche es ermöglicht, die Blase aufzublasen, so dass das Innere **407** den Außenumfang eines Substrates dichtend umgreift. Die Blasenklemme **400** ist auch mit einem Luftzufuhrauslass versehen, welcher es ermöglicht, die Blase zu entleeren, wenn notwendig. Vorzugsweise stimmen der Luftzufuhreinlass und der Auslass miteinander überein. Jeder dieser Einlässe und Auslässe kann computergesteuert sein, um ein automatisches Aufblasen und Entleeren der Blasenklemme **400** zu ermöglichen. Die Blasenklemme **400** ist permanent an der verfahrbaren Plattform durch geeignete Mittel, wie Schrauben, Stifte, Klemmen oder dergleichen befestigt. Die Blasenklemme **400** dient dazu, das Substrat zwischen den unterschiedlichen Stationen der Vorrichtung zu bewegen. Es wird festgehalten, dass jede Form und Art von Blasenklemme verwendet werden kann, solange sie die Form des Substrates aufnimmt. Durch die Verwendung einer Blasenklemme kann die Vorrichtung jedes Substrat beschichten, unabhängig von der Größe der Form. Natürlich muss die Vorrichtung keinen Roboter und die begleitende Belade-/Entladestation einsetzen. Stattdessen kann auch eine menschliche Bedienungsperson das Substrat manuell zwischen den unterschiedlichen Stationen bewegen. In einer alternativen Ausführungsform können die Belade- und die Entladestationen getrennt voneinander sein, und je-

weils eine aufblasbare Blasenklemme aufweisen, wie oben beschrieben.

**[0033]** Die Blasenklemme ist auch mit einer Rotationseinrichtung verbunden, welche dazu dient, das Substrat um 180° zu rotieren. Jede rotierende Einrichtung kann verwendet werden, eine pneumatisch betriebene Rotationseinrichtung ist jedoch bevorzugt. Ein solches Beispiel einer bevorzugten Rotationseinrichtung wird von Shunk Corp., Deutschland hergestellt.

**[0034]** Ein Roboter kann verwendet werden, um das Substrat in die Vorrichtung zu laden und aus der Vorrichtung zu entladen. [Fig. 4](#) zeigt eine Aufsicht auf einen Roboterarm, welcher in der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann. Jede Art einer Roboteranordnung, welche so aufgebaut ist, dass sie Gegenstände bewegen kann, kann verwendet werden. Ein besonders geeigneter Roboter wird von Adept Corp., Cincinnati, Ohio, vertrieben. Wie deutlich wird, ist der Roboter **300** geeignet, das Substrat zu greifen und es so über einen bewegbaren Arm **302** zu und von der Vorrichtung zu bewegen. Während der Roboter **300** so dargestellt ist, dass er mit Scheren **301** versehen ist, kann jede Endeinrichtung verwendet werden, welche geeignet ist, die Substrate, die für die Katalysatoren verwendet werden, zu umgreifen. Der Roboter **300** kann auch mit einem Sehsystem ausgestattet sein, welches es ermöglicht, dass der Roboter **300** das Substrat in der Beladestation geeignet orientiert. Der Roboter **300** kann auch verwendet werden, um das beschichtete Substrat aus der Vorrichtung zu entfernen. Das heißt, nachdem das Substrat beschichtet und einem Luftstrahl unterworfen wurde, wird die verfahrbare Plattform zu der Belade-/Entladestation befördert, in welcher der Roboter **300** das beschichtete Substrat aus der Blasenklemme **400** greift.

**[0035]** Bezug nehmend auf [Fig. 5](#) der Zeichnungen ist eine Seitenansicht einer Luftstrahlstation **12** dargestellt, welche in dem System der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird. Eine geeignete Einheit zur Durchführung des Luftstrahles gemäß der vorliegenden Erfindung wird von MPT Technologies Inc., Brecksville, Ohio hergestellt. Die Luftstrahlstation umfasst im Allgemeinen eine obere Haube **200**, eine empfangende Haube **201**, eine Luftzufuhr **207** und eine stationäre Rahmenstruktur **213**. Eine Luftstrahlzufuhr **205** ist an einem Ende mit dem Oberteil **204** der oberen Haube **200** verbunden und dient dazu, eine Quelle unter Druck gesetzter Luft der oberen Haube **200** zuzuführen. Das Oberteil der Luftstrahlzufuhr **205** steht über ein Gewinde mit der Leitung **206** im Eingriff. Die Oberseite **204** der oberen Haube **200** ist auch mit einem Fahrwerk **203** verbunden, um entlang eines Stabes **216** auf der Vertikalen oder Z-Achse bewegt zu werden. Das Fahrwerk **203** ist wiederum mit der stationären Rahmenstruktur **213**

verbunden. Ein Servomotor (nicht dargestellt) betreibt das Fahrwerk **203** geeignet entlang der vertikalen Achse nach oben und unten, wodurch die obere Haube **200** und die daran befestigte Luftstrahlzufuhr **205** geöffnet und geschlossen wird. Die Leitung **206**, welche aus jedem geeigneten Material hergestellt sein kann, um unter Druck gesetzte Luft zu befördern, verläuft zwischen der Luftstrahlzufuhr **205** und der Luftzufuhr **207**.

**[0036]** Die empfangende Haube **201** ist geeignet, um das Substrat aufzunehmen. Das Ablassrohr **209** für die Aufschlammung erstreckt sich von einer Öffnung **208**, die an dem Boden der empfangenden Haube **101** angeordnet ist. An dem gegenüberliegenden Ende ist ein Ablassrohr **309** für die Aufschlammung mit einer Öffnung **210** verbunden, die an dem Oberteil des Aufschlammungsrückgewinnungsbehälters **211** angeordnet ist. Der Aufschlammungsrückgewinnungsbehälter **211** kann mit einem Aufschlammungsrückgewinnungsbehälter **34** der Beschichtungsstation über Rohrsysteme verbunden sein und gegebenenfalls kann ein Servomotor mit dem System verbunden sein, um die verbrauchte katalytische Zusammensetzung aus dem Aufschlammungsrückgewinnungsbehälter **211** zu dem Rückgewinnungsbehälter **34** zu bewegen, um in dem System wiederverwendet zu werden. Die empfangende Haube **201** ist mit einem Fahrwerk (nicht dargestellt) verbunden, welches die Bewegung der empfangenden Haube **201** in der Vertikalen oder Z-Richtung bereitstellt, wenn von einem Servomotor angetrieben, um die empfangende Haube zu öffnen und zu schließen. In der geschlossenen Position steht die obere Haube **200** mit einer Seite der Blasenklemme **400** abdichtend im Eingriff und die empfangende Haube **201** steht mit der anderen Seite der Blasenklemme **400** abdichtend im Eingriff, um eine Dichtung zu bilden, welche, wie nachfolgend diskutiert, mit der unter Druck gesetzten Luft von der Luftzufuhr **207** angefüllt werden kann. In der offenen Position ist die obere Haube **200** ausreichend weit von der empfangenden Haube **201** beabstandet, um ein Beladen oder Entladen des Substrates zu ermöglichen.

**[0037]** Die Luftzufuhr **207** ist in einem Behälter enthalten, welcher normalerweise aus Metall, Kunststoff oder einem anderen Material besteht, welches geeignet ist, unter Druck gesetzte Luft zu halten. Der Behälter kann wieder auffüllbar sein, das heißt, kann durch einen neuen Behälter ausgetauscht werden, wenn der Inhalt verwendet wurde, oder kann mit einer weiteren Luftzufuhr verbunden sein, welche Luft zur erneuten Auffüllung der Luftzufuhr **207** bereitstellt. Ein einstellbarer Regulator (nicht dargestellt) ist mit der Luftstrahlstation **12** verbunden, um den Druck in der Luftzufuhr **207** einzustellen. Wie zuvor erwähnt, verbindet die Leitung **206** die Luftzufuhr **207** mit einer Luftstrahlzufuhr **205** und stellt so eine Durchgang für die Luft zur Verfügung, um von der

Luftzufuhr **207** zu der oberen Haube **200** bewegt zu werden. Ein normalerweise offenes Zufuhrventil **215** ist geeignet an der Luftzufuhr **207** befestigt und betreibt die Leitung **206**, um den Fluss der Luft in die Luftstrahlzufuhr **205** zu regulieren. Wird daher ein Substrat auf der empfangenden Haube **201** angeordnet und die obere Haube **200** geschlossen, um mit der empfangenden Haube abdichtend im Eingriff zu stehen, stellt die Luftzufuhr **207** eine regulierte Luftzufuhr über das Ventil **215** und die Leitung **206** zu der Luftstrahlzufuhr **205** zur Verfügung, welche wiederum unter Druck gesetzte Luft in den Hohlraum bereitstellt, welcher gebildet wird, wenn sich die obere Haube **200** in der geschlossenen Position befindet. Dieser unter Druck gesetzte Luftstrahl dient dazu, das Beschichtungsmaterial gleichförmig über das Innere des Substrates zu verteilen und den Überschuss „abzublasen“. Der Überschuss der Beschichtungsaufschlammung durch die Schwerkraft aus dem Aufschlammungsablassrohr **209** über die Öffnung **210** tritt in den Aufschlammungsrückgewinnungsbehälter **211** ein.

**[0038]** [Fig. 6](#) zeigt eine Vorderansicht einer Luftstrahlstation gemäß der vorliegenden Erfindung, welche geeignet ist, gleichzeitig einen Luftstrahl aufzunehmen und auf zwei beschichtete Substrate bereitzustellen. In dieser Darstellung wird eine obere Haube von **220** dargestellt, die empfangende Haube durch **221**, die stationäre Rahmenstruktur durch **243** und die Luftstrahlzufuhr und dessen begleitendes Fahrwerk als **225** und **223**.

**[0039]** Die Leitung **226** verbindet die Luftstrahlzufuhr **225** mit der Luftzufuhr (nicht dargestellt). Der Überschuss der Beschichtungsaufschlammung, welcher von dem Luftstrahl von dem Substrat „abgeblasen“ wurde, wird von dem Aufschlammungsrückgewinnungsbehälter **230** über das Aufschlammungsablassrohr **229** gefangen.

**[0040]** Die Vorrichtung kann auch mit Wiegestationen ausgestattet sein, um das Substrat vor dem Beschichten und nach dem Luftstrahl zu wiegen. Durch das Wiegen des Substrates vor und nach der Beschichtung, kann der Prozentanteil der Schwankung der Feuchtigkeitszunahme, das heißt, die Gleichförmigkeit des Beschichtungsverfahrens, bestimmt werden. [Fig. 7](#) stellt eine Aufsicht auf eine fünfstufige automatische Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zur Verfügung, mit der Belade-/Entladestation **401**, der Wiegestation **402**, der Beschichtungsstation **403**, der Luftstrahlstation **404** und der Wiegestation **405**. [Fig. 8](#) zeigt eine Wiegestation, die für das gleichzeitige Wiegen von zwei Substraten gemäß der vorliegenden Erfindung geeignet ist. Im Allgemeinen ist die Wiegestation so aufgebaut, dass sich, wenn die verfahrbare Plattform zu der Station befördert wird, die Blasenklemme entleert. Unter der Plattform ist eine Einheit angeordnet, welche eine Skala **501**

und einen Servomotor **502** enthält, getragen von dem stationären Rahmen **504**, welcher über einen Stab **503** betrieben wird, um die Skala in einer vertikalen Richtung entlang der Y-Achse anzuheben oder abzusenken. Wenn die Skala **501** nach oben angehoben wird, berührt sie den Boden des Substrates und ermöglicht das Wiegen des unbeschichteten oder beschichteten Substrates. Nach dem Durchführen der Gewichtsberechnungen wird die Skala **501** entlang des Stabes **503** abgesenkt. Wenn die Gewichtsberechnungen vor dem Beschichten durchgeführt werden, ruht das Substrat auf der Wiegeplattform, welche als eine Registerplattform dient, um die vertikale Anordnung des Substrates zu bestimmen. Vorteilhafterweise kann die vertikale Anordnung auf dem Substrat, berechnet an der Wiegestation, in der Beschichtungsstation verwendet werden, um die Tiefe des Eintauchens des Substrates in die Aufschlammung zu bestimmen. Die Wiegestation ist mit einer elektronischen Einrichtung verbunden, welche das Gewicht des Substrates aufzeichnet. Wie in den anderen hier beschriebenen Stationen kann die Wiegestation mit wenigstens einem Computer aufgebaut sein, um jede der vorgenannten Funktionen durchzuführen.

**[0041]** Gemäß des Verfahrensgegenstandes der vorliegenden Erfindung, wie oben beschrieben, kann eine menschliche Bedienungsperson die Systemparameter vor der Durchführung des Betriebes in einen Computer einprogrammieren. Wenn es programmiert ist, setzt das System automatisch das Beschichtungsverfahren fort, bis der Betrieb beendet sind oder von der Bedienungsperson neu definiert werden. Ein Roboter oder eine menschliche Bedienungsperson setzt manuell das unbeschichtete Substrat in die Belade-/Entladestation **13** ein, in welcher sich die Blasenklammer **400** aufbläst, um das Substrat sicher an Ort und Stelle zu halten, und die verfahrbare Plattform bewegt das Substrat zu der Beschichtungsstation **11**.

**[0042]** Das Beschichtungsverfahren, welches in der vorliegenden Erfindung verwendet wird, ist grob von Victor Rosynsky und anderen, US-Patent Nr. 5,866,210 beschrieben. Dieses Verfahren wird in der vorliegenden Erfindung, wie unten beschrieben, modifiziert. Wenn das Substrat zu der Beschichtungsstation befördert wird, hebt sich der Eintauchbehälter **14**, welcher eine kontinuierliche Zufuhr der Beschichtungsaufschlammung enthält, nach oben, um die Unterseite der aufgeblasenen Blasenklammer gemäß einer vorherbeschriebenen Tiefe zu kontaktieren. Wie zuvor angegeben, wird diese basierend auf einer Vielzahl von Faktoren bestimmt, wie dem Volumen des Substrates, der geforderten Aufschlammungsbelastung und Viskosität der Aufschlammung etc.. Die Vakuumhaube bewegt sich nach oben, um mit einer Seite der Blasenklammer abdichtend im Eingriff zu stehen, und der angehobene Eintauchbehälter steht

mit der anderen Seite der Blasenklammer abdichtend im Eingriff. Auf diese Weise wird ein abgedichteter Hohlraum gebildet.

**[0043]** Wenn das Substrat in die Beschichtungsaufschlammung eingeführt wird, wird die Beschichtungsaufschlammung durch die Kapillarwirkung nach oben in die inneren Kanäle gezogen, auch ohne das Anlegen eines Vakuums. Da ein ausreichendes Volumen der Beschichtungsaufschlammung oberhalb des eingetauchten Endes des Substrates vorhanden ist, wird die Kapillarwirkung gleichzeitig in allen Kanälen erzielt. Als ein Ergebnis kann anfänglich ein gleichförmiges Beschichtungsprofil erhalten werden, auch in der Abwesenheit eines Vakuums. Unabhängig davon ist es notwendig, ein Vakuum mit niedriger Intensität anzulegen, um die Beschichtungsaufschlammung weiter nach oben zu ziehen.

**[0044]** Das Vakuum mit niedriger Intensität sollte auf nicht mehr als ungefähr 1 Inch Wasser gehalten werden. Wenn das Vakuum dieses Maß überschreitet, kann die Gleichmäßigkeit der Länge und der Dicke der Beschichtung nicht sichergestellt werden. Die Dauer, über welche das Vakuum mit niedriger Intensität angelegt wird, hängt von der Gleichmäßigkeit und Dichte der Beschichtungsaufschlammung und der Länge der zu beschichtenden Kanäle ab. In den meisten Fällen wird das Vakuum mit niedriger Intensität zwischen ungefähr 1 bis 3 Sekunden angelegt. Vorteilhafterweise steigert die Dichtung zwischen dem Substratumfang und dem Inneren der Blasenklammer die Bewegung und gesamte Gleichförmigkeit der Beschichtungsaufschlammung in den Kanälen. Wie zuvor angegeben, kann ein zweiter Vakuumbetrieb mit der gleichen oder einer höheren Intensität (das heißt, mehr als 1 Inch Wasser, typischerweise ungefähr 5 bis 15 Inches) angelegt werden, nachdem die Vakuumhaube angehoben wurde und das Substrat aus der Beschichtungsaufschlammung entfernt wurde. Die Dauer des zweiten Vakuumbetriebes liegt normalerweise zwischen ungefähr 2 bis 4 Sekunden. In den meisten Fällen dauert der wenigstens eine Vakuumbetrieb (das heißt, die Summe des ersten und zweiten Vakuumbetriebes) nicht mehr als eine Gesamtdauer von ungefähr 5 Sekunden. Das Substrat wird anschließend um 180° in der Blasenklammer rotiert und in die Luftstrahlstation **12** eingereicht.

**[0045]** Wenn die Plattform die Luftstrahlstation **12** erreicht, wird die obere Haube **200** abgesenkt und die empfangende Haube **201** angehoben, um mit der oberen Haube **200** abdichtend im Eingriff zu stehen, um einen Hohlraum zu bilden, in welchem das Substrat angeordnet ist. Ein Luftstrahl, normalerweise unter Druck gesetzt mit zwischen ungefähr 20 bis 50 psi wird dem Substrat über die Leitung **206** zugeführt. Die Dauer des Luftstrahls liegt in dem Bereich von ungefähr 0,3 bis ungefähr 0,5 Sekunden und beträgt typischerweise ungefähr 0,3 Sekunden. Nach dem

Luftstrahl wird die obere Haube **200** angehoben, die untere Haube abgesenkt, und die Plattform schreitet zu der Belade- /Entladestation fort, in welcher sich die Blasenklemme **400** entleert und ein Roboter oder menschliche Bedienungsperson das Substrat entfernt. Wie zuvor diskutiert, können Wiegestationen vor der Beschichtungsstation und nach der Luftstrahlstation angeordnet sein.

**[0046]** Jedes monolithische Substrat kann gemäß der vorliegenden Erfindung beschichtet werden. Solche Substrate umfassen feine, parallele Gasdurchflüsse, die sich durch dieses hindurch erstrecken, von einer Einlassfläche zu einer Auslassfläche des Substrates, so dass die Kanäle für den Luftfluss offen sind, der von der Vorderseite eindringt und durch das Substrat durchgeleitet wird und durch die Rückseite aus dem Substrat. Vorzugsweise sind die Kanäle im Wesentlichen von dem Einlass zu ihrem Auslass gerade, und werden durch die Wände definiert, auf welche eine Beschichtungsaufschlammung als eine Waschcoat aufgebracht wird, so dass die durch die Kanäle fließenden Gase die Beschichtungsaufschlammung kontaktieren. Die Durchflusskanäle sind dünnwandige Kanäle, welche jede geeignete Querschnittsform und Größe aufweisen kann, wie trapezförmig, rechteckig, quadratisch, sinusförmig, hexagonal, oval, kreisförmig oder geformt aus metallischen Bestandteilen, welche gewellt oder flach sind, wie im Stand der Technik bekannt. Solche Strukturen können zwischen ungefähr 60 bis 1.200 oder mehr Gaseinlassöffnungen („Zellen“) je Quadratinches im Querschnitt aufweisen. Solche Strukturen sind zum Beispiel in den US-Patenten Nr. 3,904,551; 4,329,162 und 4,559,193 offenbart.

**[0047]** Beschichtungsaufschlammungen, welche gemäß der vorliegenden Erfindung aufgebracht werden können, können weit variieren und umfassen, sind jedoch nicht begrenzt auf Katalysatorzusammensetzungen, absorbierende Zusammensetzungen und deren Kombinationen, die herkömmlicher Weise für die Herstellung von Katalysatoren verwendet werden. Eine Vielzahl von Beschichtungen mit unterschiedlichen Zusammensetzungen können auch verwendet werden. Geeignete Beschichtungsaufschlammungszusammensetzungen sind zum Beispiel in den US-Patenten Nr. 5,057,483; 4,714,694 und 4,134,860 beschrieben.

**[0048]** Nachdem das Substrat aus dem System entfernt wurde, kann es getrocknet werden, bevor das Substrat in einen Wärmebereich gesandt wird, in welcher die Beschichtung gehärtet wird. Das Trocknen des beschichteten Substrats kann auf jede geeignete Weise durchgeführt werden, und kann durch das Anlegen eines Vakuums vereinfacht werden. Ein besonders geeignetes Trocknungsverfahren ist in der abhängigen Anmeldung US-Serial-Nr. 09/067,831, angemeldet am 28. April 1998 mit dem Titel „Method for

Drying a Coated Substrate“ beschrieben.

**[0049]** Gemäß der vorliegenden Erfindung kann ein Substrat innerhalb von 5 bis ungefähr 10 Sekunden beschichtet werden, auch wenn Wiegestationen eingesetzt werden. Die Länge der Verweildauer an einer einzigen Station kann variieren, und hängt ab von der Beschichtungsart, der Beschichtungsstärke und dergleichen. In einem 10-Sekunden-Zyklus kann daher eine einfach oder doppelt beschichtende Vorrichtung ungefähr 360 Substrate je Stunde und 720 Substrate je Stunde beschichten. Ähnlich kann ein 5-Sekunden-Zyklus das Beschichten von 1.420 Substraten je Stunde ermöglichen, wodurch das Verfahren sehr wirkungsvoll wird. Die Substrate werden gleichmäßig beschichtet, ohne Lücken oder Überlappungen, die bei dem Verfahren des Standes der Technik vorhanden sind, welche erfordern, dass die gegenüberliegenden Enden des Substrates in die Beschichtungsaufschlammung eingetaucht werden. Des Weiteren zeigen die gemäß der vorliegenden Erfindung beschichteten Substrate einen geringeren Feuchtigkeitszugewinn und Edelmetallvariabilität, welches die Zuverlässigkeit zeigt, und die deutlich niedrigeren Kosten der vorliegenden Erfindung. Zum Beispiel betrug vor der vorliegenden Erfindung die Schwankung der Feuchtigkeitszunahme zwischen dem beschichteten Substraten ungefähr 10 bis 15%. Substrate, die gemäß der vorliegenden Erfindung beschichtet werden, zeigen dagegen nur ungefähr 2,6% Schwankung der Feuchtigkeitszunahme. Ähnlich betrug vor der vorliegenden Erfindung der Gradient des gesamten Edelmetalls innerhalb eines Substrates ungefähr 10 bis 20%, wohingegen Substrate, die hier beschrieben werden, weniger als 5% Edelmetallgradienten zeigten. Als solches wird das Edelmetall gleichmäßig über das Substrat verteilt, und stellt somit eine kontrollierte Edelmetallbeschichtung zur Verfügung.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufbringung einer katalytischen Zusammensetzung auf das Innere eines hohlen Substrates, umfassend:  
Beschichten eines Substrates mit einer katalytischen Zusammensetzung durch teilweises Eintauchen eines Endes des Substrates in einen Behälter, welcher ein Bad einer Beschichtungsaufschlammung enthält, und Anlegen eines Vakuums auf das teilweise eingetauchte Substrat mit einer Intensität und einer Dauer, welche ausreichend sind, um die Beschichtungsaufschlammung aus dem Bad nach oben in jeden einer Vielzahl von Kanälen zu ziehen, die im Inneren des hohen Substrates angeordnet sind;  
Entfernen des Substrates aus dem Bad;  
Rotieren des Substrates um 180°, und anschließend Anlegen eines Luftstrahls aus unter Druck gesetzter Luft auf das Ende des Substrates, welches in die Aufschlammung eingetaucht war, mit einer Intensität und über eine Dauer, welche ausrei-

chend sind, um die Beschichtungsaufschlammung innerhalb der Kanäle des Substrates zu verteilen, um darin ein gleichmäßiges Beschichtungsprofil auszubilden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Vakuum auf das Substrat angelegt wird, nachdem das Substrat aus dem Bad entfernt wurde.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Intensität des Vakuums, welches angelegt wird, nachdem das Substrat aus dem Bad entfernt wurde, wenigstens der Intensität des Vakuums entspricht, welches auf das Substrat angelegt wurde, während es in dem Bad eingetaucht war.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Luftstrahl- bzw. Druckluftstation eine obere Haube, eine empfangene Haube und eine Luftzufuhr umfasst, welche mit der oberen Haube operativ verbunden ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Dauer des Luftstrahles in dem Bereich von 0,3 bis 0,5 Sekunden liegt.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die der Luftstrahl mit zwischen 20 bis 50 psi unter Druck steht.

7. Verfahren nach Anspruch 1, des Weiteren umfassend das Einführen des Substrates in eine aufblasbare Blasenklemme.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei das Substrat mit einem Roboter in die aufblasbare Blasenklemme eingeführt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1, des Weiteren Umfassen das Trocknen des Substrates;

10. Verfahren nach Anspruch 1, des Weiteren Umfassen das Wiegen des Substrates.

11. Vorrichtung zum Aufbringen eines Katalysators auf das Innere eines hohlen Substrates, umfassend:

eine Beschichtungsstation umfassend einen Eintauchbehälter, welcher die Aufschlammung des Katalysators enthält;

eine Vakuumdüse, welche operativ eingesetzt wird, um ein Vakuum auf das Substrat anzulegen;

eine Luftstrahlstation, um einen Luftstrahl aus unter Druck gesetzter Luft auf das Substrat anzulegen, wobei die Luftstrahlstation eine obere Haube, eine empfangende Haube und eine Luftzufuhr umfasst, welche operativ mit der oberen Haube verbunden ist;

eine Plattform, welche zwischen der Beschichtungsstation und der Luftstrahlstation bewegbar ist;

eine aufblasbare Blasenklemme, welche an der Plattform befestigt ist; und

eine Rotationseinrichtung, um das Substrat um 180°

zu rotieren.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, des Weiteren umfassend eine Station zum Einführen des Substrates in die Beschichtungsstation und zum Entnehmen des Substrates aus der Luftstrahlstation.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, des Weiteren umfassend einen Roboterarm, um das Substrat in die Vorrichtung einzuführen und aus dieser zu entnehmen.

14. Vorrichtung nach Anspruch 11, des Weiteren umfassend einen programmierbaren Computer, um die Systemparameter zu definieren.

15. Vorrichtung nach Anspruch 12, des Weiteren umfassend wenigstens eine Station zum Wiegen des Substrates.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, wobei eine Station für das Wiegen des Substrates zwischen der Belade- bzw. Einführ-/Entnahmestation und der Beschichtungsstation angeordnet ist, und eine andere Station zum Wiegen des Substrates zwischen der Luftstrahlstation und der Einführ-/Entnahmestation angeordnet ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

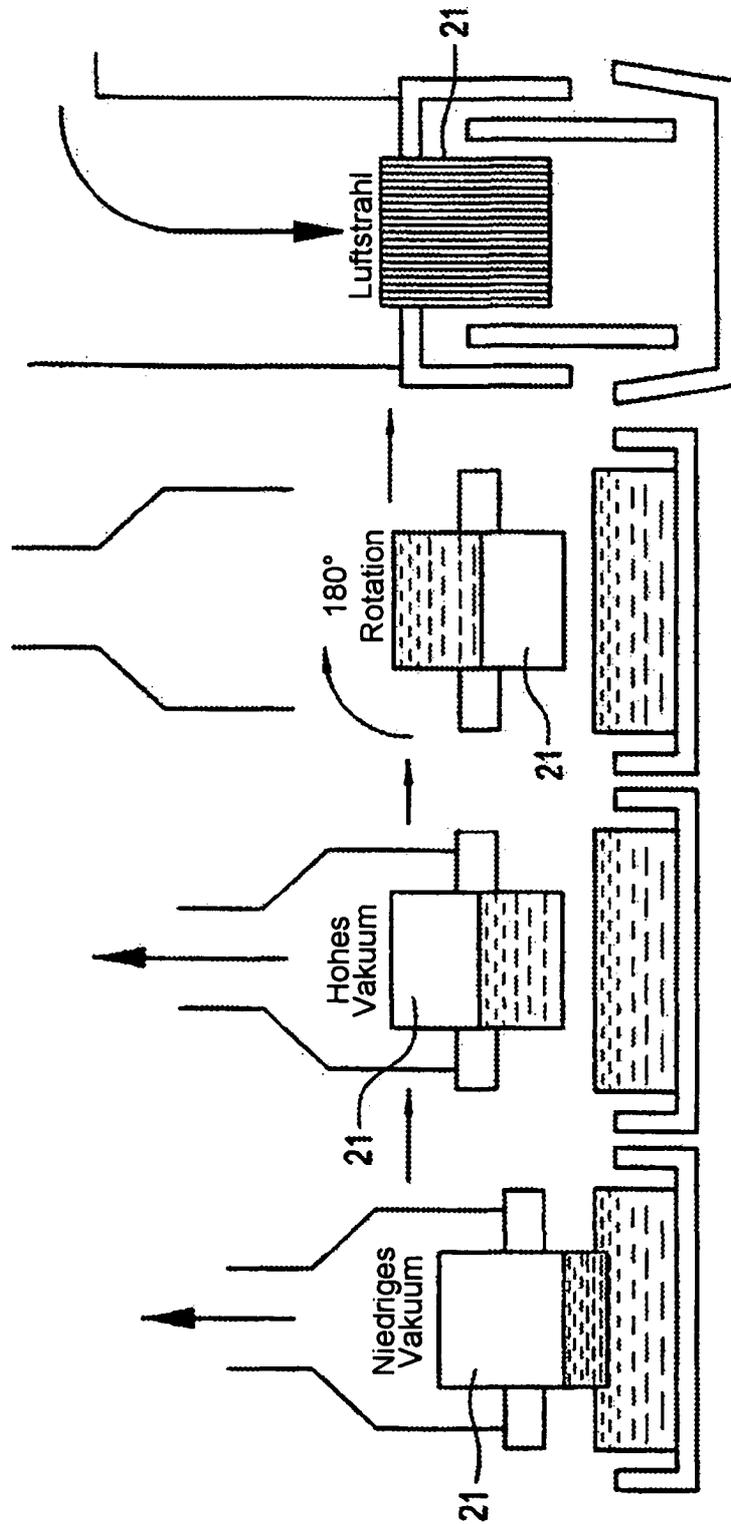


FIG. 2

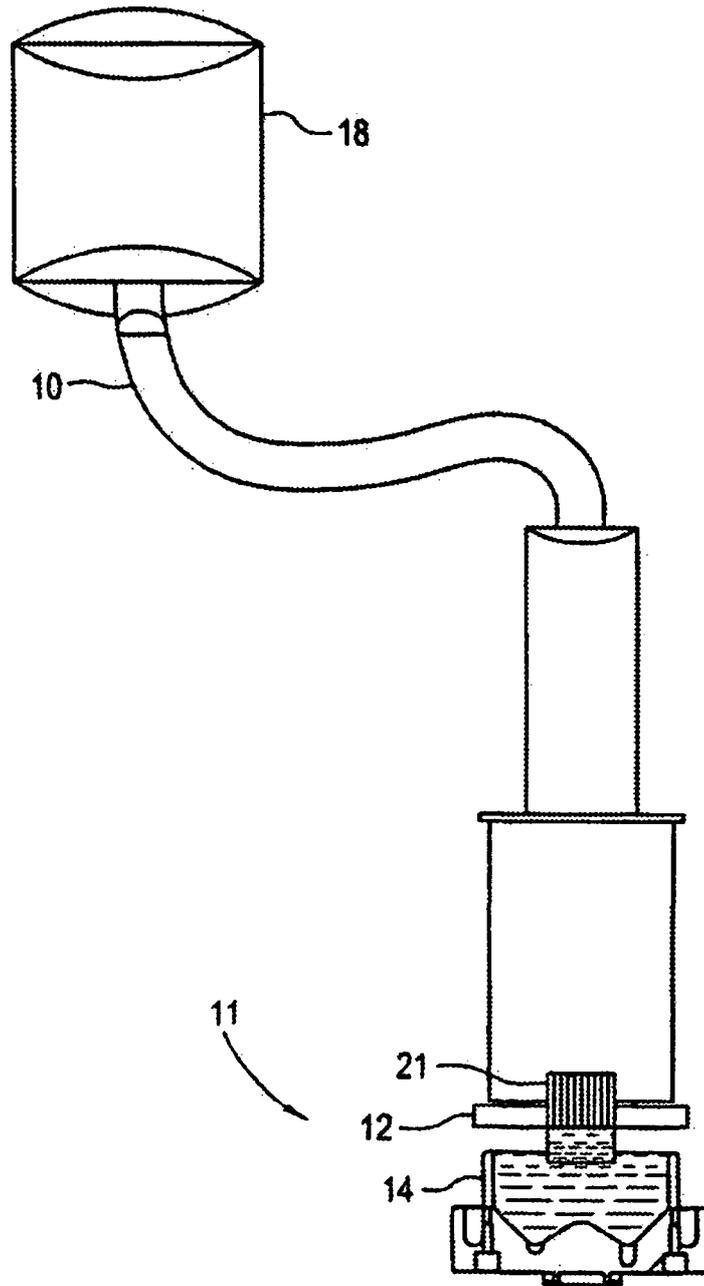


FIG. 3

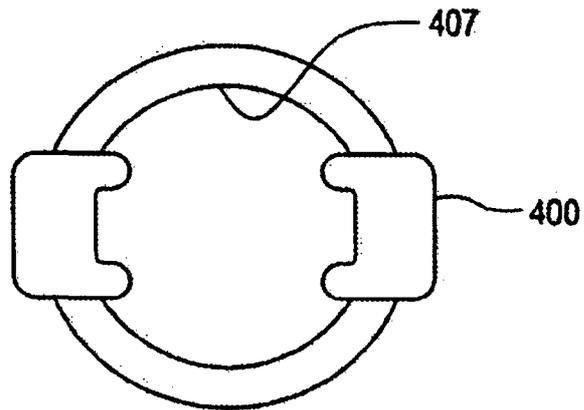


FIG. 4

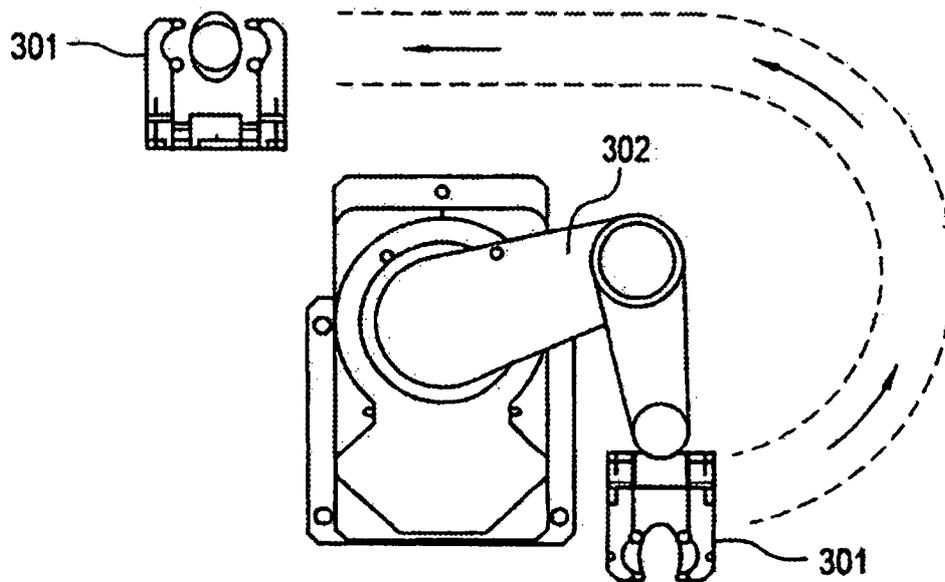


FIG. 5

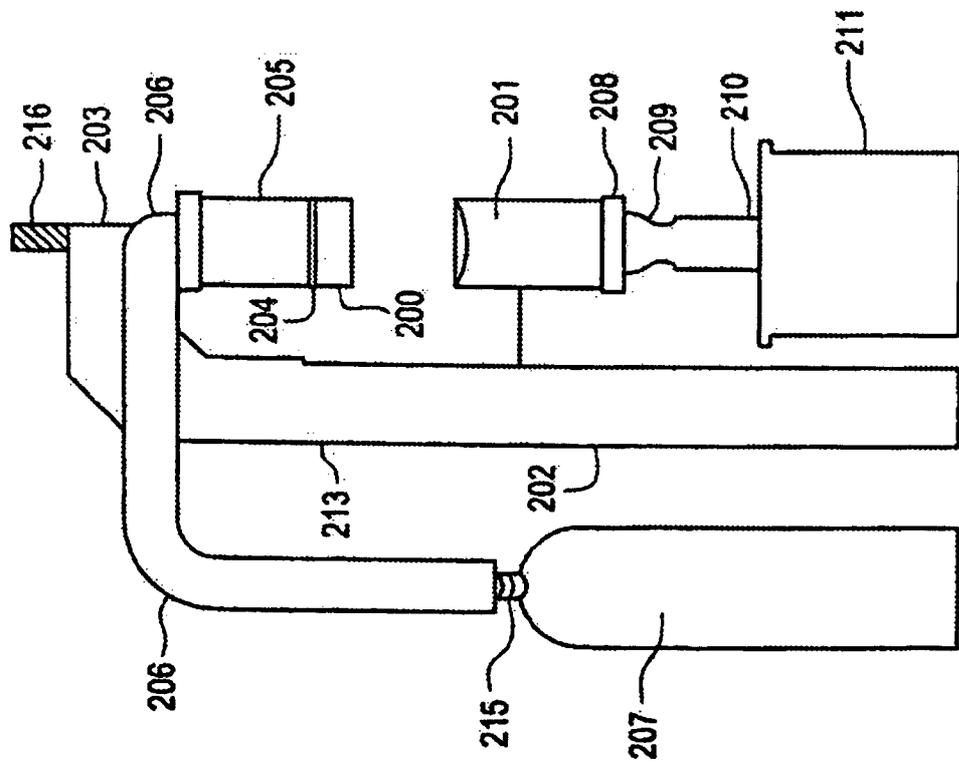


FIG. 6

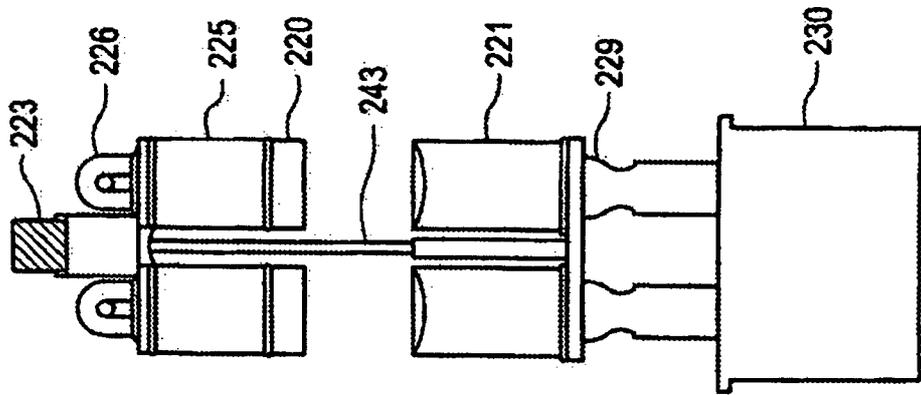


FIG. 7

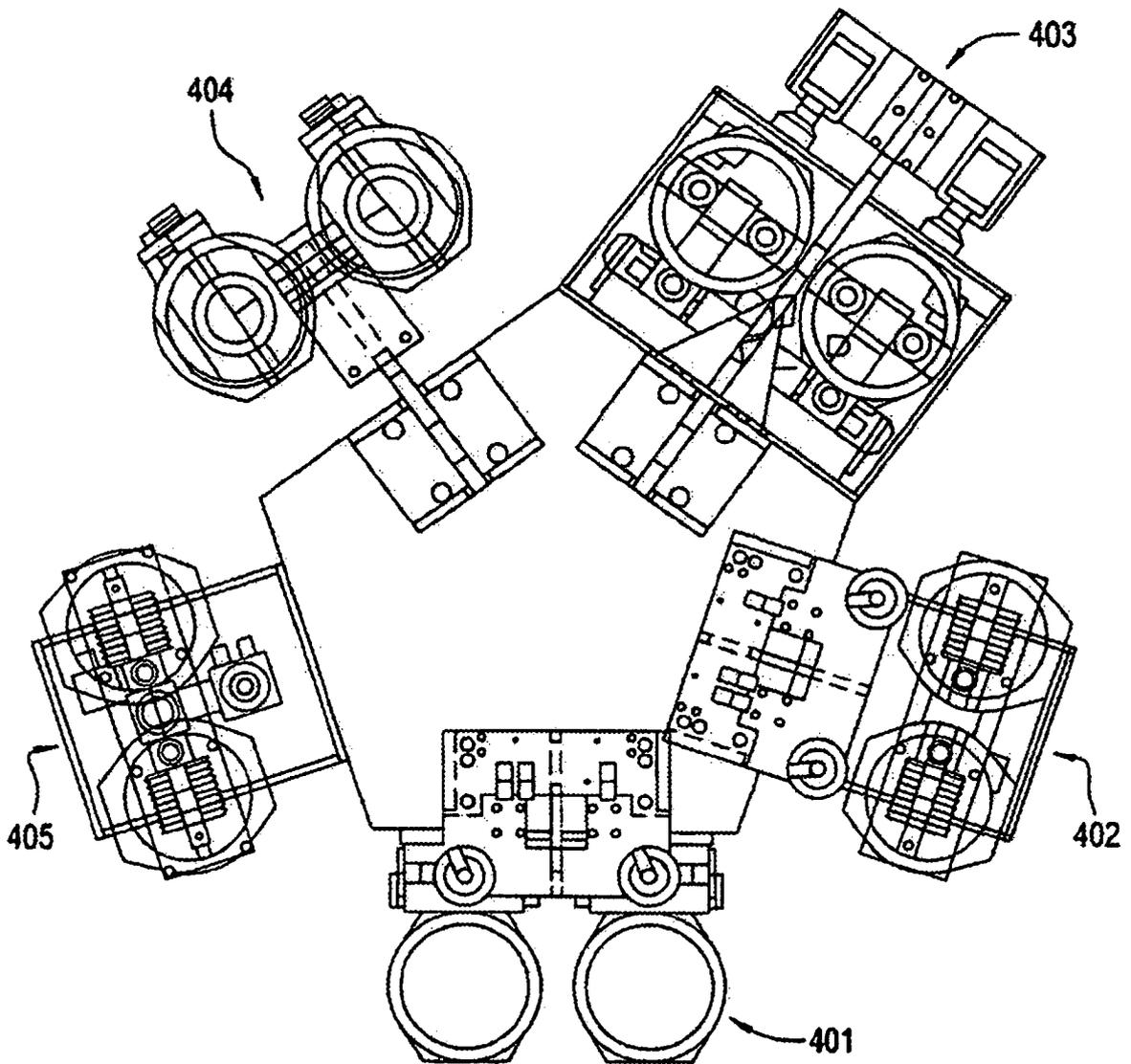


FIG. 8

