



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 024 124 A1** 2006.11.30

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 024 124.7**

(22) Anmeldetag: **25.05.2005**

(43) Offenlegungstag: **30.11.2006**

(51) Int Cl.⁸: **B01J 37/02** (2006.01)

(71) Anmelder:
Süd-Chemie AG, 80333 München, DE

(74) Vertreter:
Stolmár und Kollegen, 80331 München

(72) Erfinder:
Eberle, Hans-Jürgen, Dr. Dipl.-Chem., 81477 München, DE; Helmer, Olaf, 81827 München, DE; Spengler, Jörg, Dr. Dipl.-Chem., 82152 Planegg, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 699 03 139 T2

DE 690 16 938 T2

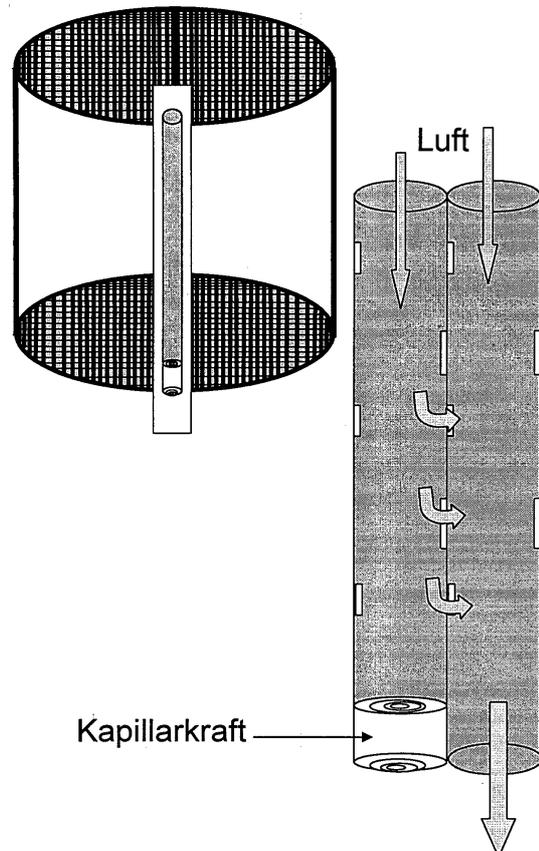
EP 01 57 651 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Auftragen von Washcoat-Suspensionen auf einen Wabenkörper und deren Verwendung**

(57) Zusammenfassung: Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum Entfernen des Überschusses einer zur Beschichtung eines Kanäle aufweisenden Wabenkörpers eingesetzten Washcoat-Suspension, dadurch gekennzeichnet, dass die Entfernung des Überschusses mit Hilfe einer porösen Auflage, die auf derjenigen Stirnseite des Wabenkörpers, auf der der Überschuss abgeführt werden soll (Auslaufseite), angebracht ist, erfolgt, wobei der mittlere Porendurchmesser der porösen Auflage kleiner oder gleich ist als der mittlere Durchmesser der Kanäle des Wabenkörpers.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von monolithischen Katalysatoren durch Auftragung einer Washcoat-Suspension auf einen Kanäle aufweisenden Wabenkörper und die Verwendung der so erhaltenen monolithischen Katalysatoren bei der Reinigung von Abgasen, insbesondere Abgasen von Verbrennungskraftmaschinen.

Stand der Technik

[0002] Monolithische Katalysatoren für die Reinigung von Abgasen, wie die Oxidation von CO oder Kohlenwasserstoffen zu CO₂ und Wasser oder die Reduktion von NO_x mit Ammoniak oder Harnstoff zu N₂ und Wasser oder die Zersetzung von Harnstoff bzw. dessen thermisches Zersetzungsprodukt, die Isocyanäure, zu Ammoniak und CO₂, sind seit langem bekannt. In der Regel sind diese Katalysatoren in der Weise aufgebaut, dass ein mit Kanälen durchzogenes monolithisches Trägermaterial (Wabe) mit einer eine große Oberfläche aufweisenden (hochoberflächigen) Metalloxidbeschichtung (Washcoat), beispielsweise aus Al₂O₃, SiO₂ oder TiO₂, überzogen ist und auf diesen metalloxidischen Oberflächen die eigentlich katalytisch aktiven Metalle oder Metallverbindungen, wie zum Beispiel Edelmetalle oder Übergangsmetalloxide, und gegebenenfalls zusätzliche Promotorverbindungen/Dotierstoffe aufgebracht sind. Es gibt jedoch auch Anwendungen, bei denen die Metalloxidbeschichtungen alleine katalytisch aktiv sind. Ein typisches Anwendungsbeispiel hierfür ist die Hydrolyse von Isocyanäure zu Ammoniak mit TiO₂ beschichteten Waben.

[0003] Die Waben bestehen allgemein insgesamt aus einem so genannten Wabenkörper, der sich aus einem Wabenmantel und einem darin eingesetzten Träger, insbesondere einer teilweise strukturierten und aufgewickelten Blechfolie, zusammensetzen kann oder die Wabe besteht insgesamt aus einem keramischen Formkörper. Die Waben sind dabei im wesentlichen durch parallel zur Achse der Waben verlaufende Kanäle durchzogen.

[0004] Die einen monolithischen Träger (Waben) durchziehenden Kanäle können dabei eine geordnete oder ungeordnete Kanalstruktur besitzen, ferner können die im wesentlichen parallel verlaufenden Kanäle auch untereinander verbunden sein (so genannte offene Kanalstrukturen). Bei offenen Kanalstrukturen wird auch eine radiale Gasverteilung innerhalb des Wabenkörpers ermöglicht. Die Größe der Waben wie auch die Dimensionierung der Kanäle wird dabei vorwiegend von der Dimension der Abgasleitungssysteme, den geforderten Druckverlusten und den geforderten Verweilzeiten des Abgases bestimmt.

[0005] Die so genannte Zelldichte, nämlich die Anzahl der Kanäle pro Wabe bzw. pro Wabenstirnfläche, richtet sich ebenfalls nach den Anforderungen. In der Regel liegen diese zwischen 50 und 1000 Kanälen pro inch² (= cells per square inch, cpsi). In Einzelfällen bzw. für besondere Anwendungen können diese Zelldichten nach unten bzw. oben unter- bzw. überschritten werden. Je höher diese Zelldichte der Wabe ist, desto höher ist die für die Reaktion verfügbare Oberfläche; in gleicher Weise nimmt aber auch der Druckverlust mit zunehmender Zelldichte zu.

[0006] Als Trägermaterial für Waben aus keramischen Formkörpern finden beispielsweise Materialien wie Cordierit, Steatit, Duranit[®] oder Siliciumcarbid oder Formkörper aus Siliciumdioxid, Aluminiumoxiden, Aluminaten oder auch Metallen und Metalllegierungen Verwendung. Die Verwendung von Metallen und Metalllegierungen ermöglicht insbesondere die Herstellung komplex strukturierter Wabenkörper, wie beispielsweise Waben mit offenen Kanalstrukturen.

[0007] Die Herstellung eines wabenförmigen Katalysators erfolgt in der Regel durch die Aufbringungen eines Washcoats (WC) auf die Kanalwände (Beschichtung), gefolgt von einer Trocknung mit anschließender Calcinierung bei höheren Temperaturen zur Verfestigung und endgültigen Oberflächengestaltung des Washcoats. Danach werden die katalytisch aktiven Komponenten durch Imprägnierschritte, zumeist aus den wässrigen Lösungen ihrer Vorläufer, auf den Washcoat aufgebracht. Es ist aber auch möglich, die Aktivkomponenten bzw. ihre Vorläuferverbindungen direkt mit dem Beschichtungsprozess aufzubringen.

[0008] Die Beschichtung eines Wabenkörpers mit den anorganischen hochoberflächigen Materialien ist durch verschiedene Methoden möglich. In der Regel wird zuerst eine Suspension des anorganischen Trägeroxides in Wasser hergestellt, gegebenenfalls unter Zusatz von Additiven, wie anorganische Binder, Tenside, katalytische Aktivkomponenten, Porenbildner, Rheologiehilfsmittel und anderen Zusatzstoffen, und der Wabenkörper durch einen Tauch-, Saug- oder Pumpprozess mit dieser so genannten Washcoat-Suspension befüllt.

[0009] Dabei sind Verfahren beschrieben, die nur die exakt berechnete und in der Wabe zu verbleibende Menge an Washcoat-Suspension einbringen und diese Menge möglichst gleichmäßig auf die Kanalwände verteilen.

[0010] Andere Verfahren geben einen Überschuss in die Wabe (z. B. Flutung der Wabe) und führen einen anschließenden Entleerungsvorgang durch, mit dem überschüssige Washcoat-Suspension ausgetragen wird. Oft wird zur Entleerung ein Ausblasen mit-

tels eines Luftstromes durchgeführt.

[0011] In DE 19837731 A1 sind mehrere dieser Verfahrensvarianten zitiert und beschrieben. Die Entleerung des überschüssigen Washcoat aus der Wabe mittels einer Zentrifugeneinheit wird beispielsweise in GB 1504060 beschrieben.

[0012] Die laufend gestiegenen gesetzlichen Anforderungen bezüglich der Reinigung von Abgasen, insbesondere Motorabgasen, machen die Entwicklung neuer Katalysatoren mit deutlich höheren Effektivitäten notwendig. Neben der Verbesserung der katalytischen Beschichtung kann auch durch optimierte Trägermaterialien die Effizienz von Katalysatoren deutlich gesteigert werden.

[0013] Hierzu gehört einerseits die Erhöhung der Zelldichte aber auch die Verwendung von so genannten komplex strukturierten Wabenkörpern. Unter komplex strukturierten Wabenkörpern versteht man Waben, in denen die Kanäle Erhebungen oder Vertiefungen oder Schaufeln aufweisen und dadurch im Gasstrom gezielt Turbulenzen erzeugt werden, die ebenfalls zu einem besseren Stofftransport und damit höheren Aktivitäten führen. Auch offene Strukturen gehören zu dieser Trägerart; bei offenen Strukturen sind – wie oben bereits beschrieben – die Kanäle durch entsprechende Perforationen (Löcher) miteinander verbunden. Dadurch ist neben einer vertikalen Strömungsrichtung (parallel zu Kanalachse) auch eine mehr oder weniger horizontale (radial zur Achse der Wabe bzw. der Kanäle) Gasströmung möglich. Mit komplexen Strukturen lassen sich Katalysatoren herstellen, die gleichzeitig einen Mischeffekt bewirken. Ferner sind natürlich auch Kombinationen von rein planparallelen und komplexstrukturierten Waben denkbar.

[0014] Waben mit hohen Zelldichten wie auch Waben mit komplex strukturierten und perforierten Kanälen (offene Strukturen) können durch die bisher bekannten Methoden nicht mehr ohne größeren Aufwand beschichtet werden. Insbesondere das Ausblasen der überschüssigen Washcoat-Suspension mit Luft ist mit offenen Kanalstrukturen nicht mehr möglich.

[0015] Der Grund liegt darin, dass die zum Ausblasen eingesetzte Luft (Ausblasluft) grundsätzlich den Weg des geringsten Widerstandes (Weg des geringsten Druckverlustes) nehmen wird. Sobald zwischen den beiden Stirnflächen der Wabe einzelne offene Kanäle entstanden sind, wird die in der Folge eingesetzte Ausblasluft durch die Löcher der offenen Strukturen in eben jene, bereits offenen Kanäle abgeleitet und der Druck der eingesetzten Ausblasluft wird regelmäßig nicht ausreichen, um die Washcoat-Suspension aus noch teilbefüllten Kanälen, in denen die Washcoat-Suspension durch Kapillarkräfte gehalten

wird, nach unten auszublasen. Bereits einige wenige vollständig durch Ausblasen entleerte Kanäle führen zu dem beschriebenen Effekt, so dass durch Ausblasen allein nur wenige Kanäle zu entleeren sind. Dieser, insbesondere bei Waben mit offenen Strukturen, zu beobachtende Effekt wird in **Fig. 1** veranschaulicht: **Fig. 1** zeigt eine Teilansicht zweier parallel verlaufender Kanäle einer Wabe, die über eine Perforation miteinander verbunden sind (offene Struktur). Während der rechts gezeigte Kanal bereits durch die Ausblasluft (die Stromrichtung der Luft wird durch die Pfeile veranschaulicht) von überschüssigem Washcoat befreit wurde, gelingt dies in dem links gezeigten Kanal aus dem beschriebenen Grunde nicht mehr, so dass ein durch Ausblasen alleine nicht mehr zu entfernender und durch die Kapillarkraft gehaltener Rest an Washcoat im unteren Bereich des Kanales verbleibt.

[0016] Zur Beschichtung komplex strukturierter Waben sind daher immer aufwändigere Verfahren notwendig. So wird in der DE 10114328 A1 beim Auftragen des Washcoats die Anwendung von Vibrationen beschrieben. Damit soll einerseits die Fließfähigkeit der Washcoat-Suspension verbessert werden, andererseits der Washcoatauftrag möglichst gleichmäßig erfolgen. Aber selbst die Methoden garantieren nicht mehr die vollständige Entfernung des eingesetzten Überschusses der Washcoat-Suspension.

Aufgabenstellung

[0017] Es bestand somit die Aufgabe, ein Verfahren zur Beschichtung von Waben mit offenen und/oder komplexen Strukturen bereit zu stellen, das die genannten Probleme löst.

[0018] Insbesondere bestand die Aufgabe, ein Verfahren zur Befreiung bzw. Entleerung von Waben mit offenen und/oder komplexen Strukturen von überschüssig eingesetzter Washcoat-Suspension bereit zu stellen, das die genannten Probleme löst.

[0019] Dabei sollte sich die Lösung insbesondere durch einfach durchführbare Maßnahmen auszeichnen.

[0020] Die Aufgabe wurde dadurch gelöst, dass während des Entleerungsvorgangs die Stirnseite des zu beschichtenden wabenförmigen Trägers, aus der die überschüssige Washcoat-Suspension abgeführt werden soll (Austrittsseite), direkt mit einer porösen Auflage verbunden wird, wobei der mittlere Porendurchmesser dieser Auflage nicht größer als der Durchmesser der Wabenkanäle sein sollte.

[0021] Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum Entfernen des Überschusses einer zur Beschichtung eines Kanäle aufweisenden Wabenkörpers eingesetzten Washcoat-Suspension, dadurch

gekennzeichnet, dass die Entfernung des Überschusses mit Hilfe einer porösen Auflage, die auf derjenigen Stirnseite des Wabenkörpers auf der der Überschuss abgeführt werden soll (Auslaufseite), angebracht ist, erfolgt, wobei der mittlere Porendurchmesser der porösen Auflage kleiner oder gleich ist als der mittlere Durchmesser der Kanäle des Wabenkörpers.

[0022] Der in dem erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzte Wabenkörper ist dabei bevorzugt ein keramischer oder ein metallischer Wabenkörper.

[0023] Die Wirkung der erfindungsgemäßen porösen Auflage ist dabei nicht an das angewendete Entleerungsprinzip gebunden. Grundsätzlich kann die erfindungsgemäße Maßnahme in Verbindung mit allen dem Fachmann aus dem Stand der Technik bekannten Entleerungsmaßnahmen angewendet werden. Es kann sowohl in Verbindung mit einem Ausblasverfahren, mit einem Zentrifugierverfahren wie auch bei den verschiedenen anderen Entleerungsverfahren eingesetzt werden. Auf die Verwendung einer speziellen Saugvorrichtung, wie in DE 3803579 A1, oder dem Anlegen eines Unterdruckes kann jedoch verzichtet werden. Daher wird die Automatisierung des Entleerungsprozesses durch das erfindungsgemäße Verfahrens deutlich begünstigt.

[0024] Vorzugsweise wird die erfindungsgemäße poröse Auflage zur Entfernung der überschüssigen Washcoat-Suspension aus den Kanälen des zu beschichtenden Wabenkörpers im Zusammenhang mit der Anwendung eines auf die Kanäle gerichteten Luftstromes (Ausblasen) und/oder durch Anwendung von Zentrifugalkräften eingesetzt.

[0025] Die erfindungsgemäß eingesetzte poröse Auflage sollte dabei, um eine möglichst vollständige Entleerung zu erreichen, möglichst planparallel zur Stirnseite vollständig anliegen. Dabei ist es nicht unbedingt notwendig, dass die erfindungsgemäß eingesetzte poröse Auflage direkt mit der Stirnseite des zu entleerenden Wabenkörpers in Kontakt steht. Vielmehr kann zum Ausgleich etwaiger Unebenheiten eine flexible poröse Zwischenschicht, insbesondere ein flexibles Netz, eingesetzt werden. Auf diese Weise wird eine vollständige Herstellung des Kontakts zwischen der Austrittsseite der Wabe und der erfindungsgemäß eingesetzten porösen Auflage erreicht, der zu optimalen Ergebnissen des erfindungsgemäßen Verfahrens auch bei nicht vollständig planaren Stirnflächen von zu entleererender Wabe und poröser Auflage führen. Für ein optimales Ergebnis des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es demnach sinnvoll, durch geeignete Maßnahmen einen über die gesamte Stirnfläche (Austrittsfläche) der vom Überschuss der Washcoat-Suspension zu entleerenden Wabe, vorliegenden und somit durchgehenden Kontakt mit einer porösen Auflage herzustellen.

[0026] Erfindungswesentliches Merkmal ist die Tatsache, dass der Durchmesser der Kanäle bzw. Poren der eingesetzten porösen Auflage im Mittel kleiner oder gleich dem Durchmesser der Kanäle zu entleerenden Wabe, insbesondere der auf der Stirnseite der zu entleerenden Wabe vorliegenden Durchmesser der Kanäle ist. Der mittlere Porendurchmesser bzw. die daraus errechnete Einzelporenquerschnittsfläche der porösen Auflage sollte demnach nicht größer als die Einzelkanalquerschnittsfläche an der Stirnaustrittsseite des zu entleerenden wabenförmigen Katalysatorträgers sein.

[0027] Die Zusammensetzung der porösen Auflage ist dabei nicht an ein bestimmtes Material gebunden. Sie kann aus Metall, Keramik, Kunststoff oder einem sonstigen dem Fachmann als geeignet erscheinenden Material aufgebaut sein. Es sind auch Kombinationen verschiedener poröser Materialien denkbar.

[0028] Um eine optimale Wirkung der porösen Auflage zu erreichen, muss – wie bereits erläutert – möglichst der direkte Kontakt der entsprechend gegenüberliegenden Flächen von Wabe und Auflage erreicht werden, insbesondere über die ganze Fläche der zu entleerenden Wabe.

[0029] Ferner muss die Möglichkeit der Durchdringung der Auflage mit Beschichtungssuspension gewährleistet sein: Der Durchmesser der kleinsten Pore der Auflage sollte nicht kleiner sein als der Durchmesser des größten Teilchens der Beschichtungssuspension. Ansonsten können diese Bestandteile nicht mehr durch die Poren der Auflage abfließen und es kommt zu einer Verstopfung der porösen Auflage. Dieses Erfordernis beschränkt den Porendurchmesser der porösen Auflage durch einen in Abhängigkeit der Washcoat-Suspension sinnvoll zu wählenden minimalen Porendurchmesser.

[0030] In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird als erfindungsgemäße poröse Auflage eine zweite Wabe der gleichen Art wie die zu entleerende Wabe oder eine zweite Wabe mit gleichem oder kleineren Kanaldurchmesser (Kanalquerschnitt), bezogen auf den Kanaldurchmesser der zu entleerenden Wabe, eingesetzt. Dabei kann die Länge einer solchen zweiten Wabe deutlich kürzer sein als die der zu entleerenden Wabe. Die Länge bzw. die Höhe der erfindungsgemäß eingesetzten porösen Auflage bzw. zur Entleerung eingesetzten Wabe sollte jedoch mindestens so hoch sein, dass die aus dem Querschnitt bzw. Durchmesser und der Porenlänge bzw. Kanallänge resultierende Kapillarkraft der Auflage bzw. Wabe in der Lage ist, die in den Trägerkanälen der zu entleerenden wirkenden Kapillarkräfte, die das Ausfließen der überschüssigen Washcoat-Suspension verhindern, zu überwinden.

[0031] Ist die zu entleerende Wabe eine metallische Wabe, so ist die zur Entleerung erfindungsgemäß eingesetzte Wabe vorzugsweise ebenfalls metallischer Natur und weist planparallele Kanäle auf.

[0032] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zur Entleerung einer metallischen Wabe eine Wabe der gleichen Art eingesetzt, wobei von dieser zur Entleerung eingesetzten Wabe der Wabenkörper im oberen Teil vom Mantel befreit wird, um eine möglichst planparallele Auflage der zur Entleerung eingesetzten Wabe auf die Stirnseite der zu entleerenden Wabe zu erreichen.

[0033] Weitere mögliche erfindungsgemäße Ausführungsformen für poröse Auflagen sind offenporige Schwämme, Netze, Vliese (poröse Vliese) oder vergleichbare Materialien. Der direkte und vollständige Kontakt der porösen Auflage mit der Entleerungsfläche des Monolithen über die gesamte Fläche führt zu einem vollständigen Auslaufen des überschüssigen Washcoats in der Wabe.

[0034] Mögliche Ausführungsformen für die poröse Auflage sind auch Kombinationen einer metallischen oder keramischen Wabe mit einem Vlies und/oder einem Netz und/oder einem Schwamm.

[0035] Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die einfache technische Realisierbarkeit. Ferner wird durch das erfindungsgemäße Verfahren die bei Verwendung tensidhaltiger Beschichtungssuspensionen oft zu beobachtende unerwünschte Blasenbildung an der Kanalaustrittsseite wirkungsvoll vermieden.

[0036] In einer möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens können die Wabenkörper zunächst mittels eines anderen Funktionsprinzips teilweise entleert werden, insbesondere durch Saugen, Ausblasen, Zentrifugieren oder einfaches Ausfließen.

[0037] In einer möglichen Ausführungsform können die vorgenannten Möglichkeiten zur Teilentleerung auch in Kombination mit dem erfindungsgemäßen Entleerungsverfahren eingesetzt werden, insbesondere nacheinander oder zeitgleich.

[0038] Das erfindungsgemäße Entleerungsverfahren kann insbesondere als Teil eines vollständigen Beschichtungsverfahrens von Kanäle aufweisenden Wabenkörpern angewendet werden.

[0039] So ist ein weiterer Gegenstand der Erfindung, ein Verfahren zur Beschichtung eines Kanäle aufweisenden Wabenkörpers mit einer Washcoat-Suspension umfassend die folgenden Schritte

A) Ansaugen einer Washcoat-Suspension durch

die Kanäle des zu beschichtenden Wabenkörpers mittels Anlegen eines Unterdruckes auf der oberen Stirnseite des Wabenkörpers, während auf der unteren Stirnseite Washcoat-Suspension zugeführt wird,

B) Teilentleerung der überschüssigen Washcoat-Suspension aus den Kanälen des zu beschichtenden Wabenkörpers mittels Anlegen eines Überdruckes auf der oberen Stirnseite des Wabenkörpers

C) Entfernen des nach Schritt B) verbleibenden Überschusses an Washcoat-Suspension aus den Kanälen des zu beschichtenden Wabenkörpers mit Hilfe einer porösen Auflage, die auf derjenigen Stirnseite des Wabenkörpers, auf der der Überschuss abgeführt werden soll, angebracht ist, wobei der mittlere Porendurchmesser der porösen Auflage kleiner oder gleich dem mittleren Durchmesser der Kanäle des Wabenkörpers ist.

[0040] Die vollständige Entfernung des Überschusses gemäß Schritt C) kann in Kombination mit jeder dem Fachmann geläufigen Methode zur Entleerung von Wabenkörpern angewendet werden.

[0041] Vorzugsweise wird die erfindungsgemäße Maßnahme gemäß Schritt C) im Zusammenhang mit der Anwendung von Zentrifugalkräften eingesetzt.

[0042] Eine Variante des Schrittes B) kann dabei sein, dass die Teilentleerung der Wabe ausschließlich durch das Ausfließen der überschüssigen Washcoat-Suspension, bedingt durch deren eigene Gewichtskraft, erfolgt und dann die Restentleerung durch das erfindungsgemäße Entleerungsverfahren unter Verwendung der porösen Auflage erfolgt.

[0043] In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Beschichtungsverfahrens werden die Schritte A) und B) mehrmals hintereinander ausgeführt, bevor Schritt C) vorgenommen wird. Insbesondere werden die Schritte A) und B) jeweils dreimal durchlaufen, um sicher zu stellen, dass alle Kanäle des Wabenkörpers mit Washcoat-Suspension mindestens einmal vollständig befüllt waren.

[0044] Optional kann die Befüllung nach Schritt A) und/oder der Teilentleerungsschritt B) durch Einwirkung von Vibrationen erfolgen, um die Fließeigenschaften der anzusaugenden bzw. auszutreibenden Washcoat-Suspension zu erhöhen.

[0045] In einer weiteren, besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Beschichtungsverfahrens werden bereits die Schritte A) und B) in Gegenwart der porösen Auflage durchgeführt, wobei dann die Teilentleerung B) unter gleichzeitiger Anwendung des erfindungsgemäßen Entleerungsprinzipes gemäß Schritt C) erfolgt.

[0046] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist eine zur Befüllung und Teilentleerung von Kanäle aufweisenden Wabenkörpern eingesetzte Vorrichtung (Kolbenzylinderanlage), mit der das erfindungsgemäße Beschichtungsverfahren durchgeführt werden kann.

[0047] Die erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß [Fig. 2](#) umfasst einen Kolbenzylinder (a) zum Einsaugen bzw. Entleeren der Washcoat-Suspension, eine Verbindungsplatte (b), die mit dem unteren Ende des Kolbenzylinders fest verbunden ist und mit der oberen Stirnseite der zu beschichtenden Wabe dicht verbunden werden kann, eine Aufnahmeplatte (c), die auf ihrer Oberseite mit der unteren Stirnseite der zu beschichtenden Wabe dicht verbunden werden kann, optional eine oder mehrere Vibrationseinheiten, die an der Aufnahmeplatte (c) befestigt sind, eine hydraulisch bewegliche Aufhängung (f) mit der die Zylindereinheit (a), die Verbindungsplatte (b) und die Aufnahmeplatte (c) gemeinsam horizontal bewegt werden können (Auf- und Abwärtsbewegung), ein Einsaug-/Auslaufrohr (d), das an der unteren Seite der Aufnahmeplatte (c) angebracht ist, und eine Vorratswanne (e), in der die Washcoat-Suspension vorgelegt wird.

[0048] Die dichte Verbindung der zu beschichtenden Wabe mit der Verbindungsplatte (b) und der Aufnahmeplatte (c) erfolgt vorzugsweise durch Andrücken der Stirnseiten der Waben an entsprechende dichtende Vorrichtungen an den Platten (b) und (c).

[0049] Die Verbindungsplatte (b) und die Aufnahmeplatte (c) sind jeweils in dem Bereich, in dem diese die zu befüllende Wabe aufnehmen sollen, durchbrochen, so dass einerseits über den Kolbenzylinder (a) ein Druck bzw. Unterdruck aufgebaut werden kann und andererseits durch das Einsaug-/Auslaufrohr (d) die Washcoat-Suspension angesaugt bzw. ausgepresst werden kann.

[0050] Durch das erfindungsgemäße Beschichtungsverfahren bzw. das erfindungsgemäße Entleerungsverfahren lassen sich insbesondere monolithische Katalysatoren, die auf einem im wesentlichen aus TiO_2 bestehenden Washcoat basieren, herstellen.

[0051] Die nach den erfindungsgemäßen Verfahren erhältlichen Katalysatoren lassen sich insbesondere als Katalysatoren in der Reinigung von Abgasen, insbesondere solcher von Verbrennungskraftmaschinen einsetzen.

[0052] Mögliche Verwendungen der über das erfindungsgemäße Verfahren erhältlichen Katalysatoren sind insbesondere die Reinigung von Auto- und Dieslabgasen. Weiter können die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Katalysatoren als

Zersetzungskatalysatoren für Ammoniak-Precursorverbindungen, als Oxidationskatalysatoren, als Katalysatoren für die Beseitigung von Stickoxiden und als Katalysatoren für die Reduktion von Stickoxiden eingesetzt werden.

[0053] Die erfindungsgemäßen Verfahren können insbesondere zur Herstellung von Katalysatoren eingesetzt werden, bei denen Washcoat-Suspensionen, bestehend aus Trägeroxiden oder Trägeroxidkombinationen, ausgewählt aus der Gruppe enthaltend TiO_2 , Al_2O_3 , SiO_2 , CeO_2 , ZrO_2 oder Zeolithe, eingesetzt werden. Die genannten Trägeroxide oder Trägeroxidkombinationen können dabei wiederum mit Metalloxiden dotiert bzw. beschichtet sein. Auch können bereits direkt katalytisch wirksame Massen oder Massen, die direkt zu katalytisch wirksamen Beschichtungen führen, eingesetzt werden.

[0054] Vorzugsweise enthält die aktive Masse als zusätzliche Komponenten eine oder mehrere Metalloxidverbindungen ausgewählt aus der Gruppe enthaltend die Oxide des Vanadiums, des Wolframs, Molybdäns, insbesondere V_2O_5 , WO_3 , MoO_3 oder Edelmetallsalze, insbesondere die des Palladiums, Platins oder Rhodiums.

[0055] Die katalytisch aktiven Komponenten können aber auch erst in einem nachgelagerten Schritt, nachdem der erfindungsgemäß beschichtete und entleerte Wabenkörper einer Temperaturbehandlung unterzogen wurde, aufgebracht werden.

[0056] Die in den erfindungsgemäßen Verfahren einsetzbaren Washcoat-Suspensionen können neben anorganischen Trägeroxiden, Wasser, Additive und katalytische Aktivkomponenten enthalten.

[0057] Den in den erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten Washcoat-Suspensionen können anorganische Sole oder Gele, insbesondere SiO_2 -, TiO_2 -, Al_2O_3 -Sole oder -Gele zur Verbesserung der Haftung der resultierenden Beschichtung, Additive wie organische Mono- und Polymere, insbesondere Cellulose-Derivate oder Acrylate als Porenbildner wie auch als Haftvermittler und/oder Tenside als rheologische Hilfsmittel, zugegeben werden.

[0058] Für die nach den erfindungsgemäßen Verfahren zu entleerenden bzw. zu beschichtenden Waben eignen sich insbesondere Waben aus Materialien ausgewählt aus der Gruppe enthaltend Cordierit, Silicate, Zeolithe, Siliciumdioxid, Siliciumcarbid, Aluminiumoxid und Aluminate oder Mischungen aus diesen Stoffen sowie Metalle bzw. Metalllegierungen. Besonders bevorzugt sind metallische Trägerstrukturen.

[0059] Bevorzugt sind metallische Trägerkörper, besonders bevorzugt sind komplex strukturierte Metall-

träger. Die verwendeten Metallwaben können dabei durch einen thermischen oder auch chemischen Prozess in der Weise vorbehandelt sein, dass eine später aufgebrachte Schicht in ihrer Haftung verbessert wird. Mit der erfindungsgemäßen Methode können auch Waben mit einer hohen bis sehr hohen Zelldichte entleert werden.

[0060] Die auf diese Weise hergestellten Katalysatoren können noch einen Trocknungsschritt und anschließenden Calcinierschritt durchlaufen. Auch die weitere Aufbringung von katalytisch aktiven Verbindungen, wie beispielsweise Edelmetallverbindungen, ist möglich. Die auf diese Weise hergestellten Katalysatoren werden besonders in Gasreinigungsprozessen, insbesondere bei der Reinigung von Autoabgasen, verwendet. Sie lassen sich aber auch in anderen katalytischen Prozessen einsetzen, wie beispielsweise in der chemischen Industrie oder Energieerzeugung.

[0061] Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Erfindung ein Verfahren zur Beschichtung von Katalysatorträgern mittels eines Befüllschrittes des Trägerkörpers mit einer Washcoat-Suspension und eines sich daran anschließenden Entleerungsschrittes zur Entfernung der überschüssigen Washcoat-Suspension betrifft, wobei zumindest am Schluss des Entleerungsschrittes die befüllte oder noch teilbefüllte Wabe mit ihrer Austrittsseite mit einer porösen Auflage in Kontakt gebracht wird mit der Maßgabe, dass der mittlere Porendurchmesser bzw. die daraus errechnete Einzelporenquerschnittsfläche der Auflage nicht größer ist als die Einzelquerschnittsfläche eines repräsentativen Kanales an der Stirnaustrittsseite des Katalysatorträgers. Die so beschichteten Katalysatorträger können als monolithische Trägerkatalysatoren, insbesondere zur Reinigung von Autoabgasen, eingesetzt werden.

Erläuterung der Figuren:

[0062] **Fig. 1:** Illustration des Luftstroms (Pfeile) zum Ausblasen der überschüssigen Washcoat-Suspension in offenen Strukturen. Die Illustration zeigt zwei durch Perforationen miteinander verbundene benachbarte Kanäle als Ausschnitt eines Wabenkörpers. Der Luftstrom folgt bei den perforierten Kanälen dem des geringsten Druckverlustes, wonach in einem solchen Falle durch alleiniges Ausblasen eine Restentleerung aller Kanäle unmöglich wird. Die überschüssige Washcoat-Suspension wird durch die Kapillar-Kräfte in den Kanälen gehalten.

[0063] **Fig. 2:** Schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Kolbenzylinderanlage.

[0064] **Fig. 3:** Wabe unmittelbar nach Entnahme aus der Kolbenzylinderanlage gemäß Vergleichsbeispiel 3. Die Kanäle sind auf der Seite der Austrittsflä-

che (untere Stirnfläche) noch vollständig mit überschüssiger Washcoat-Suspension gefüllt.

[0065] **Fig. 4:** Wabe gemäß Vergleichsbeispiel 3 nach Einwirken eines Luftstromes (Ausblasen).

[0066] **Fig. 5a:** Ansicht einer zu beschichtenden und anschließend von überschüssigem Washcoat zu befreienden Wabe (oben) mit angebrachter zweiter Hilfswabe bzw. Auflagewabe (unten) zum Zwecke der vollständigen Entleerung gemäß Beispiel 4.

[0067] **Fig. 5b:** Detailansicht der aufsteckbaren Hilfs- bzw. Auflagewabe gemäß Beispiel 4 wobei zu erkennen ist, dass zur Gewährleistung des vollständigen Anliegens der unteren Austrittsfläche der zu entleerenden Wabe (nicht gezeigt) mit der oberen Stirnfläche der Hilfswabe ein kleiner Teil der Wabenhülle durch Abfräsen entfernt wurde.

[0068] **Fig. 6:** Ansicht der unteren Austrittsfläche einer gemäß dem Beispiel 4 vollständig von überschüssigem Washcoat befreiten beschichteten Wabe.

[0069] **Fig. 7:** Ansicht der unteren Austrittsfläche einer gemäß dem Vergleichsbeispiel 5 ausschließlich durch Zentrifugieren behandelten Wabe ohne Anwendung einer Hilfswabe.

[0070] **Fig. 8:** Ansicht der unteren Austrittsfläche einer gemäß dem Beispiel 6 durch Zentrifugieren in Gegenwart einer Hilfswabe behandelten Wabe.

[0071] **Fig. 9:** Ansicht der unteren Austrittsfläche einer gemäß dem Beispiel 7 behandelten Wabe (Ausblasen), wobei durch nicht vollständiges Anliegen der Hilfswabe über die gesamte Fläche der Austrittsfläche der von überschüssigem Washcoat zu befreienden Wabe noch teilweise unentleerte Kanäle zu erkennen sind.

[0072] **Fig. 10:** Ansicht der unteren Austrittsfläche einer gemäß dem Beispiel 8 behandelten Wabe (Ausblasen), wobei die Unebenheiten auf der oberen Stirnseite der Hilfswabe, die ein vollständiges planparalleles Aufliegen der Hilfswabe über die gesamte Austrittsfläche verhindern, durch Einbringen eines flexiblen Netzes zwischen Austrittsfläche der von überschüssigem Washcoat zu befreienden Wabe und der oberen Stirnfläche der Hilfswabe, ausgeglichen werden.

Ausführungsbeispiel

[0073] Die folgenden Beispiele sollen die Erfindung näher erläutern und sind in keinem Fall als Einschränkung zu betrachten.

Beispiel 1: Herstellung einer typischen Washcoat-Suspension

[0074] 100 g TiO_2 mit einer BET-Oberfläche von $80 \text{ m}^2/\text{g}$ werden in 80 g Wasser eingerührt, anschließend werden 40 g eines wässrigen SiO_2 -Sols (Gehalt an SiO_2 : 40 %) als Binder zugegeben und danach wird die Suspension in einer Zahnrad-Kolloid-Mühle homogenisiert. Die resultierende Washcoat-Suspension hat eine Viskosität von etwa $4100 \text{ mPa}\cdot\text{s}$.

Beispiel 2: Befüllen und Teilentleerung von Waben

2.1 Beschreibung der Befüll- und Teilentleerungsanlage:

[0075] Die Befüllung wie auch Teilentleerung der Wabenkörper wurden mit Hilfe einer Kolbenzylinderanlage gemäß [Fig. 2](#) durchgeführt.

[0076] Die Anlage besteht im wesentlichen aus einem Kolbenzylinder (a) zum Einsaugen bzw. Entleeren der Washcoatsuspension, einer Verbindungsplatte (b), die an dem unteren Ende des Einsaugzylinders fest mit dem Saugzylinder verbunden ist und die in ihrer Unterseite so dimensioniert ist, dass exakt die obere Stirnseite der Wabe mit dem Saugzylinder durch Andrücken einer Aufnahmeplatte (c) dicht verbunden werden kann. Wahlweise können auf der Aufnahmeplatte (c) eine oder mehrere Vibrationseinheiten befestigt werden. Diese Haltevorrichtung (Platten (c) und (b)) lässt sich gemeinsam mit der Zylindereinheit (a) hydraulisch über die Aufhängung (f) auf und ab bewegen.

[0077] Auf der Aufnahmeplatte (c), deren obere Seite so gestaltet ist, dass die untere Stirnseite der Wabe aufgenommen werden kann, ist auf der unteren Seite ein Einsaug-/Auslaufrohr (d) angeflanscht. Ergänzt wird die Versuchsanlage durch eine Vorratswanne (e), in der die Washcoatsuspension eingefüllt wird.

2.2 Allgemeine Durchführung der Befüllung bzw. Teilentleerung eines Wabenkörpers

[0078] Die Washcoat-Suspension aus Beispiel 1 wird in der Vorratswanne (e) vorgelegt und zwar mindestens soviel, dass während des späteren Befüllungsvorganges das Einsaugrohr (d) immer vollständig in die Washcoat-Suspension eintaucht. Dann wird die Wabe in die Haltevorrichtung umfassend die Platten (b) und (c) durch hydraulisches Andrücken der Aufnahmeplatte (c) mit Wabe auf die Verbindungsplatte (b) dicht eingesetzt und die Kolbenzylindereinheit (a) gemeinsam mit der Haltevorrichtung umfassend die Platten (b) und (c) hydraulisch über die Aufhängung (f) soweit nach unten gefahren, dass das Eintauchrohr (d) in die Washcoat-Suspension eintaucht. Anschließend wird der Zylinderkolben (a) (ebenfalls hy-

draulisch) nach oben gefahren, wodurch die Washcoat-Suspension über das Saugrohr (d) in die Wabe gesaugt wird. Der Kolbenhub wird dabei so eingestellt, dass die Washcoat-Suspension mindestens soweit angesaugt wird, dass die obere Stirnfläche der Wabe voll bedeckt ist. Durch ein schnelles Absenken des Kolbens (a) wird ein Großteil der überschüssigen Washcoat-Suspension wieder in die Vorratswanne (e) herausgedrückt. Dieser Vorgang wird mindestens 2mal wiederholt, womit sichergestellt ist, dass alle Kanäle mindestens einmal voll befüllt (geflutet) waren.

[0079] Zur besseren Befüllung/Entleerung der Wabe wird während des gesamten Vorganges der an der Aufnahmeplatte (c) befestigte Vibrator in Betrieb genommen (Druckluftvibrator: Fa. Netter, NFP 18s, Nennfrequenz bei $6 \text{ bar} = 7700 \text{ min}^{-1}$, Fliehkraft bei $6 \text{ bar} = 128 \text{ N}$) um die Fließeigenschaft der Washcoat-Suspension durch das Anlegen einer Vibrationsfrequenz zu verbessern.

[0080] Nach drei Einpump- und Ausdrückvorgängen wird der Kolben nach dem letzten Ausdrückvorgang eine Minute lang unten gehalten. Danach wird der Zylinderkolben (a) gemeinsam mit der Haltevorrichtung umfassend die Platten (b) und (c) pneumatisch über die Aufhängung (f) wieder nach oben bewegt, wobei schließlich das Auslaufrohr (d) nicht mehr in die Washcoat-Suspension eintaucht. Die Wabe kann nach entsprechender Druckentlastung (Entspannen der Hydraulik an der Haltevorrichtung) zur weiteren Bearbeitung (Restentleerung) entnommen werden.

Vergleichsbeispiel 3: Beschichtung eines metallischen Trägerkörpers (Wabe) mit Mischerfunktion unter Verwendung einer Vibrationseinheit sowie einer Restentleerung mit einem Luftstrom

[0081] Eine komplexstrukturierte Metallwabe mit Mischerfunktion (Fa. Emitec, Typ: MI) mit einer Länge von $7,5 \text{ cm}$, einem Durchmesser von 7 cm sowie einer Zelldichte von 200 cpsi wird bei 750°C in einem Calcinerofen unter Luftatmosphäre thermisch 4 h vorbehandelt. Die auf Raumtemperatur abgekühlte Wabe wird dann mittels der unter Beispiel 2.2 beschriebenen Verfahrensweise befüllt. Danach wurde die Versuchswabe entnommen. In [Fig. 3](#) ist die untere Stirnseite der Versuchswabe abgebildet. Es ist deutlich zu erkennen, dass die ganze untere Stirnfläche der Wabe noch mit Washcoat-Suspension bedeckt ist.

[0082] Sofort im Anschluss daran wird durch die Wabe für die Dauer von 1 Min. ein Luftstrom (ca. $200 \text{ m}^3/\text{h}$) zur Restentleerung durchgeblasen (Ausblasen). Wie in [Fig. 4](#) zu erkennen ist, führt jedoch auch diese Maßnahme zu keinem befriedigendem Ergebnis. Nur ein geringer Anteil der Kanäle wird durch den

Luftstrom vollständig entleert.

Beispiel 4: Beschichtung eines metallischen Trägerkörpers mit Mischerfunktion unter Verwendung einer Vibrationseinheit sowie einer porösen Unterlage in Form einer zweiten Trägerwabe

[0083] Der im Vergleichsbeispiel 3 beschriebene Versuch wurde wiederholt mit dem Unterschied, dass an der Unterseite der zu entleerenden Wabe eine zweite Wabe als poröse Unterlage aufgesteckt wird (vgl. [Fig. 5a](#)) und auf das Ausblasen verzichtet wird. Damit ein direkter Flächenkontakt zwischen der zu entleerenden Wabe und aufgesteckten Hilfswabe hergestellt wird, wird ein kleiner Teil der Wabenhülle der Hilfswabe abgefräst (vgl. [Fig. 5b](#)). Mit dieser Kombination ([Fig. 5a](#)) wurde dann die gleiche Befüll- bzw. Entleerungsprozedur durchgeführt.

[0084] In [Fig. 6](#) ist das Ergebnis zu sehen. Man kann deutlich erkennen, dass durch Verwendung der zweiten Hilfswabe und dem vollständigen Kontakt der Auflageflächen beider Waben alle Kanäle der zu entleerenden Wabe vollständig von überschüssigem Washcoat befreit werden konnten.

Vergleichsbeispiel 5: Beschichtung eines metallischen Trägerkörpers mit Mischerfunktion unter Verwendung einer Vibrationseinheit sowie einem nachfolgenden Zentrifugationsschritt zur Restentleerung

[0085] Der im Vergleichsbeispiel 3 beschriebene Versuch wird wiederholt mit der Ausnahme, dass zur Restentleerung die Versuchswabe in eine Zentrifuge ($d = 600 \text{ mm}$) eingebracht und dort bei einer Umdrehungszahl von 140 upm für die Dauer von 0,5 Min. zentrifugiert wurde.

[0086] In [Fig. 7](#) ist das Ergebnis zu sehen: Nach dem Zentrifugieren war zwar ein großer Teil der restlichen Washcoat-Suspension aus der Metallwabe entfernt, die Austrittsfläche war jedoch noch fast vollständig mit überschüssiger Washcoat-Suspension verschlossen. Eine Verwendung einer solchen Wabe ohne weitere Nachbehandlung zur Restentfernung des Washcoats wäre nicht möglich.

Beispiel 6: Beschichtung eines metallischen Trägerkörpers mit Mischerfunktion unter Verwendung einer Vibrationseinheit sowie einem nachfolgenden Zentrifugationsschritt unter Verwendung einer porösen Auflage

[0087] Der in Vergleichsbeispiel 5 beschriebene Versuch wird wiederholt, mit dem Unterschied, dass vor dem Zentrifugationsschritt eine zweite Hilfswabe aufgesteckt wird, bei der, um einen direkten Flächenkontakt zu gewährleisten, ein Teil der oberen Wabenhülle entfernt ist.

[0088] Wie aus [Fig. 8](#) ersichtlich, ist nun die ganze Austrittsfläche der Wabe frei von Washcoat-Suspension.

Beispiel 7: Beschichtung eines metallischen Trägerkörpers mit Mischerfunktion unter Verwendung einer Vibrationseinheit sowie einer porösen Unterlage in Form einer zweiten Trägerwabe, bei der jedoch die Stirnflächen nur teilweise einen direkten Kontakt miteinander haben

[0089] Der in Beispiel 4 beschriebene Versuch wird wiederholt, mit dem Unterschied, dass die zueinander stehenden Flächen der zu entleerenden Wabe und der Hilfswabe (Auflagenwabe) keinen vollständigen, sich über die gesamte Austrittsfläche erstreckenden Kontakt hatten. Dies wird dadurch provoziert, dass als Auflagenwabe bewusst eine Wabe mit nicht ganz planarer Stirnfläche benutzt wird.

[0090] In [Fig. 9](#) ist die Austrittsseite der Versuchswabe nach dem Beschichtungsversuch zu sehen. Bereits eine kleine Störung des Flächenkontaktes führt zu einer unvollständigen Entleerung und damit Teilverstopfung der Kanäle.

Beispiel 8: Beschichtung eines metallischen Trägerkörpers mit Mischerfunktion unter Verwendung einer Vibrationseinheit sowie einer Kombination aus Wabe und Netz als poröse Unterlage

[0091] Der in Beispiel 7 beschriebene Versuch wird wiederholt, mit dem Unterschied, dass zwischen den sich gegenüberliegenden nicht vollständig planparallelen Flächen zusätzlich eine Lage aus einem flexiblen Netz (Fadenstärke: 0,3 mm, Maschenweite: 1,2 mm · 1,2 mm) gelegt wird. Im Gegensatz zum Versuch nach Beispiel 7 waren nach dem Beschichtungsprozess bei der zu beschichtenden und zu entleerenden (von überschüssigem Washcoat zu befreienden) Wabe nun alle Kanäle frei von Washcoat-Suspension ([Fig. 10](#)).

Patentansprüche

1. Verfahren zum Entfernen des Überschusses einer zur Beschichtung eines Kanäle aufweisenden Wabenkörpers eingesetzten Washcoat-Suspension, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Entfernung des Überschusses mit Hilfe einer porösen Auflage erfolgt, die auf derjenigen Stirnseite des Wabenkörpers, auf der der Überschuss abgeführt werden soll, angebracht wird, wobei der mittlere Porendurchmesser der porösen Auflage kleiner oder gleich ist als der mittlere Durchmesser der Kanäle des Wabenkörpers.

2. Verfahren zur Beschichtung eines Kanäle aufweisenden Wabenkörpers mit einer Washcoat-Suspension umfassend die folgenden Schritte
A) Ansaugen einer Washcoat-Suspension durch die

Kanäle des zu beschichtenden Wabenkörpers mittels Anlegen eines Unterdruckes auf der oberen Stirnseite des Wabenkörpers, während auf der unteren Stirnseite Washcoat-Suspension zugeführt wird,

B) Teilentleerung der überschüssigen Washcoat-Suspension aus den Kanälen des zu beschichtenden Wabenkörpers mittels Anlegen eines Überdruckes auf der oberen Stirnseite des Wabenkörpers

C) Entfernen des nach Schritt B) verbleibenden Überschusses an Washcoat-Suspension aus den Kanälen des zu beschichtenden Wabenkörpers mit Hilfe einer porösen Auflage, die auf derjenigen Stirnseite des Wabenkörpers, auf der der Überschuss abgeführt werden soll, angebracht ist, wobei der mittlere Porendurchmesser der porösen Auflage kleiner oder gleich dem mittleren Durchmesser der Kanäle des Wabenkörpers ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass Entfernen des Überschusses der Washcoat-Suspension mittels der porösen Auflage in Verbindung mit der Anwendung eines auf die Kanäle gerichteten Luftstromes, durch Anwendung von Zentrifugalkräften oder durch alleiniges Ausfließen der überschüssigen Washcoat-Suspension, bedingt durch deren eigene Gewichtskraft, erfolgt.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die poröse Auflage ausgewählt wird aus der Gruppe enthaltend offenporige Schwämme, Netze oder Vliese.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die poröse Auflage ein noch unbehandelter Wabenkörper der gleichen Art wie der zu entleerende Wabenkörper ist.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die zu beschichtenden bzw. zu entleerenden Wabenkörper aus Materialien ausgewählt aus der Gruppe enthaltend Cordierit, Silicate, Zeolithe, Siliciumdioxid, Siliciumcarbid, Aluminiumoxid und Aluminate oder Mischungen aus diesen Stoffen sowie Metalle bzw. Metalllegierungen besteht.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zu beschichtenden bzw. zu entleerenden Wabenkörper offene und/oder komplexe Strukturen aufweisen.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zu beschichtenden bzw. zu entleerenden Wabenkörper perforierte Kanäle besitzen.

9. Verwendung der nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8 erhältlichen beschichteten Wabenkörper als Katalysatoren.

10. Vorrichtung umfassend einen Kolbenzylinder (a) zum Einsaugen bzw. Entleeren der Washcoat-Suspension, eine Verbindungsplatte (b), die mit dem unteren Ende des Kolbenzylinders fest verbunden ist und mit der oberen Stirnseite der zu beschichtenden Wabe dicht verbunden werden kann, eine Aufnahmeplatte (c), die auf ihrer Oberseite mit der unteren Stirnseite der zu beschichtenden Wabe dicht verbunden werden kann, optional eine oder mehrere Vibrationseinheiten, die an der Aufnahmeplatte (c) befestigt sind, eine hydraulisch bewegliche Aufhängung (f) mit der die Zylindereinheit (a), die Verbindungsplatte (b) und die Aufnahmeplatte (c) gemeinsam horizontal bewegt werden können (Auf- und Abwärtsbewegung), ein Einsaug-/Auslaufrohr (d), das an der unteren Seite der Aufnahmeplatte (c) angebracht ist und eine Vorratswanne (e), in der die Washcoat-Suspension vorgelegt wird.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

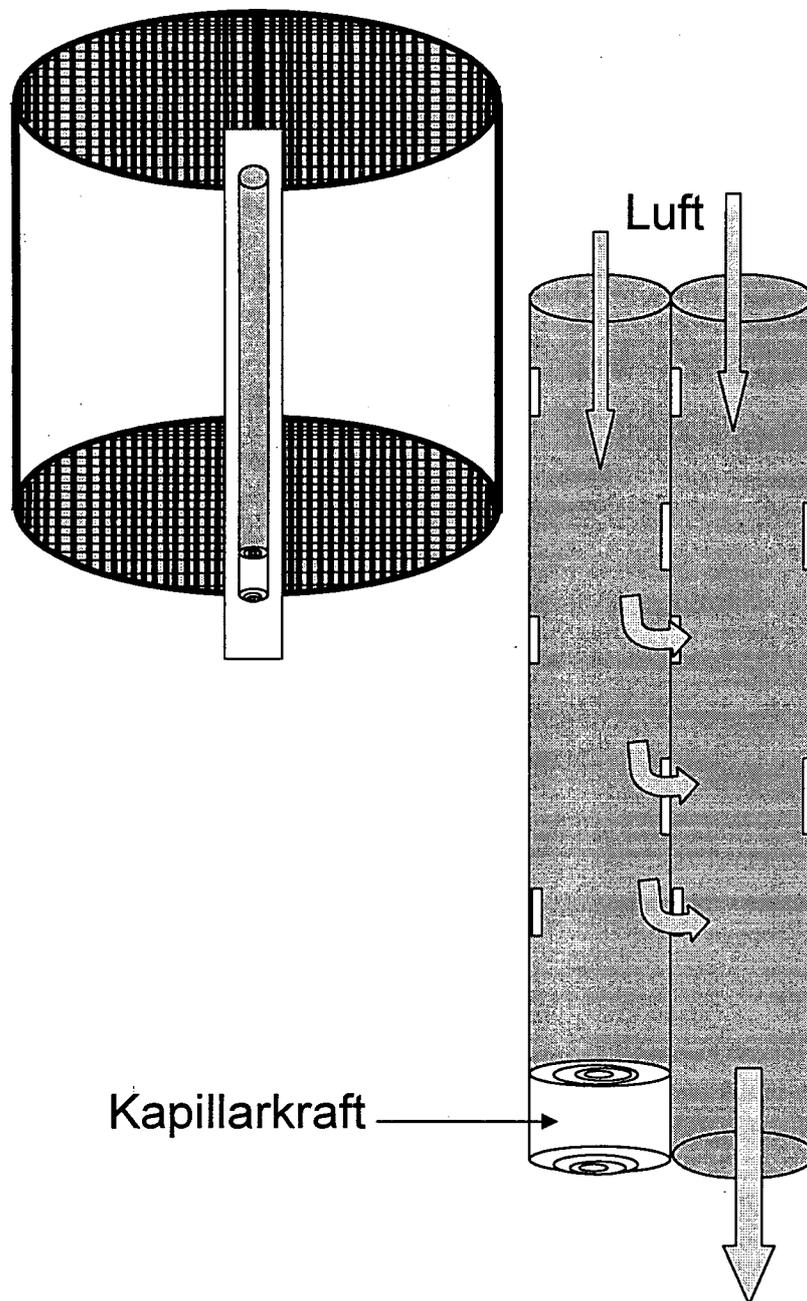


Fig. 1

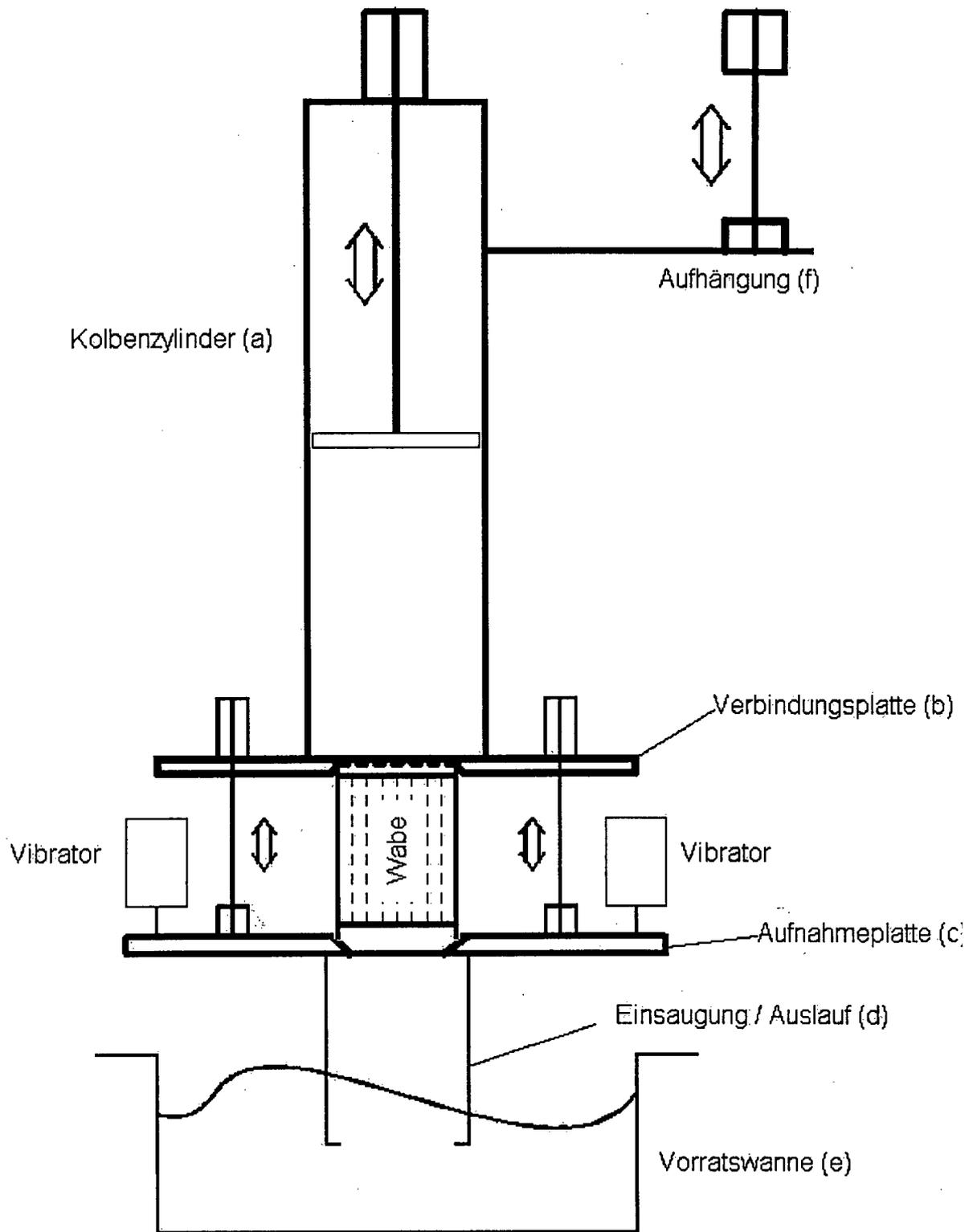
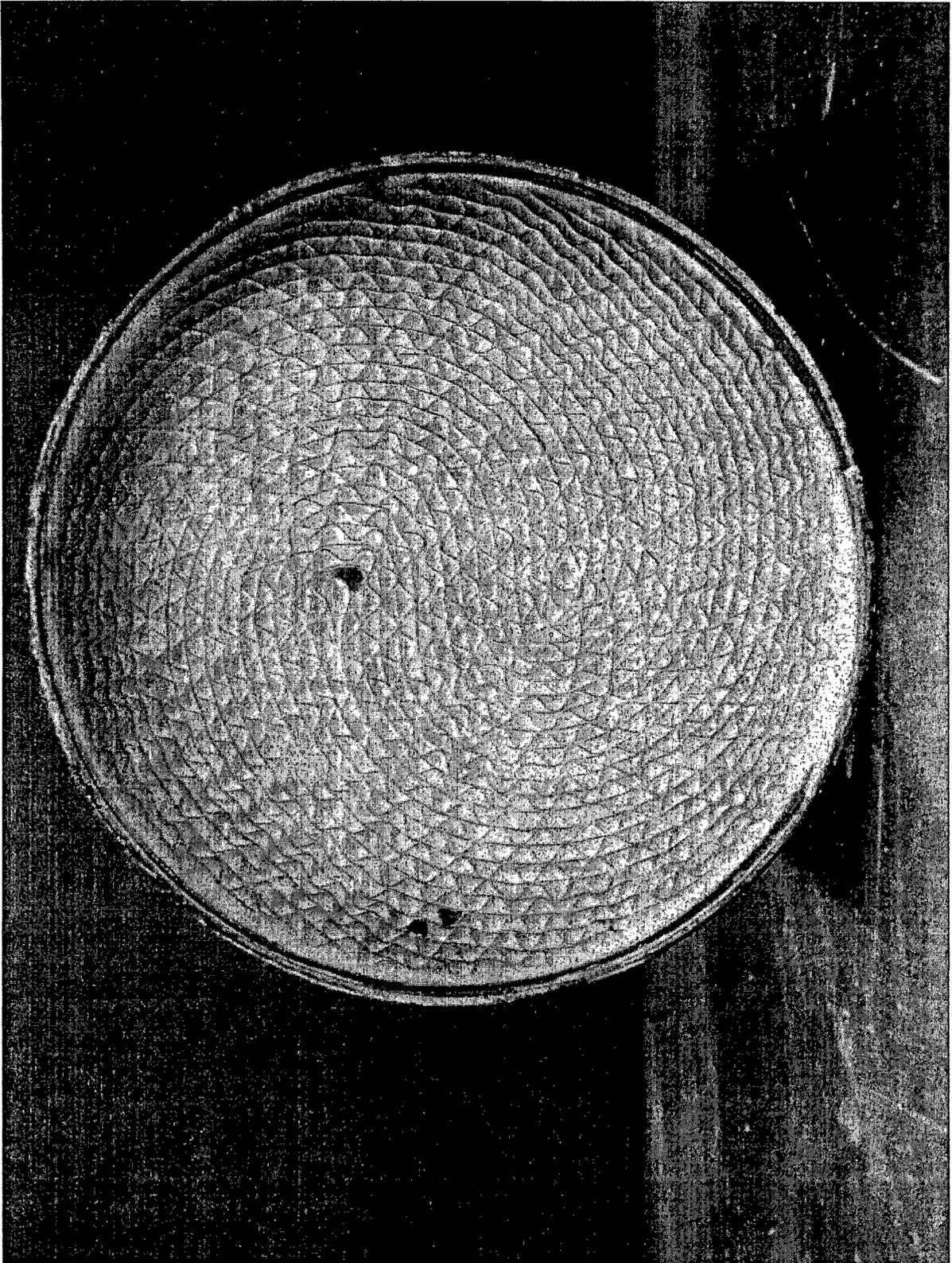
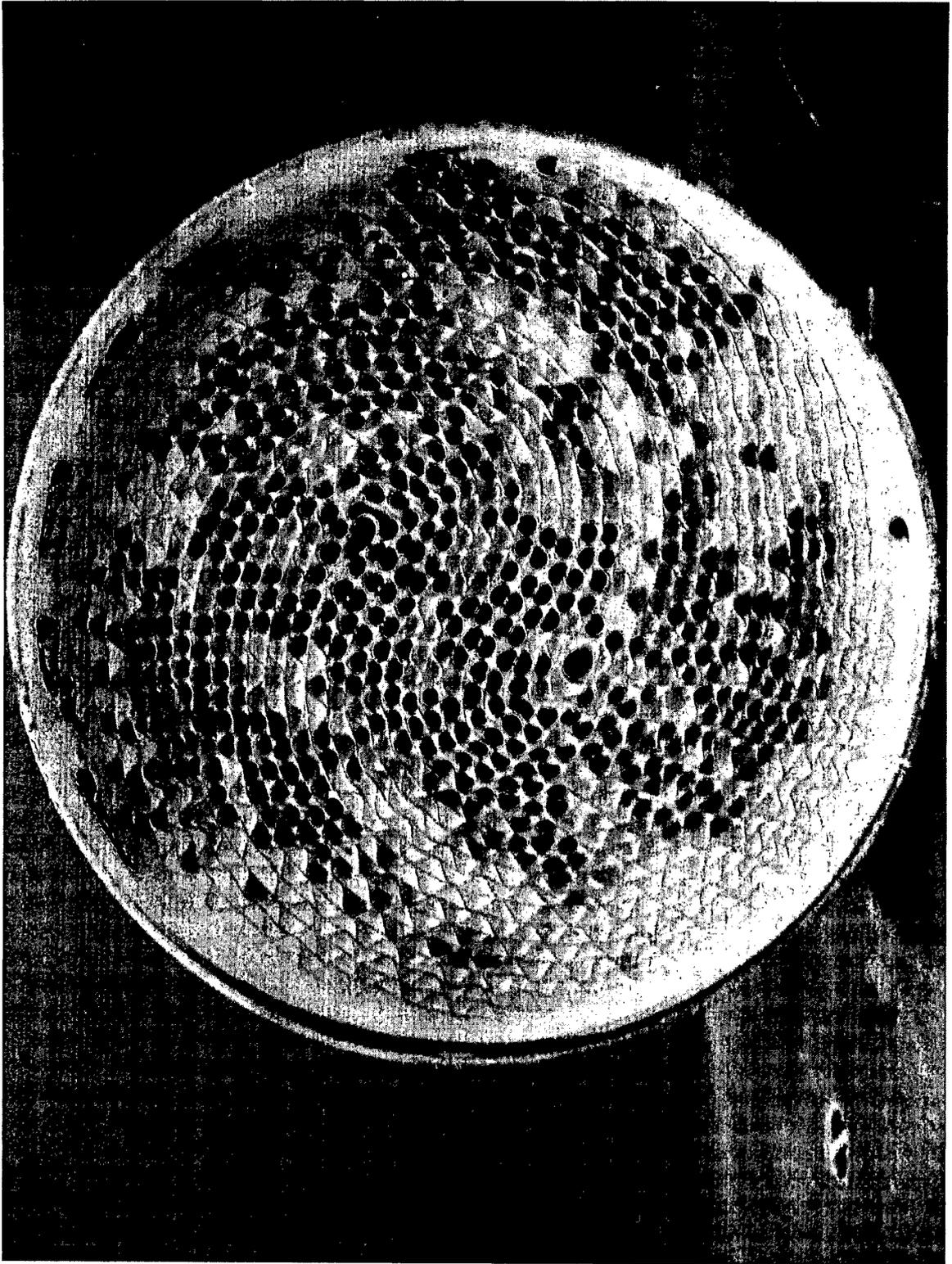


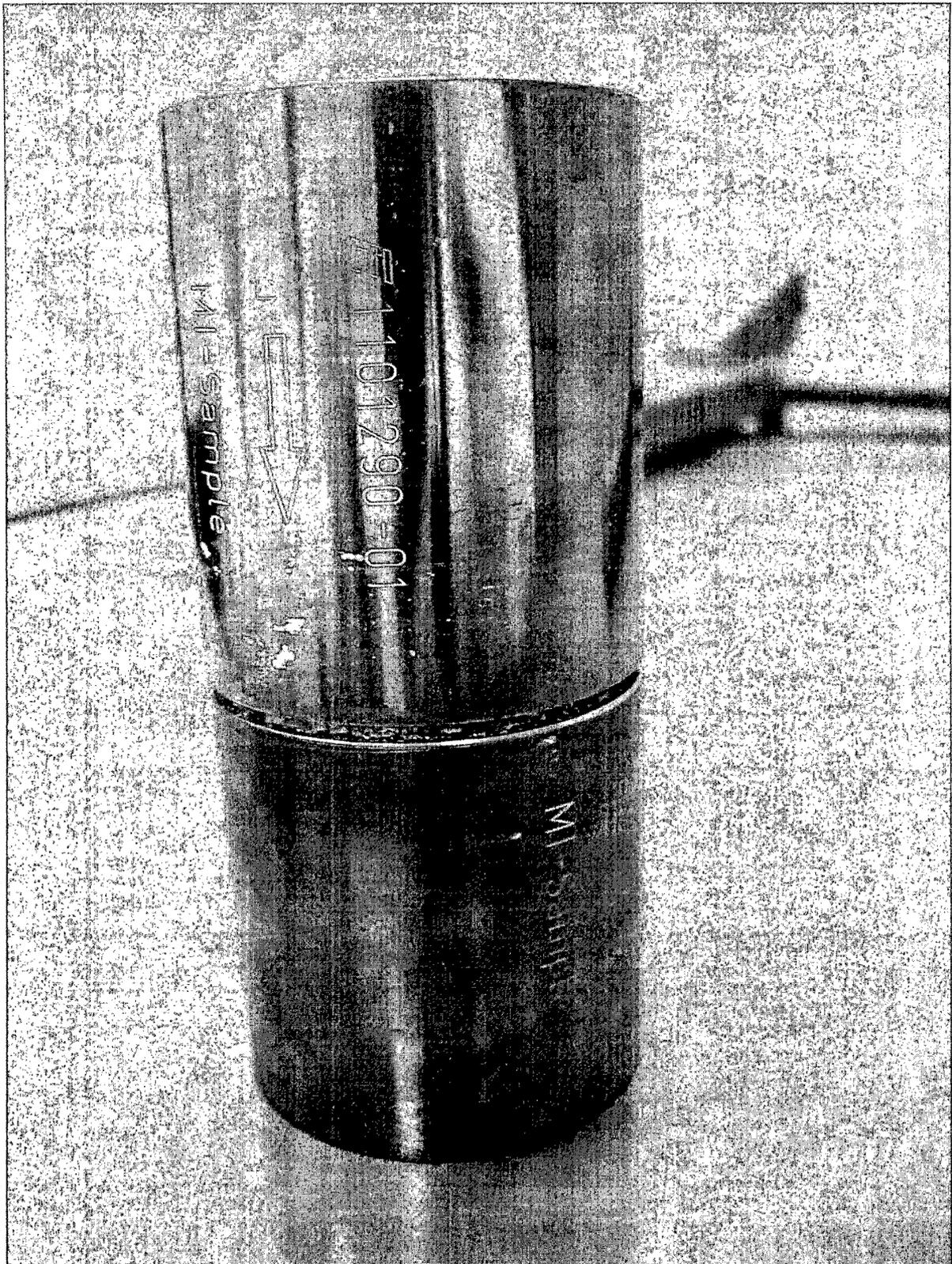
Fig. 2



Figur 3



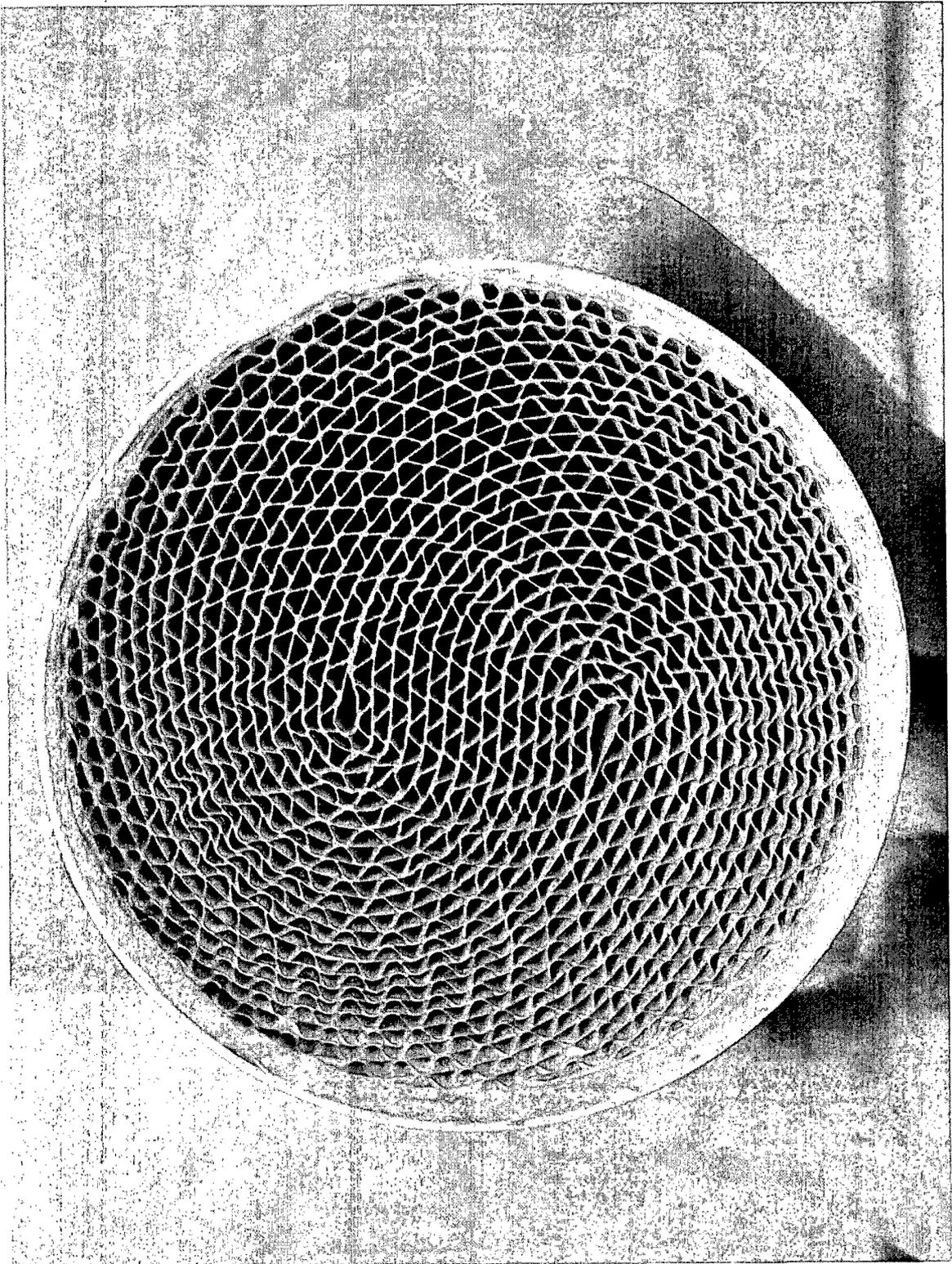
Figur 4



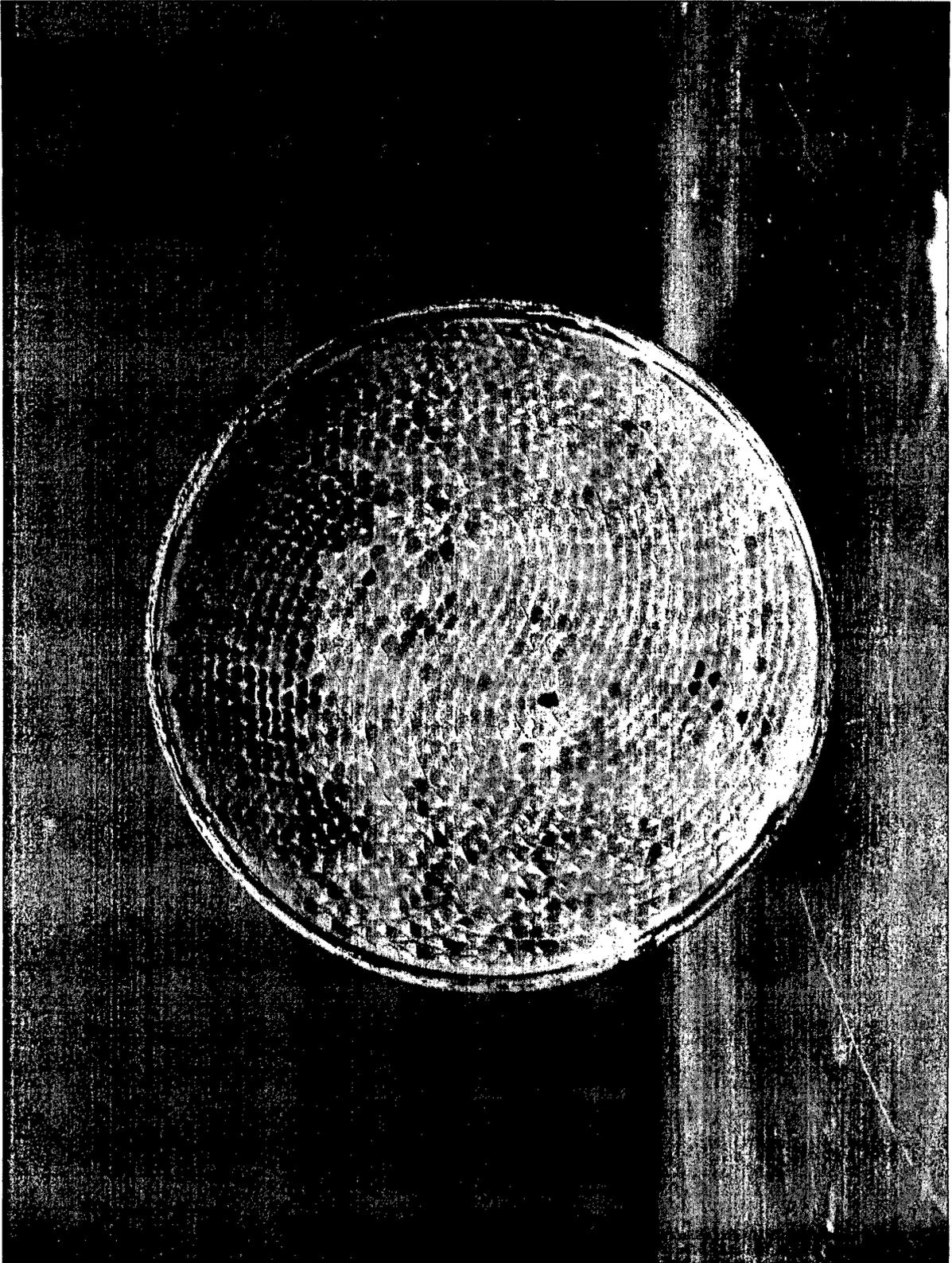
Figur 5a



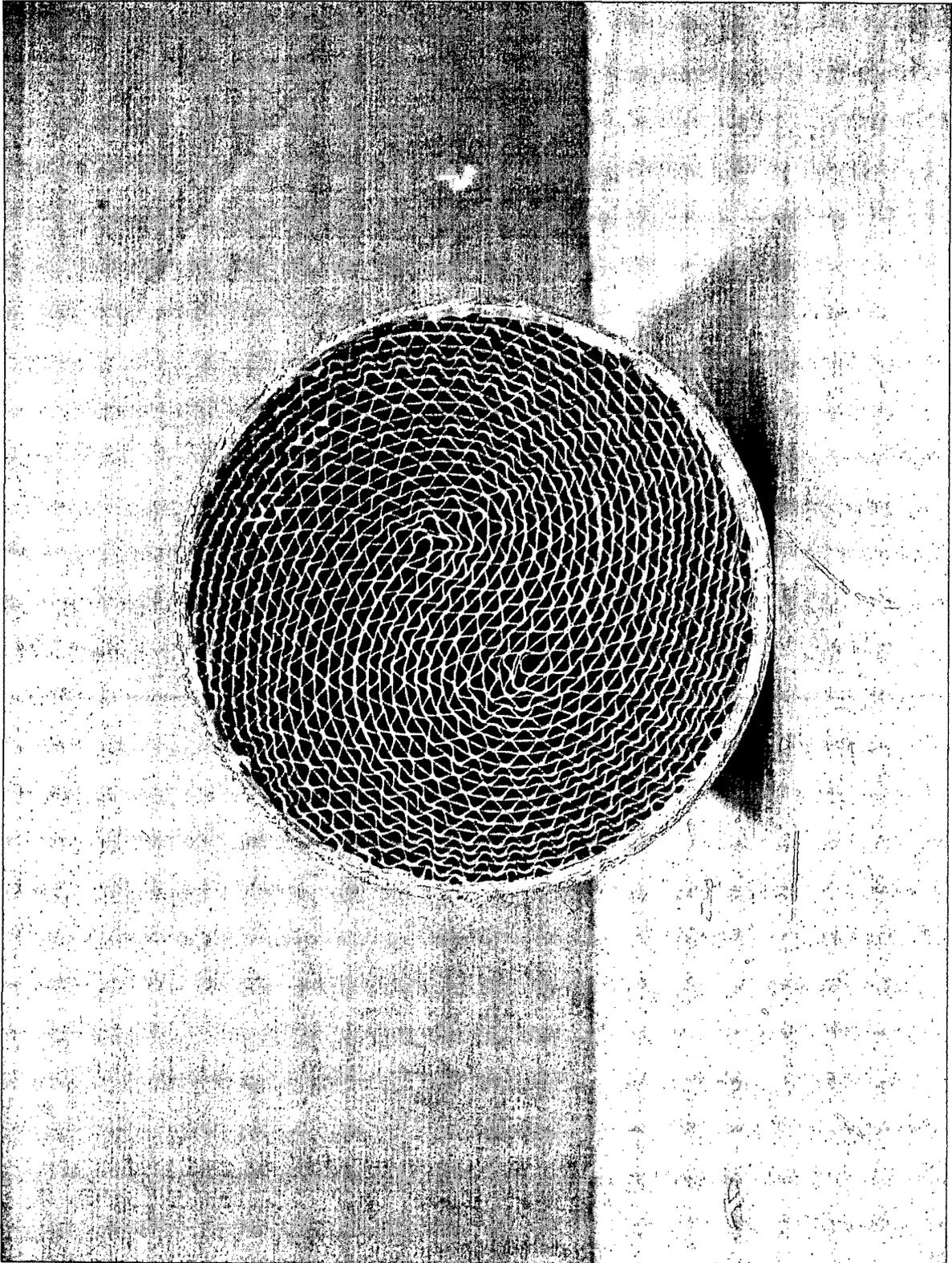
Figur 5b



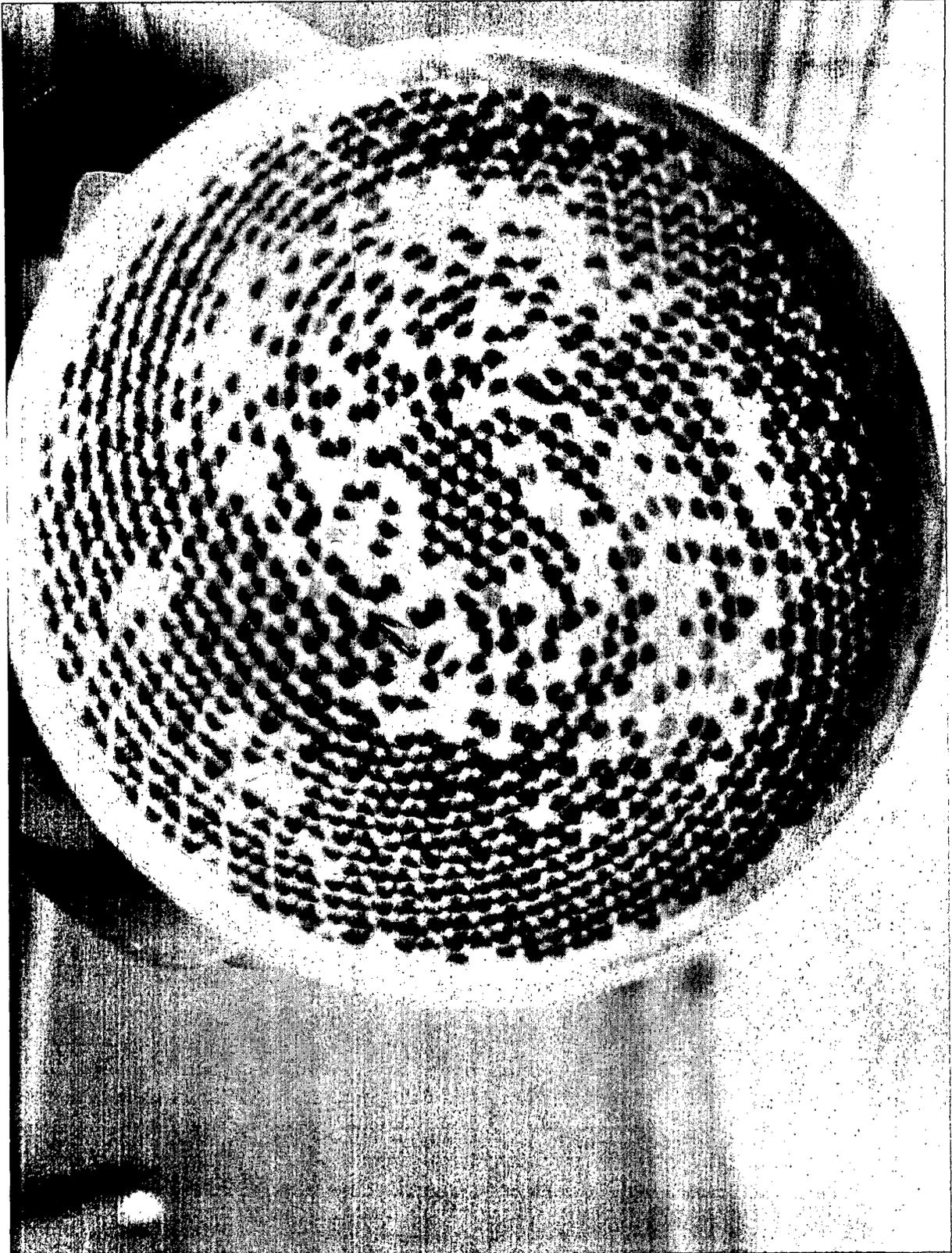
Figur 6



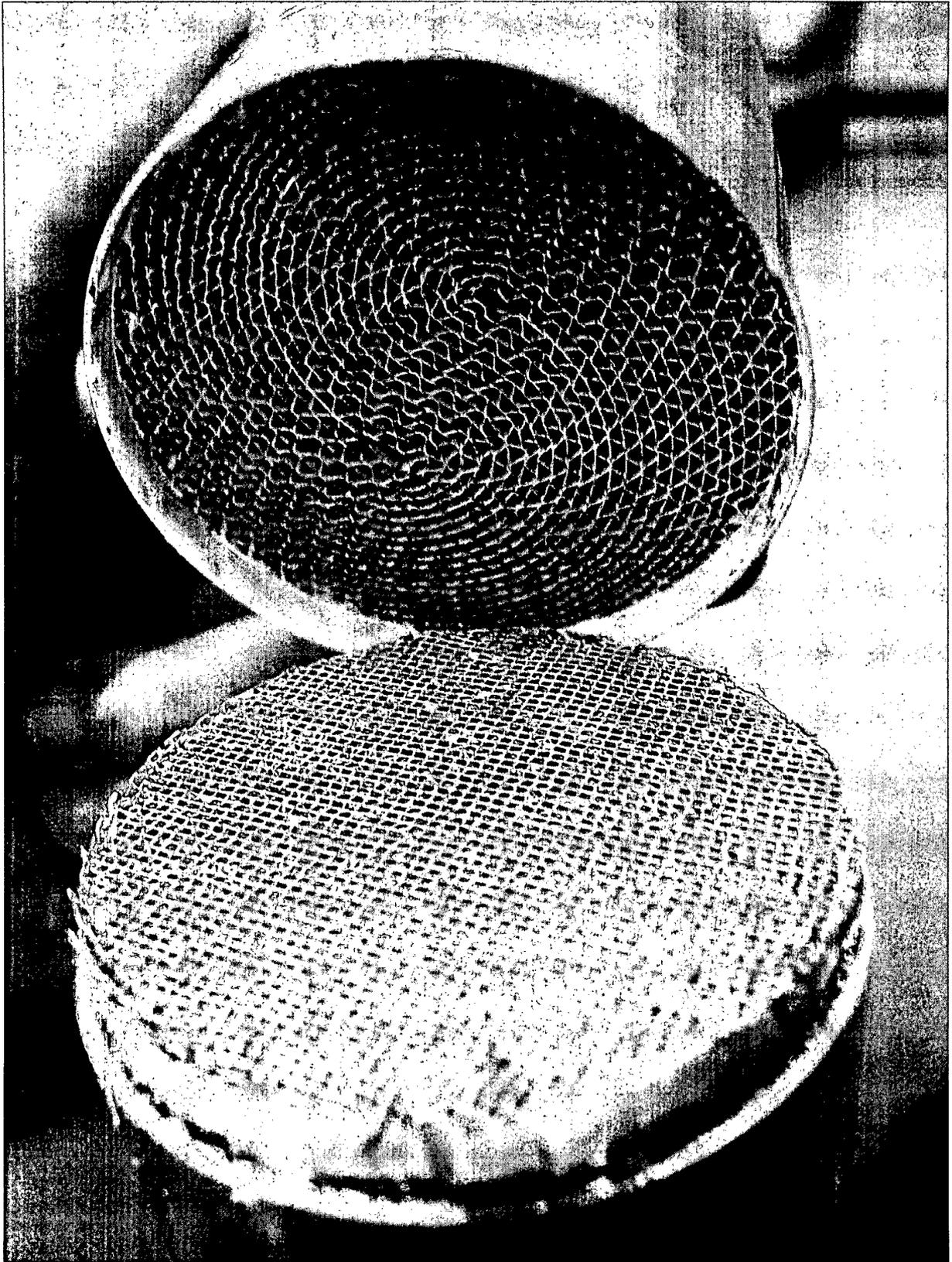
Figur 7



Figur 8



Figur 9



Figur 10