

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 745 702 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.12.1996 Patentblatt 1996/49

(51) Int Cl.⁶: C25D 13/22

(21) Anmeldenummer: 96108695.6

(22) Anmeldetag: 31.05.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE DK FR GB IT LI NL

(30) Priorität: 03.06.1995 DE 19520458

(71) Anmelder: FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH
GMBH
52425 Jülich (DE)

(72) Erfinder:
• Hruschka, Martin, Dr.
8600 Dübendorf (CH)
• Malléner, Werner, Dr.
40477 Düsseldorf (DE)

(54) Vorrichtung zur elektrophoretischen Beschichtung von Substraten

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur elektrophoretischen Beschichtung von Substraten. Die Vorrichtung weist zwei Hauptelektroden zur Erzeugung eines homogenen elektrischen Feldes auf. Anordnungsmittel sind vorgesehen, um ein Substrat innerhalb des homogenen Bereiches des elektrischen Feldes zu platzieren.

Sollen elektrisch nicht leitende Substrate beschichtet werden, so treten beim Einsatz einer Vorrichtung der vorgenannten Art Probleme auf. Die Abscheidefeldstärke

muß wesentlich erhöht werden im Vergleich zum Einsatz von elektrisch leitenden Substraten. Es hat sich gezeigt, daß beim Stand der Technik inhomogene Beschichtungen entstehen. Zur Vermeidung dieses Problems weist die erfindungsgemäße Vorrichtung darüber hinaus Mittel zur Homogenisierung des elektrischen Feldes auf. Es kann sich hierbei um weitere Hilfselektroden handeln, die der Verzerrung des elektrischen Feldes infolge des Substrates entgegenwirken. Beschichtungsprobleme wie beim Stand der Technik werden so vermieden.

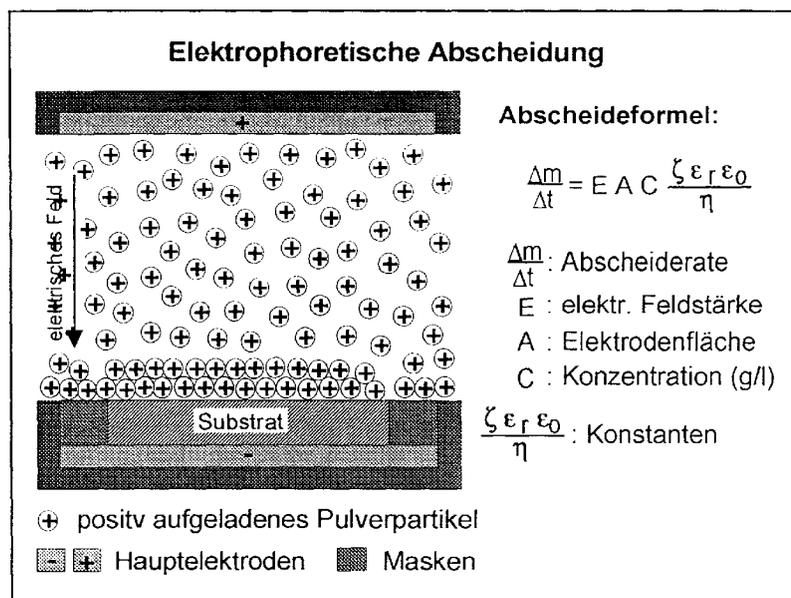


Fig. 1

EP 0 745 702 A1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Elektroden (hier: Hauptelektroden genannt) zur Erzeugung eines homogenen elektrischen Feldes sind in der Regel planparallel angeordnet, d. h. es handelt sich um flächenförmige Elektroden, deren Flächen zueinander parallel liegen.

Eine derartige Vorrichtung wird zur Herstellung von Formkörpern aus Keramik (EP 0 424 673 B1) oder zur Herstellung von Membranen zur Mikrofiltration, Ultrafiltration und Umkehrosmose (EP 0 388 330 B1) auf elektrisch leitenden Substraten mittels elektrophoretischer Abscheidung eingesetzt. Des weiteren ist bekannt^[1], gasdichte Oxidkeramik-Schichten (Yttrium stabilisiertes Zirkoniumdioxid) auf porösen platinieren Keramiks substraten mittels elektrophoretischer Abscheidung in einer derartigen Vorrichtung herzustellen.

In den bekannten Vorrichtungen zur elektrophoretischen Abscheidung von keramischen Partikeln befindet sich eine Suspension, in der das abzuschleudende Pulver dispergiert ist, und ein zu beschichtendes Träger substrat.

Die Suspension wird durch konventionelle chemische und/oder mechanische Dispergierverfahren unter Verwendung einer Kombination aus handelsüblichen Dispersionsmitteln, Dispergiermitteln und Bindemitteln zusammen mit dem zu verarbeitenden Pulver hergestellt. Das zu verarbeitende Pulver kann auch durch chemische Verfahren erst in der Suspension aus Vorläufersubstanzen gebildet werden. Bei der Herstellung werden die Suspensionen in der Regel auf eine betragsmäßig hohe, wirksame Oberflächenladung (Zetapotential) hin optimiert. Die elektrophoretische Abscheidung kann je nach Zielsetzungen (z.B. gute Verarbeitbarkeit, hohe oder niedrige Abscheideraten, Verträglichkeit) noch eine Optimierung zum Beispiel der Partikelkonzentration, der Viskosität, des Dispersionsmittels oder der Kombination der Zusatzstoffe erfordern. Bei dem zu verarbeitenden Pulver handelt es sich in der Regel um ein keramisches Pulver oder um eine Kombination aus mehreren keramischen Pulvern.

Bei den bekannten Vorrichtungen zur Beschichtung von Trägersubstraten werden in der Regel elektrisch leitende Substrate eingesetzt. Diese elektrische Leitfähigkeit wird durch die Verwendung von elektrisch leitenden Materialien oder durch eine geeignete Vorbehandlung (z. B. Platinieren, Sputtern) erzeugt.

Problematisch ist jedoch die Beschichtung nicht leitender Substrate. Die für die Elektrophorese entscheidende elektrische Abscheidefeldstärke muß wesentlich erhöht werden, so daß sie das Trägersubstrat durchdringt und an der Grenzfläche Trägersubstrat-Suspension eine ausreichende Stärke (effektive Feldstärke) besitzt. Durch die hohe elektrische Feldstärke treten allerdings erhebliche Probleme bei der Abscheidung auf. Zum einen kommt es bei der Verwendung von wäßrigen

Suspensionen zur Entwicklung von Wasserstoff und Sauerstoff (Elektrolyse). Diese Gasentwicklung stellt ein Gefährdungspotential dar und stört zusätzlich auch die Abscheidung. Dieses Problem kann durch die Verwendung von wasserfreien Suspensionen gelöst werden.

Zum anderen hat sich gezeigt, daß bei Anlegen hoher Feldstärken zwecks elektrophoretischer Abscheidung auf elektrisch nichtleitenden Substraten inhomogene Beschichtungen entstehen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zu schaffen, die homogene Beschichtungen elektrisch nichtleitender Substrate mittels Elektrophorese ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst.

Um ein Substrat innerhalb des homogenen Bereiches des elektrischen Feldes derart anzuordnen, daß eine elektrophoretische Beschichtung des Substrates durchführbar ist, ist es im Falle der Beschichtung mit positiv aufgeladenen Pulverpartikeln zweckmäßig, das Substrat in der Nähe oder auf der Kathode zwischen Anode und Kathode anzubringen. Die zu beschichtende Oberfläche ist dann der Anode zugewandt. Im Fall der Beschichtung mit negativ geladenen Teilchen befindet sich das Substrat entsprechend bei der Anode. Eine homogene Beschichtung der Oberfläche ist insbesondere dann gewährleistet, wenn die zu beschichtende Oberfläche im wesentlichen senkrecht zu den Feldlinien angeordnet ist.

Mittel zur Anordnung des Substrates sind so zu wählen, daß die Homogenität des Feldes hierdurch zumindest nicht gestört wird. Im einfachsten Fall liegt das Substrat schwerkraftbedingt auf einer der Elektroden auf, so daß diese Elektrode gleichzeitig als Anordnungs- bzw. Haltemittel des Substrates fungiert. Besonders geeignet ist auch ein Rahmen für das Substrat mit ähnlichen dielektrischen Eigenschaften wie das Substrat.

Als besonders einfach zu handhabendes Mittel zur Optimierung des homogenen elektrischen Feldes bei in der Vorrichtung angeordnetem Substrat ist eine Einrahmung für das Substrat geeignet. Unter Einrahmung ist ein um die zu beschichtende Fläche gelegter Rahmen zu verstehen, der sich zur Vermeidung von Störeffekten insbesondere unmittelbar an das Substrat anschließen sollte. Die Homogenität wird durch die Dielektrizitätskonstante des Materials beeinflusst. Daher ist das Material des Rahmens geeignet zu wählen.

Die dielektrischen Eigenschaften von Rahmen und Substrat sollten zur Erzielung der gewünschten Homogenität vergleichbar sein. Grundsätzlich gilt folglich: je ähnlicher die Dielektrizitätskonstanten von Substrat und Rahmen, desto besser die gewünschte Homogenität bei gleicher Dicke des Rahmens und des Substrates. Das optimale Material zur Erzielung der gewünschten Homogenität kann experimentell oder durch Simulationsrechnung ermittelt werden.

Dieser Grundsatz gilt insbesondere, wenn die Oberflächen der Hauptelektroden mit der vom Rahmen beanspruchten Fläche übereinstimmen. Vorteilhaft schließt der Rahmen mit dem Substrat dann bündig ab und befindet sich unmittelbar auf einer der Elektroden.

Die beanspruchte Fläche des Rahmens ist grundsätzlich zur Verbesserung der Homogenität vorteilhaft sehr viel größer als die zu beschichtende Fläche des Substrats. Sie sollte mindestens 20% größer sein. Auch die Elektrodenoberflächen der Hauptelektroden sind dann aus gleichem Grunde vorteilhaft größer als die zu beschichtende Fläche.

Als weiteres Mittel zur Optimierung des homogenen elektrischen Feldes bei in der Vorrichtung angeordnetem Substrat sind Hilfselektroden mit separat regelbaren elektrischen Spannungen geeignet.

Eine oder mehrere Hilfselektroden sind vorteilhaft seitlich des Substrates bzw. Rahmens vorgesehen. Besonders geeignet zur Verbesserung der Homogenität des Feldes ist eine ringförmige Anordnung von Hilfselektroden bzw. eine ringförmige Hilfselektrode um das Substrat herum.

Wenn das Substrat z. B. auf der Kathode angebracht ist, wird die Homogenität des elektrischen Feldes weiter verbessert, wenn die Anode eine größere Fläche als die Kathode aufweist. Umgekehrt verhält es sich, wenn sich das Substrat auf der Anode befindet. Ebenfalls zwecks weiterer Verbesserung der Homogenität sollte dann die zu beschichtende Fläche des Substrates mit der Fläche der Elektrode, auf der sich das Substrat befindet, übereinstimmen.

Die optimale Anordnung der Haupt- und Hilfselektroden bei in der Vorrichtung angeordnetem Substrat sowie die anzulegenden Spannungen können durch Simulationsrechnung oder durch Experimentieren ermittelt werden.

Es zeigen

Fig. 1: Abscheidvorrichtung mit Einrahmung (Maske)

Fig. 2: Abscheidvorrichtung mit Hilfselektroden

Figur 1 zeigt eine Vorrichtung, in der ein Substrat eingebracht ist, welches mit positiv geladenen Teilchen beschichtet werden soll. Zu diesem Zweck befindet sich in der Vorrichtung eine Suspension mit positiv geladenen Teilchen. Schwerkraftbedingt liegt das Substrat auf der Kathode auf. Die Kathode ist flächenförmig und weist eine deutlich größere Elektrodenoberfläche als die Grundfläche des Substrats auf. Des Weiteren ist das Substrat durch eine Maske eingerahmt. Diese Einrahmung besitzt ähnliche dielektrische Eigenschaften wie das Substrat. Der Kathode gegenüberliegend ist eine Anode mit gleicher Elektrodenoberfläche angeordnet, und zwar derart, daß das Substrat dazwischen liegt.

Dieser Aufbau hat zur Folge, daß die zu beschichtende Oberfläche des Substrats sich im homogenen Bereich des elektrischen Feldes befindet. Die Vorrichtung

ermöglicht dadurch eine gleichmäßige homogene Beschichtung des Substrats.

Figur 2 zeigt einen vergleichbaren Aufbau wie Figur 1. Es sind jedoch Hilfselektroden (alternativ zur Einrahmung) vorgesehen sind. Diese Hilfselektroden sind seitlich sowie ringförmig um das Substrat angeordnet. Nicht dargestellt ist eine regelbare Spannungsquelle für die Hilfselektroden, mit deren Hilfe die Homogenität des elektrischen Feldes beeinflusst werden kann.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur elektrophoretischen Beschichtung von Substraten mit zwei Hauptelektroden zur Erzeugung eines homogenen elektrischen Feldes, mit Mitteln zur derartigen Anordnung des Substrates innerhalb des homogenen Bereiches des elektrischen Feldes, daß eine elektrophoretische Beschichtung des Substrates durchführbar ist, gekennzeichnet durch Mittel zur Verbesserung der Homogenität des elektrischen Feldes im Substratbereich bei in der Vorrichtung angeordnetem Substrat.
2. Vorrichtung nach vorhergehendem Anspruch, gekennzeichnet durch eine Einrahmung für das Substrat als Mittel zur Optimierung der Homogenität des elektrischen Feldes bei in der Vorrichtung angeordnetem Substrat.
3. Vorrichtung nach vorhergehendem Anspruch, gekennzeichnet durch Elektrodenoberflächen der Hauptelektroden, die gleich der von der Einrahmung beanspruchten Fläche sind.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Hilfselektroden als Mittel (3) zur Optimierung der Homogenität des elektrischen Feldes bei in der Vorrichtung angeordnetem Substrat.
5. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur elektrophoretischen Beschichtung von Substraten.

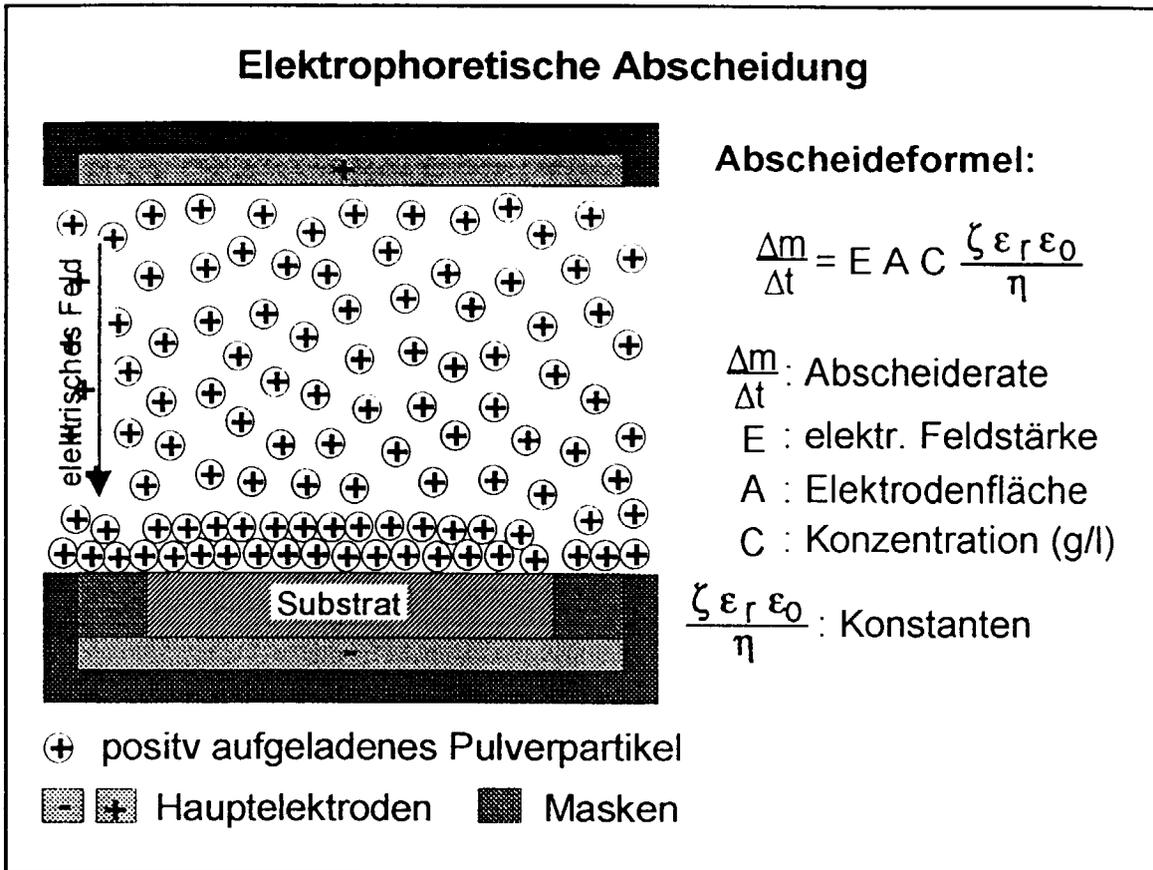


Fig. 1

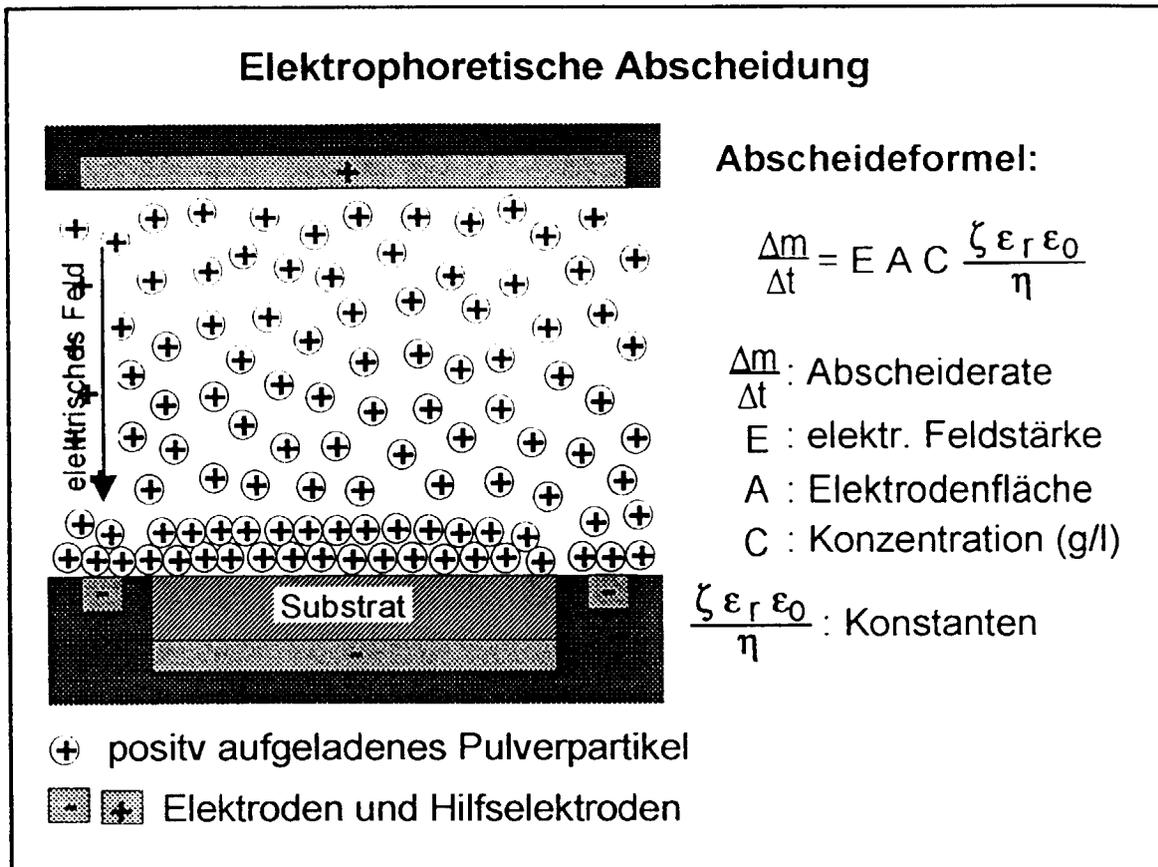


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 10 8695

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US-A-3 471 389 (SWANSON) * Spalte 6; Anspruch 3 * ---	1-3,5	C25D13/22
X	DE-A-20 38 325 (LACKWERKE WÜLFING GMBH) * Seite 9; Anspruch 1 * ---	1-3,5	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 18, no. 517 (C-1254), 20. September 1994 & JP-A-06 173096 (ARUMETSUKUSU KK), 21. Juni 1994, * Zusammenfassung *	1-3,5	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 038 (C-0800), 9. November 1990 & JP-A-02 274899 (TOYODA GOSEI CO LTD), 9. November 1990, * Zusammenfassung *	1,4,5	
X	US-A-4 210 505 (TUDOROKI) * Spalte 3, Zeile 53 - Zeile 57 * ---	1,4,5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
X	GB-A-970 506 (FORD MOTOR CO) * Abbildung 3 * -----	1,4,5	C25D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 27. August 1996	Prüfer Nguyen The Nghiep, N
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)