



(10) **DE 11 2014 001 454 T5** 2015.12.03

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2014/149193**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2014 001 454.0**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2014/013916**  
(86) PCT-Anmeldetag: **30.01.2014**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **25.09.2014**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **03.12.2015**

(51) Int Cl.: **C23C 14/22 (2006.01)**  
**C23C 14/34 (2006.01)**  
**C23C 14/50 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**61/790,786**      **15.03.2013**      **US**  
**14/101,957**      **10.12.2013**      **US**  
  
(71) Anmelder:  
**Rubicon Technology, Inc., Bensenville, Ill., US**

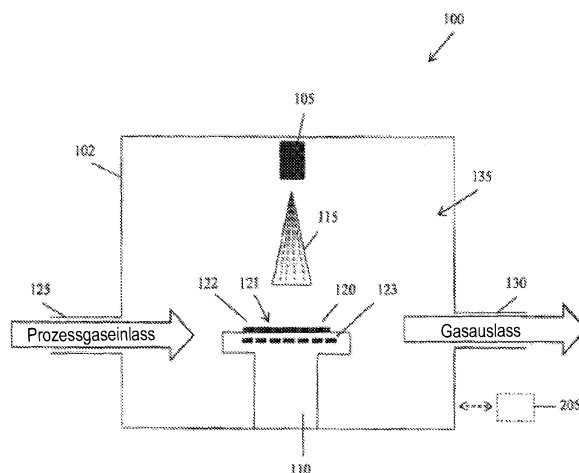
(74) Vertreter:  
**Hofstetter, Schurack & Partner Patent- und  
Rechtsanwaltskanzlei PartG mbB, 81541  
München, DE**

(72) Erfinder:  
**Ciraldo, John P., Elgin, Ill, US; Levine, Jonathan  
B., Chicago, Ill., US**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Entwickeln von Aluminiumoxid auf Substraten unter Verwendung einer Aluminiumquelle in einer Umgebung, die einen Partialdruck von Sauerstoff enthält, um transparente, kratzfeste Fenster zu erzeugen**

(57) Zusammenfassung: Ein System und ein Verfahren unter anderem zum Beschichten eines Substrats wie z. B. eines Glassubstrats mit einer Schicht aus Aluminiumoxid, um eine kratzfeste und bruchfeste Matrix zu erzeugen, die aus einem dünnen kratzfesten Aluminiumoxidfilm besteht, der auf einer oder mehreren Seiten eines transparenten und bruchfesten Substrats abgeschieden wird, zur Verwendung in Verbraucher- und mobilen Vorrichtungen wie z. B. Uhrengläsern, Mobiltelefonen, Tablet-Computern, Personalcomputern und dergleichen. Das System und das Verfahren können eine Sputtertechnik umfassen. Das System und das Verfahren können ein dünnes Fenster erzeugen, das eine Dicke von etwa 2 mm oder weniger aufweist, und die Matrix (d. h. die Kombination des Aluminiumoxidfilms und des transparenten Substrats) kann eine Bruchfestigkeit mit einem Elastizitätsmodulwert aufweisen, der geringer ist als jener von Saphir, d. h. geringer als etwa 350 Gigapascal (GPa). Das dünne Fenster weist überlegene bruchfeste Eigenschaften auf.



**Beschreibung****RÜCKVERWEISUNG AUF  
VERWANDTE ANMELDUNGEN**

**[0001]** Diese Anmeldung beansprucht den Nutzen und die Priorität zur vorläufigen US-Anmeldung Nr. 61/790 786, eingereicht am 15. März 2013, deren Offenbarung durch den Hinweis hierin in ihrer Gesamtheit aufgenommen wird.

**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****1.0 Gebiet der Offenbarung**

**[0002]** Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf ein System, ein Verfahren und eine Vorrichtung unter anderem zum Beschichten eines Materials (wie z. B. eines Substrats) mit einer Schicht aus Aluminiumoxid, um eine transparente, kratzfeste Oberfläche bereitzustellen.

**2.0 Stand der Technik**

**[0003]** Es gibt viele Anwendungen für die Verwendung von Glas, einschließlich Anwendungen z. B. auf dem Elektronikgebiet. Verschiedene mobile Vorrichtungen wie z. B. Mobiltelefone und Computer können Glasbildschirme verwenden, die als Berührungsbildschirm ausgelegt sein können. Diese Glasbildschirme können für Bruch oder Kratzen anfällig sein. Einige mobile Vorrichtungen verwenden gehärtetes Glas wie z. B. Ionenaustauschglas, um das Oberflächenkratzen oder die Wahrscheinlichkeit für Rissbildung zu verringern.

**[0004]** Eine noch härtere und kratzfestere Oberfläche wäre jedoch eine Verbesserung gegenüber den gegenwärtig erhältlichen Materialien. Eine härtere Oberfläche gegenüber dem, was derzeit bekannt und erhältlich ist, würde die Wahrscheinlichkeit von Kratzen und Rissbildung noch mehr verringern. Das Verringern von Kratz- und Rissbildungstendenzen würde Produkte mit längerer Lebensdauer schaffen. Überdies wäre eine Verringerung der Vorfälle von beschleunigtem Verlust an Nutzlebensdauer von verschiedenen Produkten unter Verwendung von Anzeigen auf Glasbasis vorteilhaft; insbesondere jener Produkte, die häufig von Benutzern gehandhabt werden und für versehentliches Fallenlassen anfällig sind.

**[0005]** Derzeit gibt es keine bekannten Produkte, die Filmaluminiumoxid auf transparenten Substraten wie z. B. Glas verwenden. Ein Verfahren für das Aluminiumoxid mit Entwicklung durch chemische Gasphasenabscheidung wurde demonstriert, aber ist wie Fenster ganz aus Saphir viel zu unerschwinglich und ist ein grundlegend anderer Prozess im Vergleich zur hier offenbarten Erfindung. Ionenaustauschglas

ist gehärtetes Glas, das in vielen mobilen Vorrichtungen verwendet wird, um Oberflächenkratzer und die Wahrscheinlichkeit für Rissbildung des Bildschirms zu verringern. Selbst dieses Produkt kann jedoch für Brechen und Kratzen anfällig sein.

**[0006]** Die folgenden Patentdokumente stellen informative Offenbarungen bereit: WO 87/02713; US 5 350 607; US 5 693 417; US 5 698 314; und US 5 855 950.

**[0007]** Xinhui Mao et al. beschreiben in ihrem Artikel mit dem Titel "Deposition of Aluminum Oxide Films by Pulsed Reactive Sputtering" J. Mater. Sci. Technol., Band 19, Nr. 4 2003, einen gepulsten reaktiven Sputterprozess, der verwendet werden kann, um einige Verbundfilme abzuscheiden, die durch herkömmliches reaktives Gleichstrom-(DC)Sputtern nicht leicht abgeschieden werden.

**[0008]** P. Jin et al. beschreiben in ihrem Artikel "Localized epitaxial growth of  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> thin films on Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> template by sputter deposition at low substrate temperature" Applied Physics Letters, Band 82, Nr. 7, 17. Februar 2003, die Niedertemperaturentwicklung von  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Filmen durch Sputtern.

**ZUSAMMENFASSUNG DER OFFENBARUNG**

**[0009]** Gemäß einem nicht begrenzenden Beispiel der Offenbarung werden ein System, ein Verfahren und eine Vorrichtung bereitgestellt, um unter anderem ein Material (wie z. B. ein Substrat) mit einer Schicht aus Aluminiumoxid zu beschichten, um eine transparente, kratzfeste Oberfläche bereitzustellen.

**[0010]** In einem Aspekt wird ein System zum Erzeugen einer Aluminiumoxidoberfläche auf einem Substrat bereitgestellt, das eine Kammer, um einen Partialdruck von Sauerstoff zu erzeugen, eine Vorrichtung, um ein transparentes oder durchsichtiges Substrat innerhalb der Kammer zu halten oder zu befestigen, und eine Vorrichtung, um Aluminiumatome und/oder Aluminiumoxidmoleküle in der Kammer zu erzeugen, um mit dem Substrat in Wechselwirkung zu treten, um eine Matrix mit einem Aluminiumoxidfilm zu erzeugen, der ein bruchfestes transparentes oder durchsichtiges Substrat überzieht, umfasst.

**[0011]** In einem Aspekt wird ein Verfahren zum Erzeugen eines mit Aluminiumoxid verbesserten Substrats bereitgestellt, das die Schritte des Einwirkens eines Abscheidungsstrahls mit angeregten Aluminiumatomen und Aluminiumoxidmolekülen auf ein transparentes oder durchsichtiges bruchfestes Substrat, um eine Matrix mit einem kratzfesten Aluminiumoxidfilm zu erzeugen, der an der Oberfläche des transparenten oder durchsichtigen bruchfesten Substrats haftet, und des Stoppens der Einwirkung auf der Basis eines vorbestimmten Parameters umfasst,

wobei ein gehärtetes transparentes oder durchsichtiges Substrat für Beständigkeit gegen Bruch oder Kratzen hergestellt wird.

**[0012]** In einem Aspekt ein Substrat mit einem transparenten oder durchsichtigen bruchfesten Substrat und einem Aluminiumoxidfilm, der darauf abgeschieden ist, wobei die Kombination des transparenten oder durchsichtigen bruchfesten Substrats und des abgeschiedenen Aluminiumoxidfilms eine Matrix erzeugt, die ein transparentes bruchfestes Fenster ergibt, das gegen Bruch oder Kratzen beständig ist. Das transparente oder durchsichtige bruchfeste Substrat kann eines von folgenden umfassen: ein Bor-silikatglas, ein Aluminiumsilikatglas, ein Ionenaustauschglas, Quarz, mit Yttrium stabilisiertes Zirkondioxid (YSZ) und einen transparenten Kunststoff. Das resultierende Fenster kann eine Dicke von etwa 2 mm oder weniger aufweisen und das Fenster weist eine Bruchfestigkeit mit einem Elastizitätsmodulwert auf, der geringer ist als jener von Saphir, der geringer ist als etwa 350 Gigapascal (GPa). In einem Aspekt kann der abgeschiedene Aluminiumoxidfilm eine Dicke von weniger als etwa 1 % einer Dicke des transparenten oder durchsichtigen bruchfesten Substrats aufweisen. In einem Aspekt kann der abgeschiedene Aluminiumoxidfilm eine Dicke zwischen etwa 10 nm und 5 Mikrometer aufweisen.

**[0013]** Zusätzliche Merkmale, Vorteile und Beispiele der Offenbarung können aus der Betrachtung der ausführlichen Beschreibung, der Zeichnungen und des Anhangs dargelegt sein oder ersichtlich sein. Überdies soll selbstverständlich sein, dass die vorangehende Zusammenfassung der Offenbarung und die folgende ausführliche Beschreibung und die Zeichnungen beispielhaft sind und eine weitere Erläuterung ohne Begrenzung des Schutzbereichs der Offenbarung, wie beansprucht, bereitstellen sollen.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0014]** Die begleitenden Zeichnungen, die enthalten sind, um für ein weiteres Verständnis der Offenbarung zu sorgen, sind in dieser Patentbeschreibung enthalten und bilden einen Teil von dieser, erläutern Ausführungsformen der Offenbarung und dienen zusammen mit der ausführlichen Beschreibung zum Erläutern der Prinzipien der Offenbarung. Es wird kein Versuch unternommen, Strukturdetails der Offenbarung genauer zu zeigen, als es für ein grundlegendes Verständnis der Offenbarung und der verschiedenen Weisen, in denen sie ausgeführt werden kann, notwendig sein kann. In den Zeichnungen gilt:

**[0015]** Fig. 1 ist ein Blockdiagramm eines Beispiels eines Systems zum Beschichten eines Materials mit einer Schicht aus Aluminiumoxid, wobei das System gemäß den Prinzipien der Offenbarung ausgelegt ist;

**[0016]** Fig. 2 ist ein Blockdiagramm eines Beispiels eines Systems zum Beschichten eines Materials mit einer Schicht aus Aluminiumoxid, wobei das System gemäß den Prinzipien der Offenbarung ausgelegt ist;

**[0017]** Fig. 3 ist ein Ablaufdiagramm eines Beispielprozesses zum Erzeugen eines mit Aluminiumoxid verbesserten Substrats, wobei der Prozess gemäß den Prinzipien der Offenbarung durchgeführt wird.

**[0018]** Die vorliegende Offenbarung wird in der folgenden ausführlichen Beschreibung weiter beschrieben.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER OFFENBARUNG

**[0019]** Die Offenbarung und die verschiedenen Merkmale und vorteilhaften Details davon werden mit Bezug auf die nicht begrenzenden Ausführungsformen und Beispiele, die in den begleitenden Zeichnungen beschrieben und/oder dargestellt werden und in der folgenden Beschreibung ausführlich erläutert werden, genauer erläutert. Es sollte beachtet werden, dass die in den Zeichnungen dargestellten Merkmale nicht notwendigerweise maßstäblich gezeichnet sind und Merkmale von einer Ausführungsform bei anderen Ausführungsformen verwendet werden können, wie der Fachmann erkennen würde, selbst wenn sie nicht expliziert hierin angegeben sind. Beschreibungen von gut bekannten Komponenten und Verarbeitungstechniken können weggelassen werden, um die Ausführungsformen der Offenbarung nicht unnötig unklar zu machen. Die hierin verwendeten Beispiele sind lediglich vorgesehen, um ein Verständnis von Weisen zu erleichtern, in denen die Offenbarung ausgeführt werden kann, und um dem Fachmann auf dem Gebiet weiter zu ermöglichen, die Ausführungsformen der Offenbarung auszuführen. Folglich sollten die Beispiele und Ausführungsformen hierin nicht als Begrenzung des Schutzbereichs der Offenbarung aufgefasst werden. Überdies wird angemerkt, dass gleiche Bezugszeichen ähnliche Teile in den ganzen verschiedenen Ansichten der Zeichnungen darstellen.

**[0020]** Die Begriffe "einschließen", "umfassen" und Variationen davon, wie in dieser Offenbarung verwendet, bedeuten "einschließlich, jedoch nicht begrenzt auf", wenn nicht ausdrücklich anders angegeben.

**[0021]** Die Begriffe "ein", "eine" und "der", wie in dieser Offenbarung verwendet, bedeuten "eines oder mehrere", wenn nicht ausdrücklich anders angegeben.

**[0022]** Vorrichtungen, die miteinander in Kommunikation stehen, müssen nicht in kontinuierlicher Kommunikation miteinander stehen, wenn nicht ausdrück-

lich anders angegeben. Außerdem können Vorrichtungen, die miteinander in Kommunikation stehen, direkt oder indirekt durch einen oder mehrere Vermittler kommunizieren.

**[0023]** Obwohl Prozessschritte, Verfahrensschritte, Algorithmen oder dergleichen in einer sequentiellen Reihenfolge beschrieben werden können, können solche Prozesse, Verfahren und Algorithmen so ausgelegt sein, dass sie in alternativen Reihenfolgen arbeiten. Mit anderen Worten, irgendeine Sequenz oder Reihenfolge von Schritten, die beschrieben werden kann, weist nicht notwendigerweise auf eine Anforderung hin, dass die Schritte in dieser Reihenfolge durchgeführt werden. Die Schritte der hierin beschriebenen Prozesse, Verfahren oder Algorithmen können in irgendeiner praktischen Reihenfolge durchgeführt werden. Ferner können einige Schritte gleichzeitig durchgeführt werden. Überdies können nicht alle Schritte für jede Implementierung erforderlich sein.

**[0024]** Wenn eine einzelne Vorrichtung oder ein einzelner Gegenstand hierin beschrieben wird, ist leicht ersichtlich, dass mehr als eine Vorrichtung oder mehr als ein Gegenstand anstelle einer einzelnen Vorrichtung oder eines einzelnen Gegenstandes verwendet werden kann. Wenn mehr als eine Vorrichtung oder mehr als ein Gegenstand hierin beschrieben wird, ist ebenso leicht ersichtlich, dass eine einzelne Vorrichtung oder ein einzelner Gegenstand anstelle der mehr als einen Vorrichtung oder des mehr als einen Gegenstandes verwendet werden kann. Die Funktionalität oder die Merkmale einer Vorrichtung können alternativ durch eine oder mehrere andere Vorrichtungen verkörpert sein, die nicht explizit als eine solche Funktionalität oder solche Merkmale aufweisend beschrieben werden.

**[0025]** Fig. 1 ist ein Blockdiagramm eines Beispiels eines Systems **100** zum Beschichten eines Materials (wie z. B. eines Substrats **120** wie z. B. Glas) mit einer Schicht **121** aus Aluminiumoxid gemäß den Prinzipien der Offenbarung. Das System **100** kann verwendet werden, um eine sehr harte und überlegene kratzfeste Oberfläche auf Glas oder anderen Substraten zu erzeugen. Die Beschichtung eines Ionenaustauschglases oder Borsilikatglases mit Aluminiumoxid, das Saphir sein könnte, stellt beispielsweise ein überlegenes Produkt für die Verwendung in Anwendungen her, in denen eine harte, kratzfeste Oberfläche günstig ist, wie z. B. Glasfenster, die z. B. in elektronischen Vorrichtungen oder wissenschaftlichen Instrumenten und dergleichen verwendbar sind.

**[0026]** Wie in Fig. 1 gezeigt, kann das System **100** eine Evakuierungskammer **102** mit einem Partialdruck eines Prozessgases **135**, der darin erzeugt wird, einschließlich molekularen oder atomaren Sauerstoffs, umfassen. Die Vorrichtung **100** kann ferner eine Aluminiumquelle **105**, einen Tisch **110**, einen

Prozessgaseinlass **125** und einen Gasauslass **130** umfassen. Der Tisch **110** kann so ausgelegt sein, dass er erhitzt (oder gekühlt) wird. Der Tisch **110** kann dazu ausgelegt sein, sich in irgendeiner oder mehreren Dimensionen des 3D-Raums zu bewegen, einschließlich so ausgelegt sein, dass er drehbar, in einer x-Achse beweglich, in einer y-Achse beweglich und/oder in einer z-Achse beweglich ist.

**[0027]** Das Substrat **120** kann ein planares Material oder ein nicht planares Material sein. Das Substrat **120** kann transparent oder durchsichtig sein. Das Substratmaterial **120** (wie z. B. Glas oder dergleichen) kann auf den Tisch **110** gelegt werden. Das Substratmaterial **120** kann eine oder mehrere Oberflächen aufweisen, die einer Behandlung unterzogen werden. Das Substrat kann Borsilikatglas sein. In einigen Anwendungen kann das Substrat **120** in mehreren Dimensionen verkörpert sein, z. B. so dass es Oberflächen umfasst, die in drei Dimensionen orientiert sind, die durch den Beschichtungsprozess beschichtet werden können. Die Aluminiumquelle **105** ist dazu ausgelegt, einen gesteuerten Abscheidungsstrahl **115** mit Aluminiumatomen und/oder Aluminiumoxidmolekülen zu erzeugen. Der Abscheidungsstrahl **115** kann ein wolkenartiger Strahl sein. Die Aluminiumquelle **105** kann einen Sputtermechanismus umfassen. Die Aluminiumquelle **105** kann eine Vorrichtung umfassen, um das Aluminium zu erhitzen. Herkömmliches Sputtern kann verwendet werden. Das Zielen der Aluminiumatome und/oder Aluminiumoxidmoleküle kann das Einstellen des Orts der Aluminiumquelle **105** und/oder das Einstellen der Orientierung des Tisches **110** umfassen. Das Einstellen einer Orientierung oder Position des Substrats **120** relativ zu den Aluminiumionen **115** kann ein Einwirkungsausmaß der Aluminiumionen auf das Substrat **120** einstellen. Die Einstellung kann auch das Auftragen des Aluminiumoxids auf spezielle oder zusätzliche Abschnitte des Substrats **120** ermöglichen.

**[0028]** Das System **100** kann verwendet werden, um eine Schicht aus Aluminiumoxid (das Saphir sein kann) auf das Zielsubstratmaterial **120** (z. B. ein Substrat wie z. B. Glas) aufzutragen, um eine Schicht einer Matrix **121** mit einer transparenten, kratzfesten Oberfläche **122** bereitzustellen. Die resultierende kratzfeste Oberfläche **122** kann ein Fenster umfassen, das Anwendungen für viele Verbraucherprodukte aufweisen kann, einschließlich z. B. eines Uhrenglases, einer Kameralinse und z. B. Berührungsbildschirmen für die Verwendung z. B. in Mobiltelefonen, Tablet-Computern und Laptop-Computern, wobei das Aufrechterhalten einer kratzfreien oder bruchfesten Oberfläche von primärer Bedeutung sein kann. Ein dünnes Fenster, das erzeugt werden kann, kann eine Dicke von etwa 2 mm oder weniger aufweisen. Das dünne Fenster ist als Kratzfestigkeit mit einem Elastizitätsmodulwert aufweisend ausgelegt und gekennzeichnet, der geringer ist als jener von Saphir,

der geringer als etwa 350 Gigapascal (GPa) sein kann. Überdies sollte selbstverständlich sein, dass in dem Fall, in dem verschiedene Werte für den Elastizitätsmodul auf der Basis eines Testverfahrens oder Bereichs von getestetem Material (z. B. Ionenaustauschglas, das verschiedene Werte für die Oberfläche und die Masse aufweisen kann) vorliegen, der niedrigste Wert der geltende Wert ist.

**[0029]** Ein durch die resultierende Matrix **121** an der Oberfläche **122** dieser Offenbarung geschaffener Vorteil umfasst eine überlegene mechanische Leistung, wie z. B. verbesserte Kratzfestigkeit, größere Beständigkeit gegen Rissbildung im Vergleich zu gegenwärtig verwendeten Materialien wie z. B. herkömmliches unbehandeltes Glas, Kunststoff und dergleichen. Unter Verwendung von Aluminiumoxid, das auf Glas aufgetragen wird, anstatt eines ganzen Saphirfensters (d. h. eines Fensters mit gänzlich Saphir) können außerdem die Kosten wesentlich verringert werden, was das Produkt für eine weitverbreitete Verbrauchernutzung verfügbar macht. Überdies bietet die Verwendung von Aluminiumoxidfilmen im Gegensatz zu vollständigen Saphirfenstern zusätzliche Kosteneinsparungen durch Beseitigen des Bedarfs, Saphir zu schneiden, zu schleifen und/oder zu polieren, was schwierig und kostspielig sein kann.

**[0030]** Gemäß einem Aspekt der Offenbarung kann ein Substrat **120** wie z. B. Glas, Quarz oder dergleichen auf einen Tisch **110** gelegt werden, der innerhalb einer entleerten Kammer **102** erhitzt werden kann. Prozessgase werden in die Evakuierungskammer **102** strömen lassen, so dass ein gesteuerter Partialdruck erreicht wird. Dieses Gas kann Sauerstoff entweder in atomarer oder molekularer Form enthalten, und kann auch Inertgase wie z. B. Argon enthalten. Beim Erreichen des gewünschten Partialdrucks kann ein Abscheidungsstrahl mit angeregten Aluminiumatomen und/oder Aluminiumoxidmolekülen **115** eingeführt werden, so dass das Substrat **120** einem Aluminiumoxid-Abscheidungsstrahl **115** ausgesetzt wird. Wenn sie dem Sauerstoff innerhalb der Evakuierungskammer **102** ausgesetzt werden, können die Aluminiumatome Aluminiumoxid-( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )Moleküle bilden, die an der Substratoberfläche **122** anhaften, wobei die Kombination eine Matrix **121** bildet. Die Kombination, die die Matrix **121** bildet, stellt außergewöhnliche nützliche Eigenschaften bereit, einschließlich z. B. verbesserter Kratzfestigkeit und größerer Beständigkeit gegen Rissbildung.

**[0031]** Wenn der Abscheidungsstrahl **115** nicht ausreichend groß genug ist, um die Substratoberfläche **122** homogen zu bedecken, kann das Substrat **120** selbst im Abscheidungsstrahl bewegt werden, wie z. B. durch Bewegung des Tisches **110**, der gesteuert werden kann, um ihn aufwärts, abwärts, links, rechts zu bewegen und/oder zu drehen, um eine gleichmäßige Beschichtung zu ermöglichen. In einigen Imple-

mentierungen kann die Aluminiumquelle **105** bewegt werden.

**[0032]** Überdies kann das Substrat **120** durch eine Heizvorrichtung **123** ausreichend erhitzt werden, um eine Mobilität von abgetragenen Partikeln auf der Oberfläche **122** des Substrats **120** zu ermöglichen, was eine verbesserte Qualität des Beschichtungsmittels ermöglicht. Die Matrix **121**, die an der Oberfläche **122** des Substrats gebildet wird, haftet chemisch und/oder mechanisch an der Substratoberfläche **122**, was eine Bindung erzeugt, die ausreichend stark genug ist, um im Wesentlichen die Delaminierung des Aluminiumoxids ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) mit dem Substrat **120** zu verhindern, was eine harte und starke Oberfläche **120** erzeugt, die gegen Brechen und/oder Kratzen sehr beständig ist.

**[0033]** Die Entwicklungsrate der Aluminiumoxid-( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )Schicht, die die Matrix **121** an der Oberfläche **122** bildet, kann abstimmbar sein. Die Entwicklungsrate der Aluminiumoxid-( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )Schicht, die die Matrixschicht **121** bildet, kann durch Verringern des Abstandes zwischen der Aluminiumquelle **105** und dem Substrat **120** verstärkt werden. Die Entwicklungsrate kann ferner durch Optimieren der Sputterleistung sowie des Umgebungsgasdrucks und der Umgebungsgaszusammensetzung verstärkt werden.

**[0034]** Das Substrat **120** kann dem Aluminiumoxid-Abscheidungsstrahl ausgesetzt werden und die Einwirkung auf der Basis eines vorbestimmten Parameters gestoppt werden, wie z. B. dass eine vorbestimmte Zeitdauer und/oder eine vorbestimmte Tiefe der Schichtung von Aluminiumoxid auf dem Substrat erreicht wird. Der vorbestimmte Parameter kann eine vorbestimmte Menge an abgeschiedenem Aluminiumoxid umfassen, so dass die Menge ausreicht, um ein gewünschtes Ausmaß an Kratzfestigkeit zu erreichen, aber nicht dick genug, um sich auf die Bruchfestigkeit des Substrats auszuwirken. In einigen Anwendungen kann die Menge an abgeschiedenem Aluminiumoxid eine Dicke von weniger als etwa 1 % der Dicke des Substrats aufweisen. In einigen Anwendungen kann die Menge an abgeschiedenem Aluminiumoxid im Bereich zwischen etwa 10 nm und 5 Mikrometer liegen. In einigen Anwendungen kann die abgeschiedene Menge an Aluminiumoxid weniger als etwa 10 Mikrometer dick sein.

**[0035]** Um Quellenatome aus Aluminium zu erzeugen, kann die Verwendung einer Hochfrequenz-(HF) oder gepulsten Gleichstrom-(DC)Sputterleistungsquelle verwendet werden, um einer Ladungsansammlung entgegenzuwirken, die sich aus der dielektrischen Art von Aluminiumoxid ergibt. Aufgetragene Schichten, die mehrere Nanometer bis mehrere hundert Mikrometer dick sind, können in Abhängigkeit von den Prozessparametern und der Prozessdauer erreicht werden.

**[0036]** Die Prozessdauer kann mehrere Minuten bis mehrere Stunden sein. Durch Steuern des Aluminiumatom- und/oder Aluminiumoxidflusses und des Sauerstoffpartialdrucks können die Eigenschaften des aufgetragenen Films (d. h. des Aluminiumoxids) zugeschnitten werden, um die Kratzfestigkeit der Filme und die mechanische Haftung des entwickelten Films zu maximieren. Der Film auf dem Substrat führt zu einer starken Matrix, die sehr schwierig abzutrennen ist. Der Film ist zur Oberfläche des Substrats konform. Diese Konformitätseigenschaft kann nützlich und vorteilhaft sein, um unregelmäßige Oberflächen, nicht planare Oberflächen oder Oberflächen mit Unförmigkeiten zu beschichten. Überdies kann diese Konformitätseigenschaft zu einer überlegenen Bindung beispielsweise gegenüber einer Laminattechnik führen, die typischerweise nicht gut an unregelmäßigen Oberflächen, nicht planaren Oberflächen oder Oberflächen mit bestimmten Unförmigkeiten haftet.

**[0037]** Fig. 2 ist ein Blockdiagramm eines Beispiels eines Systems **101**, das gemäß den Prinzipien der Offenbarung ausgelegt ist. Das System **101** ist ähnlich zum System von Fig. 1 und arbeitet prinzipiell in derselben Weise, außer dass das Substrat **120** anders orientiert sein kann, das in diesem Beispiel über der Aluminiumquelle **105** orientiert ist. Der Abscheidungsstrahl **115** kann gesteuert werden, um die Atome aufwärts in Richtung des aufgehängten Substrats **120** zu lenken. Das Einstellen einer Orientierung oder Position des Substrats **120** relativ zu den Aluminiumatomen **115** kann ein Einwirkungsmaß der Aluminiumatome auf das Substrat **120** einstellen. Dies kann auch das Auftragen des Aluminiumoxids auf spezielle oder zusätzliche Abschnitte des Substrats **120** ermöglichen. Herkömmliches Sputtern kann verwendet werden.

**[0038]** Das System von Fig. 2 kann auch im Allgemeinen darstellen, dass die Beziehung des Substrats **120** und der Aluminiumquelle **105** in irgendeiner praktischen Orientierung liegen könnte. Eine alternative Orientierung kann eine seitliche Orientierung umfassen, wobei das Substrat **120** und die Aluminiumquelle seitlich relativ zueinander positioniert sein können.

**[0039]** In Fig. 2 kann das Substrat **120** durch einen Befestigungsmechanismus **126** in Position gehalten werden. Der Befestigungsmechanismus **126** kann eine Fähigkeit umfassen, sich in irgendeiner Achse zu bewegen. Überdies kann der Befestigungsmechanismus **126** eine Heizvorrichtung **123** umfassen, die dazu ausgelegt ist, das Substrat **120** zu erhitzen.

**[0040]** Das Substrat **120** kann dem Aluminium- und Aluminiumoxid-Abscheidungsstrahl ausgesetzt werden und die Einwirkung kann auf der Basis eines vorbestimmten Parameters gestoppt werden, wie z. B. dass eine vorbestimmte Zeitdauer und/oder eine vor-

bestimmte Tiefe der Schichtung von Aluminiumoxid auf dem Substrat erreicht werden.

**[0041]** In einem Aspekt kann ein dünnes Fenster, das durch die Systeme von Fig. 1 und Fig. 2 erzeugt werden kann, eine Dicke von etwa 2 mm oder weniger aufweisen. Das dünne Fenster kann als eine Bruchbeständigkeit mit einem Elastizitätsmodulwert aufweisend ausgelegt und gekennzeichnet sein, der geringer ist als jener von Saphir, d. h. geringer als etwa 350 Gigapascal (GPa). Überdies sollte verständlich sein, dass im Fall, dass verschiedene Werte für den Elastizitätsmodul auf der Basis eines Testverfahrens oder Bereichs von getestetem Material (z. B. Ionenaustauschglas, das verschiedene Werte für die Oberfläche und die Masse aufweisen kann) vorliegen, der niedrigste Wert der geltende Wert ist.

**[0042]** In einigen Implementierungen können die Systeme **100** und **101** einen Computer **205** umfassen, um die Operationen der verschiedenen Komponenten der Systeme **100** und **101** zu steuern. Der Computer **205** kann beispielsweise die Heizvorrichtung **123** zum Erhitzen der Aluminiumquelle steuern. Der Computer kann auch die Bewegung des Tisches **110** oder des Befestigungsmechanismus **126** steuern und kann die Partialdrücke der Evakuierungskammer **102** steuern. Der Computer **205** kann auch die Abstimmung des Spalts zwischen der Aluminiumquelle und dem Substrat **120** steuern. Der Computer **205** kann das Ausmaß der Einwirkungsdauer des Abscheidungsstrahls **115** auf das Substrat **120** steuern, vielleicht z. B. auf der Basis eines vorbestimmten Parameters (von vorbestimmten Parametern) wie z. B. der Zeit oder auf der Basis einer Tiefe des auf dem Substrat **120** ausgebildeten Aluminiumoxids oder der Menge/des Pegels des verwendeten Drucks von Sauerstoff oder irgendeiner Kombination dafür. Der Gaseinlass **125** und der Gasauslass können Ventile (nicht dargestellt) zum Steuern der Bewegung der Gase durch die Systeme **100** und **200** umfassen. Die Ventile können durch den Computer **205** gesteuert werden. Der Computer **205** kann eine Datenbank für die Speicherung von Prozesssteuerparametern und einer Programmierung umfassen.

**[0043]** Fig. 3 ist ein Ablaufdiagramm eines Beispielprozesses für das Erzeugen eines mit Aluminiumoxid verbesserten Substrats, wobei der Prozess gemäß den Prinzipien der Offenbarung durchgeführt wird. Der Prozess von Fig. 3 kann einen herkömmlichen Typ von Sputtern umfassen. Der Prozess von Fig. 3 kann in Verbindung mit den Systemen **100** und **101** verwendet werden. In Schritt **305** kann eine Kammer, z. B. die Evakuierungskammer **102**, bereitgestellt werden, die dazu ausgelegt ist zu ermöglichen, dass ein Partialdruck darin erzeugt wird, und dazu ausgelegt ist zu ermöglichen, dass ein Zielsubstrat **120** wie z. B. Glas oder Borsilikatglas beschichtet wird. In Schritt **310** kann eine Quelle für Aluminium

**105** bereitgestellt werden, die ermöglicht, dass angeregte Aluminiumatome **115** in der Evakuierungskammer **102** erzeugt werden. Dies kann eine Sputtertechnik umfassen. In Schritt **315** kann ein Abstützbefestigungsmechanismus **126** oder ein Tisch wie z. B. der Tisch **110** innerhalb der Kammer **102** in Abhängigkeit vom Typ von verwendetem System konfiguriert werden. Der Tisch **110** und/oder der Befestigungsmechanismus **126** können so ausgelegt sein, dass sie drehbar sind. Der Tisch **110** und der Befestigungsmechanismus **126** können so ausgelegt sein, dass sie in einer x-Achse, y-Achse und einer z-Achse bewegt werden.

**[0044]** In Schritt **320** kann ein Zielsubstrat **120** mit einer oder mehreren Oberflächen wie z. B. Glas, Borsilikatglas, Aluminiumsilikatglas, Kunststoff oder mit Yttrium stabilisiertes Zirkondioxid (YSZ) auf den Tisch **110** gelegt oder alternativ durch den Befestigungsmechanismus **126** angeordnet werden. In einem optionalen Schritt **325** kann das Zielsubstrat **120** erhitzt werden. In Schritt **330** kann ein Abscheidungsstrahl **115** erzeugt werden, der Aluminiumatome und/oder Aluminiumoxidmoleküle umfasst. In Schritt **335** kann ein Partialdruck innerhalb der Kammer erzeugt werden. Dies kann durch Ermöglichen, dass Sauerstoff in die Evakuierungskammer **102** strömt, erreicht werden. In Schritt **340** wird das Substrat **120** dem Abscheidungsstrahl **115** von Aluminiumatomen und/oder Aluminiumoxidmolekülen ausgesetzt, um das Substrat **120** zu beschichten. Die Einwirkung kann auf einem oder mehreren vorbestimmten Parametern basieren, wie z. B. einer Tiefe des Aluminiumoxids, das auf der (den) Zielsubstratoberfläche(n) gebildet wird, der Zeitdauer oder einem Druckpegel des Sauerstoffs in der Evakuierungskammer **102** oder Kombinationen davon. Die Aluminiumatome und Aluminiumoxidmoleküle können den Abscheidungsstrahl **115** bilden, der in Richtung des Zielsubstrats **120** gelenkt wird.

**[0045]** In einem optionalen Schritt **345** kann ein Spalt oder Abstand zwischen der Aluminiumquelle **105** und dem Zielsubstrat **120** eingestellt werden, um eine Rate der Beschichtung des Zielsubstrats **120** zu erhöhen oder zu verringern. In einem optionalen Schritt **350** kann das Zielsubstrat **120** durch Einstellen der Orientierung des Tisches **110** oder Einstellen der Orientierung des Befestigungsmechanismus **126** umpositioniert werden. Der Tisch **110** und/oder der Befestigungsmechanismus **126** können in irgendeiner Achse gedreht oder bewegt werden. In Schritt **360** kann eine Matrix **121** an einer oder mehreren Oberflächen des Zielsubstrats **120** erzeugt werden, wenn die Aluminiumatome und Aluminiumoxidmoleküle die eine oder die mehreren Oberflächen des Substrats **120** beschichten und sich daran binden. In Schritt **365** kann der Prozess beendet werden, wenn ein oder mehrere vorbestimmte Parameter erreicht sind, wie z. B. Zeit, oder auf der Basis einer Tiefe/Dicke des

auf dem Substrat **120** ausgebildeten Aluminiumoxids oder der Menge/des Pegels des verwendeten Drucks von Sauerstoff oder irgendeiner Kombination dafür. Überdies kann ein Benutzer den Prozess jederzeit stoppen.

**[0046]** Der Prozess von **Fig. 3** kann ein dünnes Fenster erzeugen, das leichtgewichtig ist, eine überlegene Beständigkeit gegen Brechbarkeit aufweist und eine Dicke von etwa 2 mm oder weniger aufweist. Das dünne Fenster ist als mit einer Bruchfestigkeit mit einem Elastizitätsmodulwert ausgelegt und gekennzeichnet, der geringer ist als jener von Saphir, d. h. geringer als etwa 350 Gigapascal (GPa). Überdies sollte selbstverständlich sein, dass im Fall, dass verschiedene Werte für den Elastizitätsmodul auf der Basis eines Testverfahrens oder Bereichs von getestetem Material (z. B. Ionenaustauschglas, das verschiedene Werte für die Oberfläche und die Masse aufweisen kann) vorliegen, der niedrigste Wert der geltende Wert ist. Das durch den Prozess von **Fig. 3** erzeugte dünne Fenster kann verwendet werden, um transparente dünne Fenster zu erzeugen, einschließlich z. B. Uhrengläsern, Linsen, Berührungsbildschirmen in z. B. Mobiltelefonen, Tablet-Computern und Laptop-Computern, wobei das Aufrechterhalten einer kratzfreien oder bruchfesten Oberfläche von primärer Bedeutung sein kann. Der Prozess kann an einem durchsichtigen Typ von Substratmaterialien auch verwendet werden.

**[0047]** Die Schritte von **Fig. 3** können durch einen Computer durchgeführt oder gesteuert werden, z. B. den Computer **205**, der mit Softwareprogrammierung konfiguriert ist, um die jeweiligen Schritte durchzuführen. Der Computer **205** kann dazu ausgelegt sein, Benutzereingaben anzunehmen, um manuelle Operationen der verschiedenen Schritte zu ermöglichen.

**[0048]** Obwohl die Offenbarung hinsichtlich Beispielen beschrieben wurde, erkennt der Fachmann auf dem Gebiet, dass die Offenbarung mit Modifikationen im Gedanken und Schutzbereich der beigefügten Ansprüche ausgeführt werden kann. Diese Beispiele sind lediglich erläuternd und sollen keine erschöpfende Liste aller möglichen Entwürfe, Ausführungsformen, Anwendungen oder Modifikationen der Offenbarung sein.

## Patentansprüche

1. System zum Erzeugen einer Aluminiumoxidoberfläche auf einem Substrat, wobei das System umfasst:  
eine Kammer, um einen Partialdruck von Sauerstoff zu erzeugen;  
eine Vorrichtung, um ein transparentes oder durchsichtiges Substrat innerhalb der Kammer zu halten oder zu befestigen; und

eine Vorrichtung, um Aluminiumatome und/oder Aluminiumoxidmoleküle in der Kammer zu erzeugen, um mit dem Sauerstoff zu reagieren, um eine Matrix mit einem Aluminiumoxidfilm zu erzeugen, der ein bruchfestes transparentes oder durchsichtiges Substrat überzieht.

2. System nach Anspruch 1, wobei die Vorrichtung, um Aluminiumatome und/oder Aluminiumoxidmoleküle zu erzeugen, eine Sputtervorrichtung umfasst.

3. System nach Anspruch 1, wobei die Vorrichtung, um Aluminiumatome zu erzeugen, einen Abscheidungsstrahl von Aluminiumatomen und/oder Aluminiumoxidmolekülen erzeugt.

4. System nach Anspruch 1, das ferner eine Wärmequelle umfasst, um das transparente Substrat zu erhitzen.

5. System nach Anspruch 1, wobei die Vorrichtung, um das transparente oder durchsichtige Substrat zu halten, dazu ausgelegt ist, sich in mindestens einer Richtung zur Positionierung des transparenten Substrats in Bezug auf einen Abscheidungsstrahl zu bewegen.

6. System nach Anspruch 5, wobei die Vorrichtung, um das transparente oder durchsichtige Substrat zu halten oder zu befestigen, so ausgelegt ist, dass sie drehbar, in einer x-Achse beweglich, in einer y-Achse beweglich oder in einer z-Achse beweglich ist.

7. System nach Anspruch 1, das ferner einen Computer umfasst, der dazu ausgelegt ist, mindestens eines von folgenden zu steuern: den Partialdruck von Sauerstoff, die Vorrichtung zum Halten oder Befestigen des transparenten oder durchsichtigen Substrats, und die Vorrichtung zum Erzeugen von Aluminiumatomen und/oder Aluminiumoxidmolekülen in der Kammer.

8. System nach Anspruch 1, wobei das transparente Substrat eines umfasst von: Borsilikatglas, Aluminiumsilikatglas, Ionenaustauschglas, Quarz, mit Yttrium stabilisiertem Zirkondioxid (YSZ) und transparentem Kunststoff.

9. System nach Anspruch 1, wobei die in Kombination mit dem transparenten oder durchsichtigen Substrat ausgebildete Aluminiumoxidmatrix ein dünnes Fenster umfasst, das eine Dicke von etwa 2 mm oder weniger aufweist, und das dünne Fenster eine Bruchfestigkeit mit einem Elastizitätsmodulwert aufweist, der geringer ist als jener von Saphir, der geringer ist als etwa 350 Gigapascal (GPa).

10. Verfahren zum Erzeugen eines mit Aluminiumoxid verbesserten Substrats, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

Einwirken eines Abscheidungsstrahls mit angeregten Aluminiumatomen und Aluminiumoxidmolekülen auf ein transparentes oder durchsichtiges bruchfestes Substrat, um eine Matrix mit einem kratzfesten Aluminiumoxidfilm zu erzeugen, der an der Oberfläche des transparenten oder durchsichtigen bruchfesten Substrats haftet; und

Stoppen der Einwirkung auf der Basis eines vorbestimmten Parameters, wobei ein gehärtetes transparentes oder durchsichtiges Substrat für Beständigkeit gegen Bruch oder Kratzen erzeugt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der Einwirkungsschritt das Einwirken auf eines von: Borsilikatglas, Aluminiumsilikatglas, Ionenaustauschglas, Quarz, mit Yttrium stabilisiertem Zirkondioxid (YSZ) und transparenten Kunststoff durch den Abscheidungsstrahl umfasst.

12. Verfahren nach Anspruch 10, das ferner das Erzeugen eines Abscheidungsstrahls mit angeregten Aluminiumatomen und Aluminiumoxidmolekülen durch Sputterabscheidung umfasst.

13. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der vorbestimmte Parameter mindestens eine von folgenden umfasst: eine vorbestimmte Zeitdauer, eine vorbestimmte Tiefe der Schichtung von Aluminiumoxid auf dem transparenten oder durchsichtigen Substrat und einen Pegel von Sauerstoffdruck während der Einwirkung.

14. Verfahren nach Anspruch 10, das ferner den Schritt umfasst: Erzeugen eines Partialdrucks von Sauerstoff zum Erzeugen des Aluminiumoxidfilms.

15. Verfahren nach Anspruch 10, das ferner das Einstellen einer Orientierung oder Position des transparenten oder durchsichtigen bruchfesten Substrats relativ zum Abscheidungsstrahl umfasst, um ein Einwirkungsausmaß des Abscheidungsstrahls auf das transparente bruchfeste Substrat einzustellen.

16. Vorrichtung, die das gehärtete oder durchsichtige Substrat umfasst, das durch das Verfahren nach Anspruch 11 hergestellt wird.

17. Substrat, das umfasst: ein transparentes oder durchsichtiges bruchfestes Substrat und einen darauf abgeschiedenen Aluminiumoxidfilm, wobei die Kombination des transparenten oder durchsichtigen bruchfesten Substrats und des abgeschiedenen Aluminiumoxidfilms eine Matrix erzeugt, die ein transparentes oder durchsichtiges bruchfestes Fenster ergibt, das gegen Bruch oder Kratzen beständig ist.



18. Substrat nach Anspruch 17, wobei das transparente oder durchsichtige bruchfeste Substrat eines umfasst von: einem Borsilikatglas, einem Aluminiumsilikatglas, einem Ionenaustauschglas, Quarz, mit Yttrium stabilisiertem Zirkondioxid (YSZ) und einem transparenten Kunststoff.

19. Substrat nach Anspruch 17, wobei das resultierende Fenster eine Dicke von etwa 2 mm oder weniger aufweist und das Fenster eine Bruchfestigkeit mit einem Elastizitätsmodulwert aufweist, der geringer ist als jener von Saphir, der geringer ist als etwa 350 Gigapascal (GPa).

20. Substrat nach Anspruch 17, wobei der abgeschiedene Aluminiumoxidfilm eine Dicke von weniger als etwa 1 % einer Dicke des transparenten oder durchsichtigen bruchfesten Substrats aufweist.

21. Substrat nach Anspruch 17, wobei der abgeschiedene Aluminiumoxidfilm eine Dicke zwischen etwa 10 nm und 5 Mikrometer aufweist.

22. Substrat nach Anspruch 17, wobei der abgeschiedene Aluminiumoxidfilm eine Dicke von weniger als etwa 10 Mikrometer aufweist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

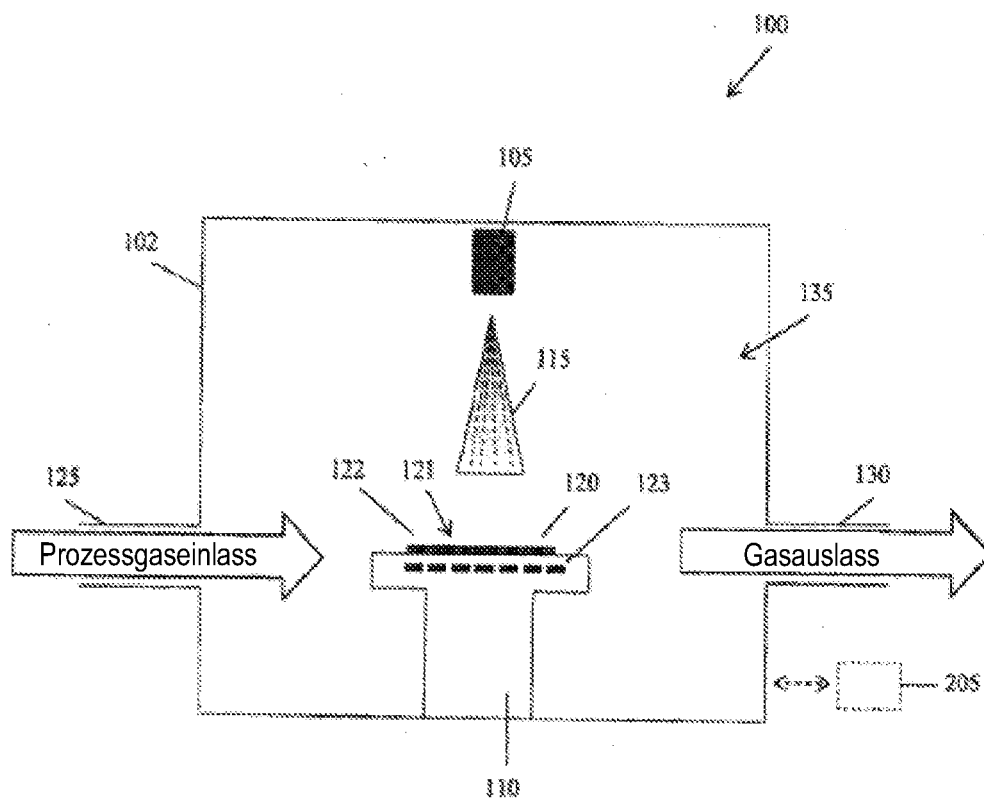


FIG. 1

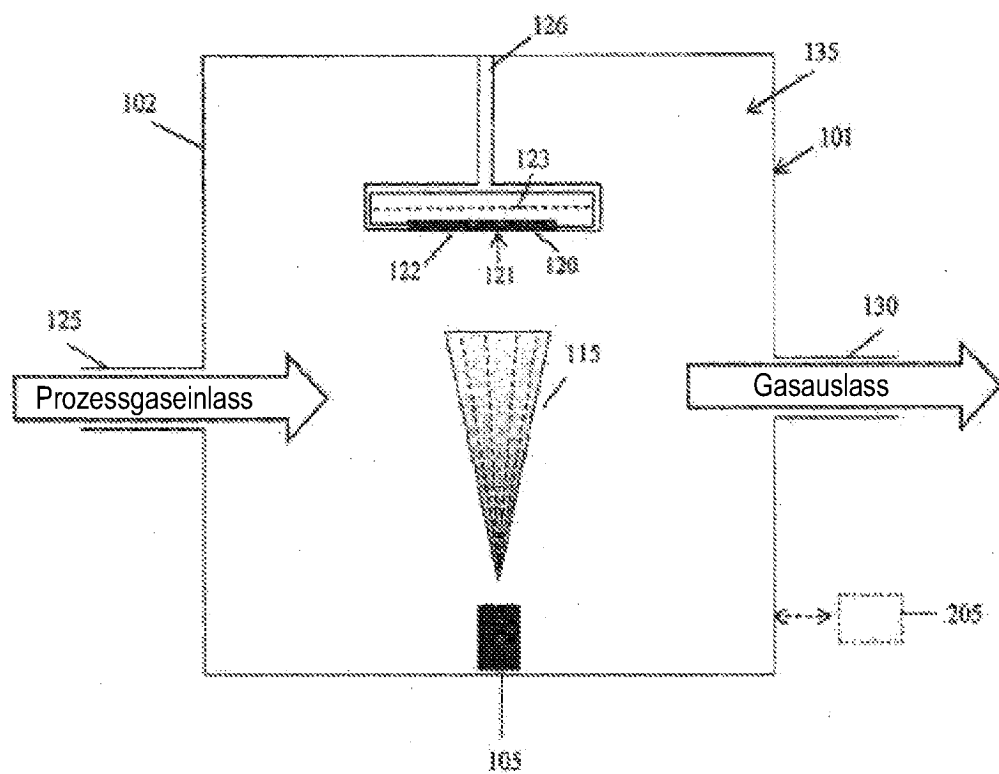


FIG. 2

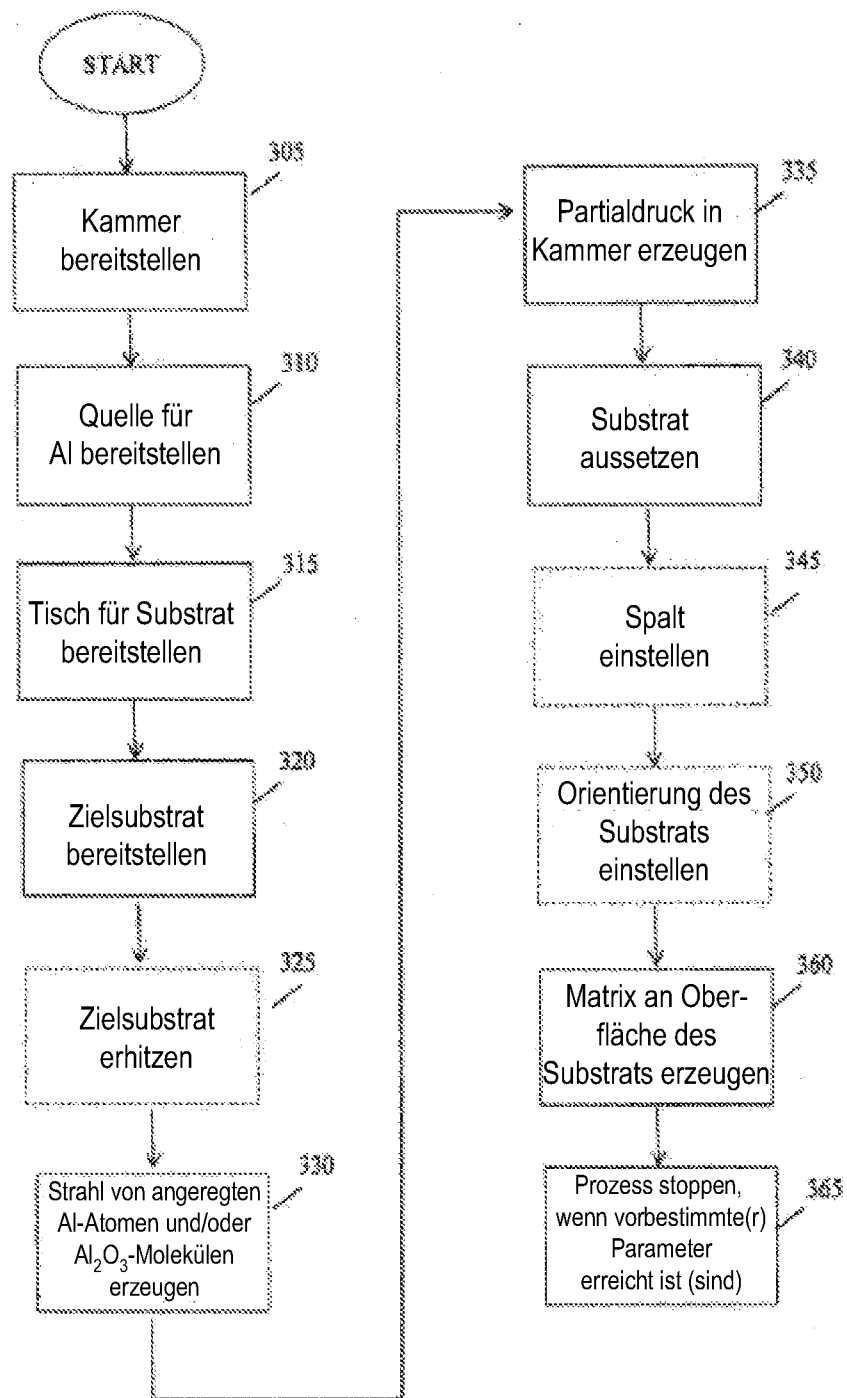


FIG. 3