

Werkstückträger, System und Betriebsverfahren für PECVD

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Werkstückträger für ein System zur plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidung, ein System zur plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidung sowie ein Betriebsverfahren für ein System zur plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidung.

Zur Beschichtung von Substraten ist das Verfahren der chemischen Gasphasenabscheidung (chemical vapour deposition, CVD) bekannt. Dabei wird wenigstens ein Gas bereitgestellt, welches den abzuscheidenden Stoff enthält. Durch Ablauf einer chemischen Reaktion, die zum Beispiel durch Temperatur treibbar ist, wird der Stoff auf dem Substrat abgeschieden. Mithilfe der chemischen Gasphasenabscheidung können zum Beispiel mikroelektronische Bauelemente oder Lichtwellenleiter hergestellt werden.

Die Abscheiderate lässt sich weiter erhöhen, indem aus dem Gas ein Plasma angeregt wird. Zudem kann dadurch die Abscheidereaktion auch bei geringeren Temperaturen bereits effektiv getrieben werden. Diese Variante der chemischen Gasphasenabscheidung wird üblicherweise als plasmaunterstützte chemische Gasphasenabscheidung (plasma enhanced chemical vapour deposition, PECVD) bezeichnet.

Um die nötige Prozesstemperatur zu erreichen, werden Werkstückträger zum Tragen der Substrate, zum Beispiel von Halbleiterwafern, üblicherweise in eine Reaktionskammer mit beheizbaren Wänden eingeführt. Solche Reaktionskammern werden gelegentlich auch als Warmwandreaktoren bezeichnet. Die Erwärmung erfolgt dabei typischerweise über Widerstand-Heizelemente, die an oder in der Prozesskammerwand verbaut sind.

Werkstückträger der beschriebenen Art werden häufig als Boote bezeichnet.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine plasmaunterstützte chemische Gasphasenabscheidung weiter zu verbessern, insbesondere deren Effizienz zu erhöhen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Werkstückträger für ein System zur plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidung, ein System zur plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidung mit einem solchen Werkstückträger sowie ein Betriebsverfahren für ein System zur plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidung gemäß den unabhängigen Ansprüchen.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind jeweils Gegenstand abhängiger Unteransprüche.

Ein Werkstückträger gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung für ein System zur plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidung ist zum Erzeugen eines Plasmas aus einem den Werkstückträger umgebenden Prozessgas eingerichtet. Erfindungsgemäß ist der Werkstückträger auch zum Aufheizen einer Umgebung des Werkstückträgers auf eine zur Gasphasenabscheidung vorgesehene Prozesstemperatur eingerichtet.

25

Ein Aspekt der Erfindung basiert auf dem Ansatz, eine vorgesehene Prozesstemperatur zum Abschneiden wenigstens eines Stoffs aus einer Gasphase, vorzugsweise ausschließlich, mittels eines Werkstückträgers einzustellen. Zweckmäßigerweise ist der Werkstückträger dabei dazu eingerichtet, eine Umgebung des Werkstückträgers, zum Beispiel ein den Werkstückträger umgebendes Prozessgas und/oder ein vom Werkstückträger getragenes Werkstück, bis auf die Prozesstemperatur aufzuheizen. Der Werkstückträger kann insbesondere Heizelemente, etwa in Form von

mehreren Heizwiderständen, aufweisen und somit dazu eingerichtet sein, als Heizeinrichtung betrieben zu werden. Dadurch lässt sich beispielsweise auf ein im Bereich der Prozesskammer angeordnetes separates Heizsystem für eine Prozesskammer einer
5 PECVD-Anlage, zum Beispiel in Form von Heizelementen oder einer Heizkassette, verzichten. Die PECVD-Anlage kann so einfacher konzipiert sein und zum Beispiel kostengünstiger hergestellt werden.

10 Darüber hinaus kann durch den Betrieb des Werkstückträgers als Heizeinrichtung in der Prozesskammer Bauraum eingespart und infolgedessen die PECVD-Anlage kleiner konzipiert werden. Infolgedessen lässt sich das zu beheizende Volumen und die zu beheizende Masse verringern. Dies ermöglicht eine Verkürzung
15 der zum Erreichen der Prozesstemperatur benötigten Zeit bei gleicher Heizleistung. Damit lässt sich wiederum der Durchsatz durch eine entsprechende PECVD-Anlage erhöhen.

Dabei ist der Werkstückträger neben dem Aufheizen seiner Umgebung in bevorzugter Weise auch zum Erzeugen eines Plasmas aus dem den Werkstückträger umgebenden Prozessgas eingerichtet. Unter dem Begriff des Prozessgases im Sinne der vorliegenden Erfindung ist auch ein Gemisch aus verschiedenen Prozessgasen zu verstehen. Zu dem genannten Zweck kann der Werkstückträger
20 eine Elektrodenanordnung, zum Beispiel in Form von mehreren parallel angeordneten Elektroden, aufweisen, an denen eine hochfrequente elektrische Wechselspannung anlegbar ist. Zur Plasmaerzeugung kann die Polarität der Elektroden mit einer Frequenz von 1 kHz oder mehr, zum Beispiel mit etwa 40 kHz,
25 gewechselt werden. Besonders bevorzugt ist der Werkstückträger dazu eingerichtet, seine Umgebung mithilfe der Elektrodenanordnung, d. h. mithilfe der mehreren Elektroden, aufzuheizen.
30

Somit kann der Werkstückträger vorteilhaft dazu eingerichtet sein, mit nur einer Komponente, nämlich beispielsweise mit der Elektrodenanordnung, das Plasma zu erzeugen und seine Umgebung zu erhitzen. Dies erlaubt eine besonders effiziente Nutzung
5 der Bauteile oder -gruppen des Werkstückträgers.

Zum Beispiel kann der Werkstückträger dazu eingerichtet sein, in einem ersten Betriebsmodus das Plasma aus dem Prozessgas zu erzeugen, vorzugsweise bei einem Anlegen der hochfrequenten
10 elektrischen Wechselspannung an den Werkstückträger. Die hochfrequente elektrische Wechselspannung kann hierbei insbesondere an die mehreren Elektroden angelegt werden. Zusätzlich kann der Werkstückträger dazu eingerichtet sein, in einem zweiten Betriebsmodus seine Umgebung bis auf die Prozesstempe-
15 ratur aufzuheizen, vorzugsweise bei einem Anlegen einer niederfrequenten Wechselspannung an den Werkstückträger. Hierbei kann die Polarität der mehreren Elektroden mit weniger als 1 kHz, zum Beispiel mit 50 Hz, gewechselt werden.

20 Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung und deren Weiterbildungen beschrieben, die jeweils, soweit dies nicht ausdrücklich ausgeschlossen wird, beliebig miteinander sowie mit den im Weiteren beschriebenen Aspekten der Erfindung kombiniert werden können.

25

In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Werkstückträger, insbesondere die Elektrodenanordnung, zum Führen von elektrischem Heizstrom eingerichtet. Ein Heizstrom ist hierbei vorzugsweise ein elektrischer Wechselstrom mit einer Frequenz von
30 weniger als 1 kHz, zum Beispiel mit 50 Hz. In bevorzugter Weise weist ein Heizstrom eine effektive Stromstärke von 90 A oder mehr, zum Beispiel von 120 A, auf. Zweckmäßigerweise umfasst der Werkstückträger dazu wenigstens einen Heizstromkreis. Der Heizstromkreis kann beispielsweise zumindest einen

Teil der Elektrodenanordnung umfassen, d. h. zumindest teilweise aus wenigstens einem Teil der Elektrodenanordnung gebildet sein. Insbesondere kann der wenigstens eine Heizstromkreis eine Gruppe von Elektroden aus den Elektroden der Elektrodenanordnung aufweisen. Dadurch kann eine Erhitzung der Umgebung des Werkstückträgers präzise kontrolliert werden.

Beispielsweise kann die Elektrodenanordnung des Werkstückträgers derart ausgebildet sein, dass bei dem Anlegen einer niederfrequenten Wechselspannung von 145 V (effektive Spannung) an den Werkstückträger ein elektrischer Wechselstrom als Heizstrom durch die Elektrodenanordnung fließt. Insbesondere können die mehreren Elektroden der Elektrodenanordnung derart verschaltet sein, dass durch Anlegen der niederfrequenten Wechselspannung eine Erwärmung der Elektroden auftritt, ohne dass dabei ein Plasma gezündet wird. Dadurch lässt sich die Elektrodenanordnung nicht nur in konventioneller Weise zur Plasmaerzeugung nutzen, sondern auch zum Erreichen der Prozessstemperatur. Die Elektrodenanordnung lässt sich so besonders effizient nutzen und der Werkstückträger besonders bauteilarm - und damit kostengünstig - realisieren.

Konventionelle Werkstückträger sind dagegen nicht zum Führen von Heizstrom geeignet. Ein dort zum Beispiel durch eine Elektrodenanordnung fließender niederfrequenter Wechselstrom würde keine Erwärmung der Elektroden bewirken, da die Elektroden lediglich als Blindwiderstände wirkend würden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Werkstückträger zum, insbesondere parallelen, Führen von elektrischem Wechselstrom in mehreren Stromkreisen eingerichtet. Mit anderen Worten weist der Werkstückträger mehrere, d. h. wenigstens zwei, Stromkreise auf. Die Stromkreise sind zweckmä-

ßigerweise voneinander getrennt. Dabei kann jeder der Stromkreise einen separat ansteuerbaren Heizkreis bilden. Daher können die Stromkreise auch als Heizstromkreis bezeichnet werden. Die Stromkreise werden in bevorzugter Weise zumindest
5 teilweise durch wenigstens einen Teil der Elektrodenanordnung, bevorzugt durch unterschiedliche Gruppen von Elektroden, gebildet. Zweckmäßigerweise sind die Stromkreise zum Anschließen des Werkstückträgers an eine Stromversorgung, zum Beispiel an eine entsprechende Steckeranordnung in Form von Kontaktstiften
10 einer PECVD-Anlage, anschließbar ausgebildet. Durch das Führen von Wechselstrom in mehreren Stromkreisen können zum Erreichen der Prozesstemperatur notwendige Spannungen oder Ströme kleiner gehalten werden. Neben einer Erhöhung der Betriebssicherheit lässt sich so auch die Lebensdauer des Werkstückträgers
15 verlängern. Gleichzeitig ist so eine homogene Erwärmung der Umgebung des Werkstückträgers erreichbar.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der Werkstückträger mehrere parallel angeordnete Elektroden auf, die
20 als elektrische Heizwiderstände dienen. Mit anderen Worten können die Elektroden der Elektrodenanordnung auch als Heizelemente bezeichnete Heizwiderstände bilden. Zweckmäßigerweise sind die Elektroden dabei zum Anschluss an eine Heizspannungsquelle ausgebildet und können dazu eingerichtet sein, den be-
25 reitgestellten niederfrequenten Wechselstrom auf die Elektroden zu verteilen. Dadurch können die Elektroden, zum Beispiel in verschiedenen Betriebsmodi des Werkstückträgers, sowohl zum Erzeugen eines Plasmas als auch zum Aufheizen des Werkstücks genutzt werden.

30

Vorzugsweise sind die Elektroden plattenförmig ausgebildet. Dadurch lässt sich eine besonders gleichmäßige und/oder großflächige Wärmeerzeugung erzielen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist zumindest ein Teil der mehreren Elektroden elektrisch in Reihe geschaltet. Dadurch ist der für die effektive Wärmeerzeugung erforderliche elektrische (Gesamt-)Widerstand leichter erreichbar.

5

Die Elektroden können gruppenweise in Reihe geschaltet sein. Mit anderen Worten können mehrere Gruppen von Elektroden vorgesehen sein, wobei alle Elektroden einer Gruppe in Reihe geschaltet sind. Vorzugsweise bildet jede der Gruppen zumindest einen von mehreren, voneinander getrennten Heizstromkreisen des Werkstückträgers. Dadurch können die Elektroden trotz einer zumindest teilweisen Reihenschaltung zur Erzeugung des Plasmas eingesetzt werden, zum Beispiel durch Anlegen einer hochfrequenten Wechselspannung zwischen Elektroden aus unterschiedlichen Gruppen.

15

Die Elektroden einer Gruppe sind vorzugsweise räumlich getrennt voneinander angeordnet. Besonders bevorzugt sind die Elektroden einer Gruppe untereinander durch Elektroden einer anderen Gruppe getrennt. Mit anderen Worten ist eine Elektrode aus der einen Gruppe vorzugsweise benachbart zu den Elektroden aus der anderen Gruppe angeordnet; besonders bevorzugt ist sie ausschließlich benachbart zu Elektroden aus der anderen Gruppe angeordnet.

20

Die Elektroden einer Gruppe sind vorzugsweise räumlich getrennt voneinander angeordnet. Besonders bevorzugt sind die Elektroden einer Gruppe untereinander durch Elektroden einer anderen Gruppe getrennt. Mit anderen Worten ist eine Elektrode aus der einen Gruppe vorzugsweise benachbart zu den Elektroden aus der anderen Gruppe angeordnet; besonders bevorzugt ist sie ausschließlich benachbart zu Elektroden aus der anderen Gruppe angeordnet.

25

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind benachbarte der mehreren Elektroden voneinander elektrisch isoliert. Mit anderen Worten besteht zwischen benachbarten der mehreren Elektroden keine elektrische Verbindung. Dadurch können benachbarte Elektroden auf unterschiedliche Potenziale gesetzt werden. Es kann insbesondere eine hochfrequente elektrische Wechselspannung derart an benachbarten Elektroden angelegt werden, dass ein Plasma erzeugt wird.

30

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der Werkstückträger eine an einem ersten Ende des Werkstückträgers angeordnete erste Verteileranordnung und eine an einem dem ersten Ende gegenüberliegenden zweiten Ende des Werkstückträgers angeordnete zweite Verteileranordnung auf. Die Verteileranordnungen sind vorzugsweise zur Verteilung von niederfrequenter und hochfrequenter elektrischer Wechselspannung zum Aufheizen des Werkstückträgers bzw. zum Erzeugen des Plasmas eingerichtet. Eine Verteilung von elektrischer Wechselspannung ist
5
10 hierbei vorzugsweise ein Führen von am Werkstückträger bereitgestellter Wechselspannung auf mehrere, parallele Heizstromkreise. Zu diesem Zweck können die Verteileranordnungen beispielsweise eine entsprechende Verschaltung der Elektroden umfassen. Durch die Verteileranordnungen kann der Werkstückträger zum Beispiel leicht an eine standardisierte Stromversorgung
15
angeschlossen werden. Insbesondere kann ein Werkstückträger mit solchen Verteileranordnungen bei Bedarf auch konventionell, d. h. ohne ein Aufheizen des Werkstücks durch den Werkstückträger, genutzt werden.

20

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform verbindet zumindest eine der beiden Verteileranordnungen wenigstens einen Teil der mehreren parallel angeordneten Elektroden elektrisch leitend. Insbesondere kann zumindest eine der beiden Verteileranordnungen
25
zumindest ein Teil der Elektroden in Form von wenigstens einer Reihenschaltung verbinden. Dies erleichtert das Anschließen des Werkstückträgers an eine Strom- und/oder Spannungsversorgung.

30 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der Werkstückträger einen Stromanschluss auf. Der Stromanschluss umfasst vorzugsweise wenigstens vier Kontaktstellen zur elektrischen Kontaktierung des Werkstückträgers. Die Kontaktstellen sind vorzugsweise räumlich voneinander separiert angeordnet,

beispielsweise über die Breite und/oder Höhe des Werkstückträgers verteilt. Dabei können die Kontaktstellen jeweils paarweise mit den Polen einer Wechselspannungsquelle verbindbar ausgebildet sein. Dadurch können wenigstens zwei Heizstromkreise des Werkstückträgers zuverlässig und sicher getrennt voneinander gespeist werden.

Der Stromanschluss ist vorzugsweise an einem ersten Ende des Werkstückträgers angeordnet. Zweckmäßigerweise ist der Stromanschluss Teil der ersten Verteileranordnung. Insbesondere kann der Stromanschluss von der ersten Verteileranordnung gebildet sein. Durch die Anordnung des Stromanschlusses am ersten Ende des Werkstückträgers kann der Werkstückträger zum Beispiel besonders leicht bei Einführen des Werkstückträgers in eine Prozesskammer einer PECVD-Anlage in einen oder mehrere Stromkreise eingebunden werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weisen die Kontaktstellen konische Bohrungen zur Aufnahme von Kontaktstiften auf. Die Kontaktstifte, die gelegentlich auch als Stromlanzen bezeichnet werden, können zum Beispiel Teil einer PECVD-Anlage und zur elektrischen Verbindung des Werkstückträgers mit der PECVD-Anlage vorgesehen sein. Über die Kegelform können die Stifte dabei leicht in die Bohrungen eingeleiten und damit an die jeweils vorgesehene Position geführt werden. Dies ist insbesondere vorteilhaft, wenn der Werkstückträger beim Einführen in eine Prozesskammer der PECVD-Anlage etwas Spiel hat und eine präzise Ausrichtung des Werkstückträgers gegenüber den Stiften nicht immer sichergestellt werden kann.

30

Ein System gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung zur plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidung weist einen Werkstückträger gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung auf. Das

System umfasst in bevorzugter Weise zudem eine mit dem Prozessgas beschickbare Prozesskammer, von welcher der Werkstückträger aufgenommen werden kann. Weiter vorzugsweise umfasst das System wenigstens eine Strom- und/oder Spannungsquelle zur Strom- bzw. Spannungsversorgung des Werkstückträgers. Das System ist dabei in besonders bevorzugter Weise dazu eingerichtet, die Prozesskammer mithilfe des Werkstückträgers zu beheizen. Dazu kann das System dazu eingerichtet sein, den von der Prozesskammer aufgenommenen Werkstückträger als Heizeinrichtung zu betreiben. Ein solches System ist besonders kompakt und energieeffizient auslegbar, insbesondere da kein separates Heizsystem vorgesehen werden muss.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist das System eine Schaltvorrichtung auf, die dazu eingerichtet ist, den Werkstückträger zunächst als Heizeinrichtung zum Aufheizen wenigstens eines vom Werkstückträger getragenen Werkstücks auf eine zur Gasphasenabscheidung vorgesehene Prozesstemperatur und anschließend als Plasmaeinrichtung zum Erzeugen eines Plasmas aus dem den Werkstückträger umgebenden Prozessgas zu betreiben. Die Schaltvorrichtung umfasst zweckmäßigerweise zwei Schalteranordnungen aus jeweils wenigstens einem Schalter. Vorzugsweise ist im Betrieb des Werkstückträgers als Plasmaeinrichtung der wenigstens eine Schalter einer ersten der beiden Schalteranordnungen geschlossen und der wenigstens eine Schalter einer zweiten der beiden Schalteranordnung geöffnet. Entsprechend ist im Betrieb des Werkstückträgers als Heizeinrichtung vorzugsweise der wenigstens eine Schalter der ersten Schalteranordnung geöffnet und der wenigstens eine Schalter der zweiten Schalteranordnung geschlossen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das System (i) eine Plasmaspannungsquelle zur Bereitstellung von hochfre-

quenter elektrischer Wechselspannung zum Betrieb des Werkstückträgers als Plasmaeinrichtung und (ii) wenigstens eine Heizspannungsquelle zur Bereitstellung von niederfrequenter elektrischer Wechselspannung zum Betrieb des Werkstückträgers als Heizeinrichtung auf. Dabei ist die Schaltvorrichtung vorzugsweise dazu eingerichtet, nach Erhitzung des Werkstücks bis auf die Prozesstemperatur die Heizspannungsquelle vom Werkstückträger zu trennen und die Plasmaspannungsquelle mit dem Werkstückträger zu verbinden.

10

Die Schaltvorrichtung weist dazu vorzugsweise eine Steuerungseinrichtung auf. Die Steuerungseinrichtung kann beispielsweise dazu eingerichtet sein, die beiden Schalteranordnungen, insbesondere die Schalter der Schalteranordnungen, zu öffnen und zu schließen. Die Steuerungseinrichtung kann insbesondere dazu eingerichtet sein, bei Vorliegen eines Schaltsignals durch entsprechende Ansteuerung der Schalteranordnungen die Heizspannungsquelle vom Werkstückträger zu trennen und die Plasmaspannungsquelle mit dem Werkstückträger zu verbinden. Das Schaltsignal kann beispielsweise ein von einem Benutzer erzeugtes, über eine Benutzerschnittstelle bereitgestelltes Schaltsignal sein. Alternativ oder zusätzlich kann das Schaltsignal auch von der Steuerungseinrichtung erzeugt werden, beispielsweise wenn eine Temperatur des Werkstückträgers oder seiner Umgebung die Prozesstemperatur erreicht oder überschreitet. Zu diesem Zweck kann die Steuerungseinrichtung mit einem Temperatursensor verbunden sein, der zum Ermitteln oder zumindest zum Abschätzen der Werkstückträger- oder Umgebungstemperatur eingerichtet ist.

25
30

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Schaltvorrichtung dazu eingerichtet, den Werkstückträger (i) beim Betrieb als Plasmaeinrichtung in einen Plasmastromkreis und (ii) beim Betrieb als Heizeinrichtung in wenigstens einen

Heizstromkreis zu integrieren. Zu diesem Zweck ist die Schalteranordnung vorzugsweise dazu eingerichtet, einen ersten Pol der Plasmaspannungsquelle mit Elektroden zu verbinden, die Teil des wenigstens einen Heizstromkreises bei Betrieb des Werkstückträgers als Heizeinrichtung sind. Die Schalteranordnung ist vorzugsweise zudem dazu eingerichtet, einen zweiten Pol der Plasmaspannungsquelle mit Elektroden zu verbinden, die nicht Teil des ersten Heizstromkreises sind, sondern bevorzugt Teil eines zweiten, getrennten Heizstromkreises. Dadurch können die Elektroden auf zwei unterschiedliche Potenziale gebracht werden.

Bei einem Betriebsverfahren gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung für ein System zur plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidung wird ein Werkstückträger zunächst als Heizeinrichtung zum Aufheizen wenigstens eines vom Werkstückträger getragenen Werkstücks auf eine zur Gasphasenabscheidung vorgesehene Prozesstemperatur und anschließend als Plasmaeinrichtung zum Erzeugen eines Plasmas aus einem den Werkstückträger umgebenden Prozessgas betrieben. Mit diesem Betriebsverfahren lässt sich insbesondere ein System gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung vorteilhaft betreiben.

Beim Betrieb als Heizeinrichtung wird an den Werkstückträger vorzugsweise eine niederfrequente Wechselspannung mit weniger als 1 kHz zum Beispiel bei 145 V (effektive Spannung) angelegt, sodass ein Wechselstrom mit einer effektiven Stromstärke von 90 A oder mehr, insbesondere etwa 120 A, fließt. Beim Betrieb als Plasmaeinrichtung wird an den Werkstückträger vorzugsweise eine hochfrequente Wechselspannung mit 1 kHz oder mehr, insbesondere etwa 40 kHz, zum Beispiel bei 800 V bis 1000 V (effektive Spannung) angelegt, sodass ein Wechselstrom mit einer effektiven Stromstärke von weniger als 90 A, insbesondere etwa 75 A, fließt

Im Weiteren wird die Erfindung anhand von Figuren näher erläutert. Soweit zweckdienlich, sind hierin gleich wirkende Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die Erfindung ist nicht auf die in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt – auch nicht in Bezug auf funktionale Merkmale. Die bisherige Beschreibung wie auch die nachfolgende Figurenbeschreibung enthalten zahlreiche Merkmale, die in den abhängigen Unteransprüchen teilweise zu mehreren zusammengefasst wiedergegeben sind. Diese Merkmale wie auch alle übrigen oben und in der nachfolgenden Figurenbeschreibung offenbarten Merkmale wird der Fachmann jedoch auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfügen. Insbesondere sind alle genannten Merkmale jeweils einzeln und in beliebiger geeigneter Kombination mit dem Werkstückträger gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung, dem System gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung und dem Betriebsverfahren gemäß dem dritten Aspekt der Erfindung kombinierbar.

Es zeigen, zumindest teilweise schematisch:

Fig. 1 ein Beispiel eines Werkstückträgers für ein System zur plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidung;

Fig. 2 ein erstes Ende des Werkstückträgers aus Figur 1;

Fig. 3 ein Beispiel von zwei Stromkreisen eines Werkstückträgers;

Fig. 4 ein Beispiel eines Systems zur plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidung; und

Fig. 5 ein Beispiel eines Betriebsverfahrens für ein System zur plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidung.

5 **Figur 1** zeigt ein Beispiel eines Werkstückträgers 1 für ein System zur plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidung (PECVD), der zum Erzeugen eines Plasmas aus einem den Werkstückträger umgebenden Prozessgas sowie zum Aufheizen einer Umgebung des Werkstückträgers 1 auf eine zur Gasphasenabscheidung
10 vorgesehene Prozesstemperatur eingerichtet ist.

Der Werkstückträger 1 weist vorzugsweise eine Elektrodenanordnung 2 auf, mit deren Hilfe sowohl das Plasma erzeugbar als auch die Umgebung des Werkstückträgers 1 aufheizbar ist. Da
15 somit eine Komponente des Werkstückträgers 1 zwei Funktionen übernimmt, kann in einer PECVD-Anlage auf entsprechende Bauteile- oder Gruppen verzichtet und die Anlage daher kompakt und kostengünstig realisiert werden.

20 Die Elektrodenanordnung 2 umfasst vorzugsweise mehrere Elektroden 2a, 2b, von denen aus Gründen der Übersichtlichkeit nur zwei mit einem Bezugszeichen versehen sind. Die Elektroden 2a, 2b sind im gezeigten Beispiel parallel zueinander und in einer Längsrichtung L angeordnet. In einem ersten Betriebsmodus, in
25 dem der Werkstückträger 1 als Heizeinrichtung zum Aufheizen der Umgebung des Werkstückträgers 1 bis auf die Prozesstemperatur betrieben wird, können die Elektroden 2a, 2b als elektrische Heizwiderstände dienen. In einem zweiten Betriebsmodus, in dem der Werkstückträger 1 als Plasmaeinrichtung zum Erzeu-
30 gen des Plasmas aus dem Prozessgas betrieben wird, können die Elektroden 2a, 2b zu Erzeugung elektrischer Felder, insbesondere hochfrequenter elektrischer Wechselfelder, dienen.

Die Elektrodenanordnung 2 des Werkstückträgers 1 ist vorzugsweise über eine erste Verteileranordnung 3a zum Anschluss an eine Strom- und/oder Spannungsquelle eingerichtet. Die erste Verteileranordnung 3a kann beispielsweise einen Stromanschluss
5 umfassen, der zweckmäßigerweise wenigstens vier, im vorliegenden Beispiel sechs, Kontaktstellen 4 zur elektrischen Kontaktierung des Werkstückträgers 1 aufweist. Die Kontaktstellen 4 können zum Beispiel beim Einführen des Werkstückträgers 1 in eine Prozesskammer einer PECVD-Anlage mit auch als Stromlanzen
10 bezeichneten Kontaktstiften, die an einer Rückwand der Prozesskammer angeordnet sind, in Kontakt gebracht werden. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist nur eine der Kontaktstellen 4 mit einem Bezugszeichen versehen.

15 Die Verteilung von über die Kontaktstellen 4 an der Elektrodenanordnung 2 bereitgestelltem Strom oder bereitgestellter Spannung auf die Elektroden 2a, 2b wird zweckmäßigerweise mithilfe einer zweiten Verteileranordnung 3b realisiert. Dazu kann die erste Verteileranordnung 3a an einem ersten Ende 1a
20 des Werkstückträgers 1 und die zweite Verteileranordnung 3b an einem zweiten Ende 1b des Werkstückträgers 1 angeordnet sein. Das zweite Ende 1b liegt dem ersten Ende 1a in der Längsrichtung L gegenüber. Gleiches gilt dann entsprechend auch für die Verteileranordnungen 3a, 3b. Eine derartige Anordnung der Verteileranordnungen 3a, 3b erlaubt eine Verschaltung der Elektrodenanordnung 2 in der Weise, dass gleichzeitig benachbarte Elektroden voneinander elektrisch isoliert sind und zumindest ein Teil der Elektroden 2a, 2b, insbesondere zumindest zwei
25 Gruppen von Elektroden 2a, 2b, in Reihe geschaltet sind, wie
30 im Zusammenhang mit Figur 3 ausführlicher erläutert wird.

Insbesondere können die Elektroden 2a, 2b durch die Verteileranordnungen 3a, 3b derart elektrisch miteinander verschaltet sein, dass alle Elektroden 2a, 2b des Werkstückträgers 1 in

einen oder mehrere Heizstromkreise zum Führen eines niederfrequenten Wechselstroms integrierbar sind. Gleichzeitig sind die Elektroden 2a, 2b durch die Verteileranordnungen 3a, 3b auch derart elektrisch miteinander verschaltet, dass alle Elektroden 2a, 2b des Werkstückträgers 1 in einen Plasmastromkreis zum Führen eines hochfrequenten Wechselstroms integrierbar sind.

Zum Einführen des Werkstückträgers 1 in eine Prozesskammer einer PECVD-Anlage weist der Werkstückträger 1 in bevorzugter Weise zwei in Längsrichtung L ausgerichtete Laufschienen 5 auf, die zum Beispiel auf entsprechenden Laufrollen in der Prozesskammer laufen können. Im vorliegenden Beispiel sind die Laufschienen 5 gewichtssparend als Rohre ausgebildet. Die Elektrodenanordnung 2 wird dabei von Füßen 6 auf den Laufschienen 5 abgestützt, wobei die Füße 6 gegenüber den Elektroden 2a, 2b elektrisch isoliert und an den Laufschienen 5 befestigt sind. Im vorliegenden Beispiel sind die Füße 6 klemmend an den Laufschienen 5 befestigt, was ein Auswechseln der Laufschienen 5 erleichtern kann.

Figur 2 zeigt das erste Ende 1a des Werkstückträgers 1 aus Figur 1. Darin ist die Verschaltung der Elektroden 2a, 2b der Elektrodenanordnung 2 durch die erste Verteileranordnung 3a erkennbar.

Die erste Verteileranordnung 3a weist im gezeigten Beispiel mehrere elektrisch leitfähige Leitelemente 7 auf, die sich in zwei Reihen 8a, 8b quer zur in Figur 1 angezeigten Längsrichtung, nämlich vorzugsweise über die gesamte Breite des Werkstückträgers 1, insbesondere der Elektrodenanordnung 2, erstrecken. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind nur einige der Leitelemente 7 mit einem Bezugszeichen versehen.

Im gezeigten Beispiel werden Elektroden 2a einer ersten Gruppe von Leitelementen 7 aus der oberen Reihe 8a kontaktiert, während Elektroden 2b einer zweiten Gruppe von Leitelemente 7 aus der unteren Reihe 8b kontaktiert werden. Die Elektroden 2a der ersten Gruppe und die Elektroden 2b der zweiten Gruppe sind dabei quer zur Längsrichtung (siehe Figur 1) abwechselnd angeordnet. D. h. eine Elektrode 2a der ersten Gruppe ist immer benachbart zu Elektroden 2b der zweiten Gruppe angeordnet und andersherum. Mit anderen Worten sind die Elektroden 2a der ersten Gruppe bis auf eine Randelektrode immer zwischen zwei Elektroden 2b der zweiten Gruppe angeordnet und andersherum. Dadurch lassen sich verschiedene Stromkreise im Werkstückträger ausbilden und die Elektroden 2a, 2b je nach Bestromung der Stromkreise oder angelegter Spannung sowohl zur Erzeugung eines Plasmas als auch zur Erhitzung von Werkstückträgern einsetzen.

Zwischen einigen Leitelementen 7 sind elektrisch isolierende Isolierelemente 9 angeordnet, um einen Kurzschluss der Stromkreise zu vermeiden. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind nur einiger der Isolierelemente 9 mit einem Bezugszeichen versehen.

Die Leitelemente 7 können beispielsweise als Graphitblöcke ausgebildet sein. Die Isolierelemente 9 können beispielsweise als Keramikplatten ausgebildet sein. Die Leitelemente 7 und die Isolierelemente 9 weisen zweckmäßigerweise jeweils wenigstens eine Befestigungsbohrung (nicht gezeigt) in Form eines Durchgriffs auf, die von wenigstens einem, vorzugsweise aus einem isolierenden Material gefertigten, Befestigungsmittel 10 zur Befestigung der ersten Verteileranordnung 3a durchgriffen ist. Das Befestigungsmittel 10 kann beispielsweise als Schraube oder Gewindestange ausgebildet und, wie beispielhaft

in Figur 2 gezeigt, mithilfe einer oder mehrerer Muttern gesichert sein.

Ebenfalls gut sichtbar in Figur 2 sind die Kontaktstellen 4 des Stromanschlusses, die vorzugsweise am ersten Ende 1a des Werkstückträgers 1 angeordnet sind. Die Kontaktstellen 4 können insbesondere an Leitelementen 7 der ersten Verteileranordnung 3a vorgesehen sein. Die Kontaktstellen 4 weisen vorzugsweise konische Bohrungen 11 auf, in welche beispielsweise die Kontaktstifte in einer Prozesskammer eingreifen können. Insbesondere können die Kontaktstellen 4 als konische Bohrungen 11 in Leitelementen 7 der ersten Verteileranordnung 3a ausgebildet sein. Auch hier sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht alle Kontaktstellen 4 und Bohrungen 11 mit einem Bezugszeichen bezeichnet.

Die in Figur 2 nicht sichtbare zweite Verteileranordnung am zweiten Ende des Werkstückträgers ist vorzugsweise zur ersten Verteileranordnung 3a korrespondierend aufgebaut. Die zweite Verteileranordnung weist zweckmäßigerweise ebenfalls Leitelemente 7 und Isolierelemente 9 auf, die in parallel verlaufenden Reihen angeordnet sind. Die Leitelemente 7 und Isolierelemente 9 können dabei insbesondere derart angeordnet sein, dass sich die nachfolgend in Figur 3 beschriebenen Stromkreise ausbilden.

Figur 3 zeigt ein Beispiel zweier Stromkreise 12 eines Werkstückträgers, der eine Elektrodenanordnung 2 mit mehreren Elektroden 2a, 2b und zwei Verteileranordnungen 3a, 3b aufweist, die an einem ersten Ende 1a und an einem dem ersten Ende gegenüberliegenden zweiten Ende 1b des Werkstückträgers angeordnet sind (siehe Figur 1). Beide Stromkreise 12 werden hierbei wenigstens aus einer ersten Gruppe von Elektroden 2a

und den Verteileranordnungen 3a, 3b des Werkstückträgers gebildet. Die Elektroden 2a der ersten Gruppe sind dabei über Leitelemente 7 der ersten und zweiten Verteileranordnungen 3a, 3b elektrisch in Reihe geschaltet.

5

Jeder der Stromkreise 12 verläuft von einer Kontaktstelle 4 eines Stromanschlusses der ersten Verteileranordnung 3a zu einer anderen Kontaktstelle 4 des Stromanschlusses. Im hier gezeigten Beispiel verlaufen die Stromkreise 12 jeweils von einer äußeren Kontaktstelle 4 zu einer mittleren Kontaktstelle 4, wobei sich beide Stromkreise 12 dabei die mittlere Kontaktstelle 4 teilen. Über die Kontaktstellen 4 kann der Werkstückträger mit wenigstens einer Strom- und/oder Spannungsquelle verbunden werden.

15

Die Elektroden 2a der ersten Gruppe sind vorzugsweise jeweils von einem Leitelement 7 der ersten Verteileranordnung 3a und einem Leitelement 7 der zweiten Verteileranordnung 3b kontaktiert. Die die Elektroden 2a der ersten Gruppe kontaktierenden Leitelemente 7 der ersten und zweiten Verteileranordnung 3a, 3b sind dabei in zwei oberen Reihen 8a angeordnet (siehe Figur 2). An einer Kontaktstelle 4 bereitgestellter elektrischer Strom fließt somit mäandernd durch den Werkstückträger, insbesondere durch die Elektrodenanordnung 2. mit anderen Worten fließt bereitgestellter elektrischer Strom in jedem der Stromkreise 12 zwischen dem ersten Ende 1a und dem zweiten Ende 1b des Werkstückträgers hin und her.

25

Die Elektroden 2b einer zweiten Gruppe sind vorzugsweise analog zu den Elektroden 2a der ersten Gruppe über Leitelemente (nicht gezeigt) der ersten und zweiten Verteileranordnung 3a, 3b verschaltet, nämlich elektrisch in Reihe. Die die Elektroden 2b der zweiten Gruppe kontaktierenden Leitelemente können dabei in unteren Reihen (siehe Figur 2) angeordnet sein, so

30

dass die erste und zweite Gruppe separat voneinander elektrisch kontaktierbar ist. Die Elektroden 2b der zweiten Gruppe bilden zusammen mit den zwei Verteileranordnungen 3a, 3b vorzugsweise zwei weitere Stromkreise (nicht gezeigt). Bei
5 anschließen einer Heizspannungsquelle, zum Beispiel einer Wechselspannungsquelle zur Bereitstellung niederfrequenter Wechselspannung, können die Elektroden 2a, 2b in den insgesamt vier Stromkreisen als Heizwiderstände genutzt werden. Die Stromkreise 12 können daher auch als Heizstromkreise bezeichnet
10 werden.

Wie in Figur 3 gezeigt sind die Elektroden 2a der ersten Gruppe und die Elektroden 2b der zweiten Gruppe in der gezeigten Draufsicht abwechselnd nebeneinander angeordnet. Wenn die
15 Elektroden 2a der ersten Gruppe und die Elektroden 2b der zweiten Gruppe mit hoher Frequenz auf unterschiedliche Potentiale gebracht werden, können zwischen den Elektroden 2a, 2b hochfrequente elektrische Felder und damit auch ein Plasma in einem den Werkstückträger umgebenden Prozessgas erzeugt werden. Dazu kann beispielsweise eine hochfrequente Wechselspannung zwischen den Kontaktstellen 4, die an Leitelementen 7 der ersten Verteileranordnung 3a aus der oberen Reihe 9a vorgesehen sind, und Kontaktstellen, die an Leitelementen der ersten Verteileranordnung aus der unteren Reihe vorgesehen sind, angelegt werden. Durch diese Kontaktierung können die mehreren
20 (Heiz-)Stromkreise 12 Teil eines Plasmastromkreises werden.

Figur 4 zeigt ein Beispiel eines Systems 50 zur plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidung. Das System 50 weist
30 eine Schaltvorrichtung 51 mit mehreren Schalteranordnungen 52a, 52b, eine Plasmaspannungsquelle 53 zum Bereitstellen hochfrequenter elektrischer Wechselspannung, wenigstens eine Heizspannungsquelle 54 zum Bereitstellen niederfrequenter elektrischer Wechselspannung und einen Werkstückträger 1 auf.

Der Werkstückträger 1 ist vorzugsweise sowohl zum Erzeugen eines Plasmas aus einem den Werkstückträger 1 umgebenden Prozessgas sowie zum Aufheizen der Umgebung des Werkstückträgers 1 auf eine zur Gasphasenabscheidung vorgesehene Prozesstemperatur eingerichtet. Das System 50 weist dazu zweckmäßigerweise auch eine Prozesskammer zur Aufnahme des Werkstückträgers 1, ein Gaseinspeisungssystem zum Einleiten des Prozessgases in die Prozesskammer sowie ein Gasausleitungssystem zum Erzeugen eines Vakuums in der Prozesskammer auf. Diese
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995

letzten genannten Komponenten sind aus Gründen der Übersichtlichkeit in Figur 4 nicht dargestellt.

Das System 50 ist in bevorzugter Weise derart ausgebildet, dass bei der Aufnahme des Werkstückträgers 1 in der Prozesskammer eine elektrische Verbindung zwischen der Plasmaspannungsquelle 53 oder der wenigstens einen Heizspannungsquelle 54 und dem Werkstückträger 1, und zwar bevorzugt über die Schaltvorrichtung 51, hergestellt wird. Der Werkstückträger 1 kann zu diesem Zweck beispielsweise einen Stromanschluss mit mehreren Kontaktstellen 4 aufweisen, die durch in der Prozesskammer angeordnete Kontaktstifte kontaktierbar sind. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist nur eine der Kontaktstellen 4 mit einem Bezugszeichen versehen.

Die Schaltvorrichtung 51 ist vorzugsweise dazu eingerichtet, zunächst die wenigstens eine Stromquelle 54 mit dem von der Prozesskammer aufgenommenen Werkstückträger 1 elektrisch zu verbinden, beispielsweise durch Schließen einer ersten Schalteranordnung 52a. Die Schaltvorrichtung 51 kann insbesondere dazu eingerichtet sein, durch Herstellen dieser elektrischen Verbindung den Werkstückträger 1 in wenigstens einen Heizstromkreis zum Führen von niederfrequenten Wechselstrom zu integrieren.

Die Schaltvorrichtung 51 kann beispielsweise derart ausgebildet sein, dass bei Schließen der ersten Schalteranordnung 52a (i) niederfrequenter elektrischer Wechselstrom zwischen zwei Polen 54a, 54b der wenigstens einen Heizspannungsquelle 54 durch eine erste Gruppe von Elektroden 2a einer Elektrodenanordnung des von der Prozesskammer aufgenommenen Werkstückträgers 1 und (ii) niederfrequenter elektrischer Wechselstrom zwischen zwei weiteren Polen 54c, 54d der wenigstens einen Heizspannungsquelle 54 durch eine zweite Gruppe von Elektroden 2b der Elektrodenanordnung fließt. Wie in Figur 4 gut erkennbar ist, sind die Elektroden 2a, 2b einer Gruppe jeweils elektrisch in Reihe geschaltet. Mit der im gezeigten Beispiel gezeigten Verschaltung und dadurch, dass zwei Pole 54a und 54c vorgesehen sind, werden vorliegend vier Heizstromkreise realisiert.

Da die Elektroden 2a, 2b bei geschlossener erster Schalteranordnung 52a als Heizwiderstände wirken können, ist der Werkstückträger 1 daher in einem ersten Betriebsmodus als Heizeinrichtung betreibbar.

Die Schaltvorrichtung 51 ist vorzugsweise des Weiteren dazu eingerichtet, die Heizspannungsstromquelle 54 vom von der Prozesskammer aufgenommenen Werkstückträger 1 zu trennen und dafür die Plasmaspannungsquelle 53 elektrisch mit dem Werkstückträger 1 zu verbinden, beispielsweise durch Öffnen der ersten Schalteranordnung 52a und Schließen einer zweiten Schalteranordnung 52b. Die Schaltvorrichtung 51 kann insbesondere dazu eingerichtet sein, durch Herstellen dieser elektrischen Verbindung den Werkstückträger 1 in einen Plasmastromkreis zum Führen von hochfrequentem Wechselstrom zu integrieren.

Die Schaltvorrichtung 51 kann beispielsweise derart ausgebildet sein, dass bei Schließen der zweiten Schalteranordnung 52b

eine hochfrequente elektrische Wechselspannung zwischen den Elektroden 2a der ersten Gruppe und den Elektroden 2b der zweiten Gruppe anliegt. Zu diesem Zweck kann die Schaltvorrichtung 51 insbesondere derart ausgebildet sein, dass bei
5 Schließen der zweiten Schalteranordnung 52b ein erster Pol 53a der Plasmaspannungsquelle 53 mit den Elektroden 2a der ersten Gruppe und ein zweiter Pol 53b mit den Elektroden 2b der zweiten Gruppe verbindbar ist.

10 Da die Elektroden 2a der ersten Gruppe und die Elektroden 2b der zweiten Gruppe wie in Figur 4 gezeigt abwechselnd angeordnet sind und bei geschlossener zweiter Schalteranordnung 52b somit hochfrequente elektrische Felder zur Erzeugung eines Plasma erzeugen können, ist der Werkstückträger 1 daher in ei-
15 nem zweiten Betriebsmodus als Plasmaeinrichtung betreibbar.

Figur 5 zeigt ein Beispiel eines Betriebsverfahrens 100 für ein System zur plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidung.

20

In einem Verfahrensschritt S1 wird ein Werkstückträger des Systems zunächst als Heizeinrichtung zum Aufheizen einer Umgebung des Werkstückträgers auf eine zur Gasphasenabscheidung vorgesehene Prozesstemperatur erhitzt. Zu diesem Zweck kann
25 beispielsweise eine erste Schalteranordnung einer Schaltvorrichtung geschlossen werden, um wenigstens eine Heizspannungsquelle zum Bereitstellen einer niederfrequenten Wechselspannung mit dem Werkstückträger elektrisch zu verbinden. Insbesondere kann dadurch der Werkstückträger in einen wenigstens
30 einen Heizstromkreis integriert werden, sodass niederfrequenter elektrischer Wechselstrom als Heizstrom durch mehrere, in jedem Stromkreis in Reihe geschaltete Elektroden einer Elektrodenanordnung des Werkstückträgers fließt.

In einem weiteren Verfahrensschritt S2 kann geprüft werden, ob eine Temperatur des Werkstückträgers oder seiner Umgebung eine vorgegebene Prozesstemperatur erreicht oder überschritten hat. Zweckmäßigerweise wird dazu ein von einem Temperatursensor erzeugtes Temperatursignal von einer Steuerungseinrichtung der Schaltvorrichtung verarbeitet. In Abhängigkeit eines Ergebnisses der Prüfung, zum Beispiel wenn die Prozesstemperatur erreicht oder überschritten ist, wird in einem weiteren Verfahrensschritt S3 vorzugsweise der Werkstückträger als Plasmaeinrichtung zum Erzeugen eines Plasmas aus einem den Werkstückträger umgebenden Prozessgas betrieben. Wenn die Prozesstemperatur (noch) nicht erreicht oder überschritten ist, kann der Werkstückträger weiter in Verfahrensschritt S1 als Heizeinrichtung verwendet werden.

15

Im Verfahrensschritt S3 kann beispielsweise die erste Schalteranordnung geöffnet und eine zweite Schalteranordnung der Schaltvorrichtung geschlossen werden, um die wenigstens eine Heizspannungsquelle vom Werkstückträger zu trennen und dafür eine Plasmaspannungsquelle zum Bereitstellen einer hochfrequenten Wechselspannung mit dem Werkstückträger elektrisch zu verbinden. Insbesondere kann dadurch der Werkstückträger in einen Plasmastromkreis integriert werden, sodass die hochfrequenter Wechselspannung zur Erzeugung eines Plasmas zwischen zwei Elektrodengruppen anliegt.

25

Bezugszeichenliste

	1	Werkstückträger
	1a, 2b	Ende
5	2	Elektrodenanordnung
	2a, 2b	Elektrode
	3a, 3b	Verteileranordnung
	4	Kontaktstelle
	5	Laufschiene
10	6	Fuß
	7	Leitelement
	8a, 8b	Reihe
	9	Isolierelement
	10	Befestigungsmittel
15	11	Bohrung
	12	Stromkreis
	50	System
	51	Schaltvorrichtung
20	52a, 52b	Schalteranordnung
	53	Plasmaspannungsquelle
	53a, b	Pol
	54	Heizspannungsquelle
	54a-d	Pol
25		
	100	Betriebsverfahren
	S1-S3	Verfahrensschritt

Patentansprüche

1. Werkstückträger (1) für ein System (50) zur plasmaunter-
stützten chemischen Gasphasenabscheidung, wobei der Werk-
stückträger (1) zum Erzeugen eines Plasmas aus einem den
5 Werkstückträger (1) umgebenden Prozessgas eingerichtet ist,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Werkstückträger (1) zum Aufheizen einer Umgebung
des Werkstückträgers (1) auf eine zur Gasphasenabscheidung
10 vorgesehene Prozesstemperatur eingerichtet ist.
2. Werkstückträger (1) nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Werkstückträger (1) zum Führen von elektrischem
Heizstrom eingerichtet ist.
- 15 3. Werkstückträger (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Werkstückträger (1) zum Führen von elektrischem
Wechselstrom in mehreren Stromkreisen (12) eingerichtet
ist.
- 20 4. Werkstückträger (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
mehrere parallel angeordnete Elektroden (2a, 2b), die als
elektrische Heizwiderstände dienen.
5. Werkstückträger (1) nach Anspruch 4,
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zumindest ein Teil der mehreren Elektroden (2a, 2b)
elektrisch in Reihe geschaltet ist.

6. Werkstückträger (1) nach einem der Ansprüche 4 oder 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass benachbarte der mehreren Elektroden (2a, 2b) voneinan-
der elektrisch isoliert sind.
- 5 7. Werkstückträger (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
eine an einem ersten Ende (1a) des Werkstückträgers (1) an-
geordnete erste Verteileranordnung (3a) und eine an einem
dem ersten Ende (1a) gegenüberliegenden zweiten Ende (1b)
10 des Werkstückträgers (1) angeordnete zweite Verteileranord-
nung (3b), welche zur Verteilung von niederfrequenter und
hochfrequenter elektrischer Wechselspannung zum Aufheizen
der Umgebung des Werkstückträgers (1) bzw. zum Erzeugen des
Plasmas eingerichtet sind.
- 15 8. Werkstückträger (1) nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zumindest eine der beiden Verteileranordnungen (3a,
3b) wenigstens einen Teil von mehreren parallel angeordne-
ten Elektroden (2a, 2b) elektrisch leitend miteinander ver-
20 bindet.
9. Werkstückträger (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
einen Stromanschluss, der wenigstens vier räumlich sepa-
rierte Kontaktstellen (4) zur elektrischen Kontaktierung
25 des Werkstückträgers (1) aufweist.
10. Werkstückträger (1) nach Anspruch 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Kontaktstellen (4) konische Bohrungen (11) zur
Aufnahme von Kontaktstiften aufweisen.

11. System (50) zur plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidung mit einem Werkstückträger (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche und einer mit wenigstens einem Prozessgas beschickbaren Prozesskammer zur Aufnahme des Werkstückträgers.
12. System (50) nach Anspruch 11,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
eine Schaltvorrichtung (51), die dazu eingerichtet ist, den Werkstückträger (1) zunächst als Heizeinrichtung zum Aufheizen einer Umgebung des Werkstückträgers (1) auf eine zur Gasphasenabscheidung vorgesehene Prozesstemperatur und anschließend als Plasmaeinrichtung zum Erzeugen eines Plasmas aus einem den Werkstückträger (1) umgebenden Prozessgas zu betreiben.
13. System (50) nach Anspruch 12,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
- eine Plasmaspannungsquelle (53) zur Bereitstellung von hochfrequenter elektrischer Wechselspannung zum Betrieb des Werkstückträgers (1) als Plasmaeinrichtung und
- wenigstens eine Heizspannungsquelle (54) zur Bereitstellung von niederfrequenter elektrischer Wechselspannung zum Betrieb des Werkstückträgers (1) als Heizeinrichtung, wobei die Schaltvorrichtung (51) dazu eingerichtet ist, nach Erhitzung der Umgebung des Werkstückträgers (1) auf die Prozesstemperatur die wenigstens eine Heizspannungsquelle (54) vom Werkstückträger (1) zu trennen und die Plasmaspannungsquelle (53) mit dem Werkstückträger (1) zu verbinden.
14. System (50) nach einem der Ansprüche 11 oder 12,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Schaltvorrichtung (51) dazu eingerichtet ist, den Werkstückträger (1)

- beim Betrieb als Plasmaeinrichtung in einen einzigen Stromkreis und
- 5 - beim Betrieb als Heizeinrichtung in wenigstens zwei parallele Stromkreise (12) zu integrieren.

15. Betriebsverfahren (100) für ein System (50) zur plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidung, bei dem ein Werkstückträger (1) zunächst als Heizeinrichtung zum Aufheizen einer Umgebung des Werkstückträgers (1) auf eine zur Gasphasenabscheidung vorgesehene Prozesstemperatur (S1) und
- 10 anschließend als Plasmaeinrichtung zum Erzeugen eines Plasmas aus einem den Werkstückträger (1) umgebenden Prozessgas (S3) betrieben wird.