DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) Wirtschaftspatent

(19) DD (11) 271 827 A3

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2 Patentgesetz

4(51) C 23 C 14/54
C 23 C 14/56

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21)	WP C 23 C / 311 303 4	(22)	24.12.87	(45)	20.09.89

(71) Forschungsinstitut Manfred von Ardenne, Zeppelinstraße 7, Dresden, 8051, DD
(72) Vetters, Peter, Dipl.-Ing.; Melde, Christian, Dipl.-Phys.; Schönberg, Joachim; Metzner, Christoph, Dipl.-Phys., DD

(54) Einrichtung zum stabilen Betrieb mehrerer Plasmatrons zum Hochratezerstäuben

(55) Plasmatron, DC-Hochratezerstäuben, Verschleißschutzschichten, Werkzeuge, Plasma-Emissions-Monitor, Reaktivgas, Meßsystem

(57) Die Einrichtung zum stabilen Betrieb mehrerer Plasmatrons beim DC-Hochratezerstäuben dient zum Aufbringen von Verschleißschutzschichten auf Werkzeugen und anderen Gegenständen. Erfindungsgemäß ist jedem Plasmatron ein Meßsystem zugeordnet, welches über Haltestufen mit einer Überlagerungseinrichtung verbunden ist; ebenso wie die Umschalteinrichtung der Stromversorgung über Steuerstufen angeschlossen ist. Der Ausgang der Überlagerungseinrichtung führt über einen Plasma-Emissions-Monitor zum Ventil für den Reaktivgaseinlaß.

ISSN 0433-6461

4 Seiten

Patentanspruch:

Einrichtung zum stabilen Betrieb mehrerer Plasmatrons beim DC-Hochratezerstäuben, bestehend aus einem Plasma-Emissions-Monitor mit Meßsystem zur Umwandlung eines optischen Signals in ein elektrisches Signal und einer gemeinsamen Stromversorgung mit einer Umschalteinrichtung zum Pulsbetrieb der Plasmatrons, **dadurch gekennzeichnet,** daß jedem Plasmatron (1) ein Meßsystem (9) zugeordnet ist, deren Ausgänge über Haltestufen (10) an eine Überlagerungseinrichtung (11) angeschlossen sind, daß die Umschalteinrichtung (6) über Steuerstufen (12) mit Überlagerungseinrichtung (11) verbunden ist und daß an der Überlagerungseinrichtung (11) ausgangsseitig der Plasma-Emissions-Monitor (4) und das Ventil (3) für den Reaktivgaseinlaß angeschlossen ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Einrichtung dient der Einstellung und Aufrechterhaltung eines stabilen Betriebes beim reaktiven DC-Hochratezerstäuben mit mehreren im Pulsbetrieb arbeitenden Plasmatrons. Vorzugsweise findet sie Anwendung beim Aufbringen von Schichten zur Standzeiterhöhung auf Werkzeugen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Beim reaktiven DC-Hochratezerstäuben ist es zur Erzielung der gewünschten Schichteigenschaften wichtig, die Reaktivgasmenge richtig zu dosieren.
Es wurde daher vorgeschlagen, die effektive Saugleistung der Vakuumpumpe und die eingelassene Reaktivgasmenge derart aufeinander abzustimmen, daß die abgesaugte Reaktivgasmenge < 20% der eingelassenen Reaktivgasmenge ist. Die Reaktivgasströmung aus dem Target-Substratraum in Richtung der Vakuumpumpe wird durch einen spaltförmigen Kanal reduziert. Die Regelung des Reaktivgasflusses erfolgt mittels Plasma-Emissions-Monitor. (WP 260950)
Bei dem Aufbringen von Verschleißschutzschichten, vorzugsweise auf Werkzeuge, werden mindestens zwei Plasmatrons eingesetzt, wobei die Beschichtungsrate und Plasmaeinwirkung zwischen Null und einem Maximum periodisch gepulst werden (WP 262246). Die Plasmatrons werden dabei meist von einer gemeinsamen Stromversorgungseinrichtung zeitmultiplex gepulst betrieben.
Durch diese Pulsung ergibt sich die Schwierigkeit, daß sich bei der Einstellung und Aufrechterhaltung eines stabilen Arbeitspunktes bezüglich des Reaktivgashaushaltes kein stabiler Betrieb einstellen läßt, weil bei Anordnung nur eines Meßsystems und Einsatz eines Plasma-Emissions-Monitors infolge der Pulsung sich ständig die Emissionswerte verändern. Eine Regelung des Gashaushaltes war bisher in solchen Fällen nicht möglich. Es wurde deshalb mitunter ohne Regelung mit konstantem Reaktivgaseinlaß gearbeitet. Dadurch sind aber Schichten mit hohen Güteanforderungen nicht herstellbar.
Ein Parallelbetrieb von mehreren Gaseinlaßregelkreisen mit mehreren Meßsystemen, Plasma-Emissions-Monitoren und Gaseinlaßventilen scheidet wegen der gemeinsamen Regelstrecke (Rezipient) und der damit sich zwangsläufig ergebenden nicht beherrschbaren Verkopplung aus.

Ziel der Erfindung

Es sind die Mängel der bekannten Verfahren und Einrichtungen zu vermeiden, um einen stabilen Betrieb, der zur Erzielung hoher Qualität der Schichten Voraussetzung ist, zu gewährleisten.

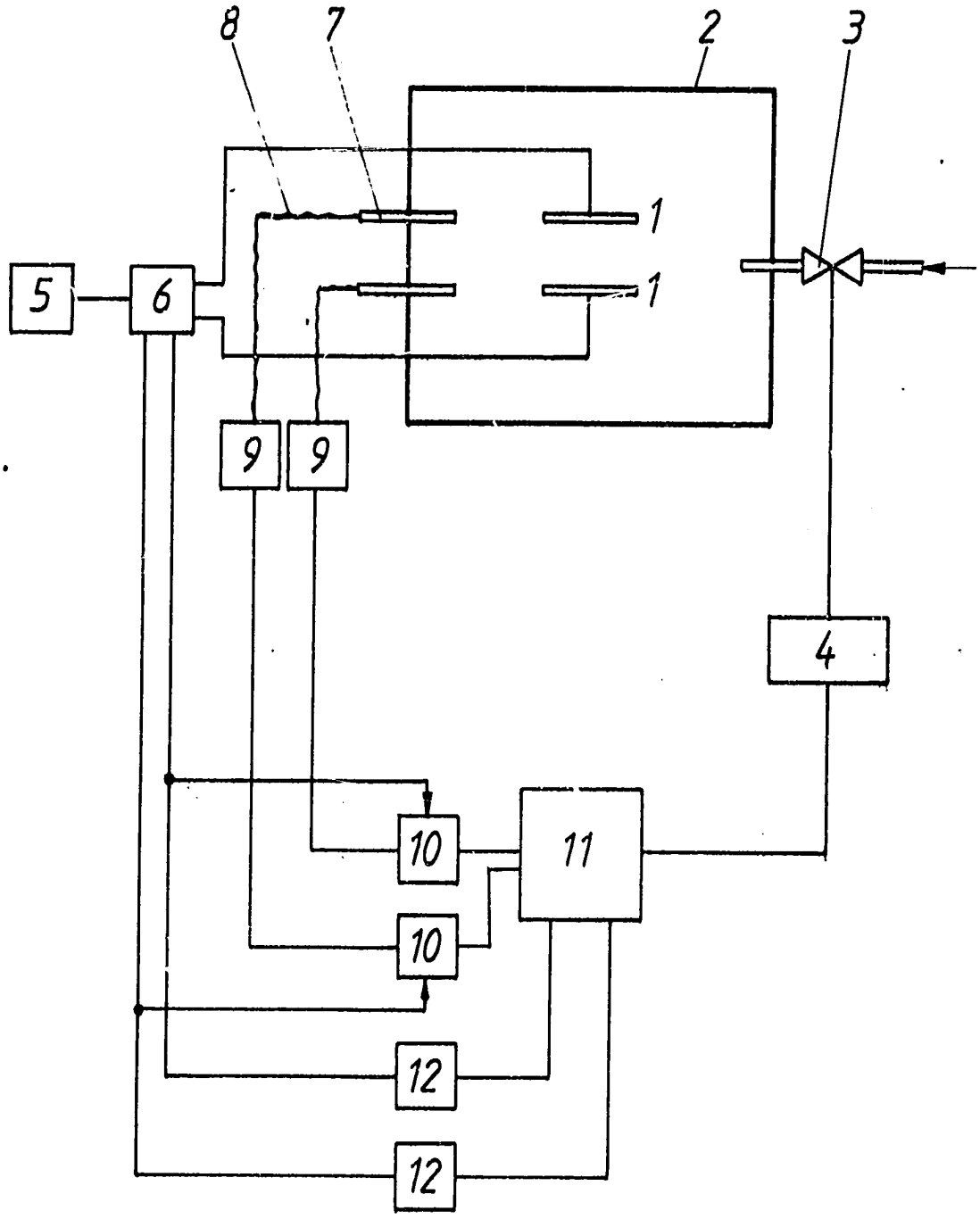
Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Aufrechterhaltung eines stabilen Betriebes beim DC-Hochratezerstäuben mit mehreren Plasmatrons zu schaffen, die einen kontinuierlichen, richtig dosierten Rekativgaseinlaß bei mehreren gepulst arbeitenden Plasmatrons trotz der diskontinuierlichen Arbeitsweise derselben ermöglicht. Die gewünschten Schichteigenschaften müssen reproduzierbar sein.
Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mittels eines Plasma-Emissions-Monitors, dem zugehörigen Meßsystem und Kollimator mit dem dazwischen befindlichen Lichtleitkabel, und einer für die Plasmatrons gemeinsamen Stromversorgung, dadurch gelöst, daß jedem Plasmatron ein Meßsystem zugeordnet ist und die Ausgänge jedes Meßsystems, welche die optischen Signale in elektrische Signale umwandeln, über Haltestufen mit einer Überlagerungseinrichtung verbunden sind, an welche auch die Ausgänge einer Umschalteinrichtung der Stromversorgung für die Plasmatrons über Steuerstufen angeschlossen sind. An die Überlagerungseinrichtung ist ausgangsseitig der Plasma-Emissions-Monitor angeschlossen, der mit dem Ventil für den Reaktivgaseinlaß verbunden ist.
Es wird dadurch ständig die Intensität bei einer charakteristischen Spektrallinie der vom jeweiligen Plasma ausgesendeten Strahlung erfaßt und diese gepulsten, zeitmultiplex erscheinenden Signale werden so überlagert, daß am Ausgang der

Überlagerungseinrichtung ein fiktiver Emissionswert zur Verfügung steht, der den Reaktivgaseinlaß über den Plasma-Emissions-Monitor und ein Gasregelventil regelt.
Überraschend ergibt sich ein stabiles Arbeitsregime nicht, wenn die zeitmultiplex erscheinenden Emissionswerte der einzelnen Plasma-Emissions-Monitore synchron zum Umschalten der Plasmatrons zum Summenemissions-Istwert zusammengefaßt werden, sondern wenn die zeitmultiplex erscheinenden Emissionswerte über die Haltestufen jeweils zwischengespeichert zeitlich versetzt zum Umschalten der Plasmatrons wie folgt überlagert werden. Der zur Reaktivgaseinlaßregelung genutzte fiktive Emissionswert wird in der Anfangsphase der Pulsung eines Plasmatrons aus dem zuletzt gespeicherten Emissionswert der Pulsung des zeitlich unmittelbar davorliegenden Plasmatrons gebildet, wobei die Pulsdauer des Plasmatrons größer ist, als das 2fache der Ausregelzeit des Leistungsregelkreises der gesamten Einrichtung und der zeitliche Versatz bei der Überlagerung etwa beim 0,8fachen der Ausregelzeit des Leistungsregelkreises der Plasmatroneinrichtung liegen sollte.

Ausführungsbeispiel

In der zugehörigen Zeichnung ist eine Einrichtung für zwei Plasmatrons im Prinzip dargestellt.
Zwei Plasmatrons 1 stehen im Abstand von etwa 100 mm gegenüber und werden gepulst betrieben. Zwischen den Plasmatrons 1; hindurch werden die z. B. mit TiN zu beschichtenden Werkzeuge (nicht gezeichnet), die auf einem Drehkorb gehalten sind, hindurchbewegt. Am Rezipienten 2 ist zum Reaktivgaseinlaß ein piezoelektrisches Ventil 3 angeordnet, welches als Stellglied dient und mit dem bekannten Plasma-Emissions-Monitor 4 als Regler verbunden ist.
Beide Plasmatrons 1 werden von derselben Stromversorgungseinrichtung 5 gespeist, die für einen Leistungsbereich von 70 kW ausgelegt ist. Zur Stromversorgungseinrichtung 5 gehört eine schnelle, kontaktlos arbeitende Umschalteinrichtung 6 für hohe Ströme.
Zur Erfassung der Intensität der Emission ist zu jedem Plasmatron 1 ein Meßsystem vorgesehen, welches aus dem Kollimator 7, der im Rezipienten 2 an jedem Plasmatron 1 angeordnet ist, dem Lichtleitkabel 8, welches das optische Signal zu den außerhalb des Rezipienten angeordneten übrigen Elementen des Meßsystems 9 (Monochromator, Multiplier, Vorverstärker) überträgt, die das elektrische Signal erzeugen. Die von jedem Meßsystem 9 im Rhythmus der Plasmatron-Pulsung angebotenen Intensitätswerte werden erfindungsgemäß über Haltestufen 10 einer Überlagerungseinrichtung 11 zugeführt. Während der Betriebsphasen der Plasmatrons 1 werden in bestimmten Zeitintervallen Proben entnommen, indem dazu die Umschaltsignale der Umschalteinrichtung 6 ausgenutzt werden, die über Steuerstufen 12 der Überlagerungseinrichtung 11 zugeführt werden. In der Überlagerungseinrichtung 11 wird der fiktive Emissionswert aus den Proben gebildet, wobei der zeitliche Versatz zum Umschalten der Plasmatrons 1 von den Steuerstufen 12 in Auswertung Plasmatron-Umschaltimpulse realisiert wird. Der so gebildete fiktive Emissionswert wird dem einkanaligen Plasma-Emissions-Monitor 4 als Eingangsgröße zugeführt, um die Reaktivgasmenge über das Ventil 3 zu regeln.


8
7
2
3
1
1
5
6
9
9
4
10
11
10
12
12