



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **249 985 A5**4(51) G 05 F 1/02  
H 05 H 1/32

## AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	AP G 05 F / 294 776 4	(22)	29.09.86	(44)	23.09.87
(31)	85.14421	(32)	30.09.85	(33)	FR

(71) siehe (73)  
 (72) Glinski, Christophe; Tiran, Georges, FR  
 (73) Jeumont – Schneider, Quai de Dion Bouton, FR

(54) **Vorrichtung zum Gegenblasen des Lichtbogens in einem Plasmabrenner**

(55) Plasmabrenner, Lichtbogen, Gegenblasen, Arbeitspunkt, Strom, Spannung, Referenzstrom, Regelschleife, Schwellenwertdetektor, Verstärker, Rückführung, Nennwert.

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Gegenblasen des Lichtbogens in einem Plasmabrenner, die die augenblickliche Veränderung der Lage des Arbeitspunktes in Strom und Spannung des genannten Lichtbogens ermöglicht, indem sie in Abhängigkeit von der Spannung des Lichtbogens auf den Referenz-Strom wirkt, der in einer Regelschleife im Strom des genannten Lichtbogens fließt. Erfindungsgemäß umfaßt sie einen Schwellendetektor, der ein Signal emittiert, das dazu bestimmt ist, unmittelbar die Intensität des in der Regelschleife fließenden Referenz-Stromes zu erhöhen, sobald die genannte Spannung des Lichtbogens höher als ein vorbestimmter Wert ist, und in Serie mit diesem genannten Schwellendetektor einen Verstärker, dessen Gewinn schrittweise in Abhängigkeit von der vergangenen Zeit, ausgehend von der Emission des genannten Signals, abnimmt, so daß dieses letztere nach und nach abgeschwächt wird und die Intensität des Referenz-Stromes allmählich auf ihren Nennwert zurückgeführt wird.

## Patentansprüche:

1. Vorrichtung zum Gegenblasen des Lichtbogens in einem Plasmabrenner, die die augenblickliche Veränderung der Lage des Arbeitspunktes in Strom und Spannung des genannten Lichtbogens ermöglicht, indem sie in Abhängigkeit von der Spannung des Lichtbogens auf den Referenz-Strom wirkt, der in einer Regelschleife im Strom des genannten Lichtbogens fließt, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie einen Schwellenwertdetektor (15) umfaßt, der ein Signal emittiert, das dazu bestimmt ist, unmittelbar die Intensität des in der Regelschleife fließenden Referenz-Stromes zu erhöhen, sobald die genannte Spannung des Lichtbogens höher als ein vorbestimmter Wert ist, und in Serie mit diesem Schwellenwertdetektor (15) einen Verstärker (16), dessen Ausgangsleistung schrittweise in Abhängigkeit von der vergangenen Zeit, ausgehend von der Emission des genannten Signals, abnimmt, so daß dieses letztere nach und nach abgeschwächt wird und die Intensität des Referenz-Stromes allmählich auf ihren Nennwert zurückgeführt wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie außerdem einen einseitig gerichteten Integrator (17) umfaßt, dessen eine Eingangsklemme mit dem Ausgang des genannten Verstärkers (16) verbunden ist und dessen Ausgangsklemme das Einspritzventil (4) von Plasmagas in den genannten Plasmabrenner (1) steuert, so daß sich aufgrund eines von dem genannten Verstärker stammenden Signals eine Reduzierung des Durchsatzes an dem genannten Gas in dem genannten Brenner (1) proportional zur Amplitude des genannten Signals ergibt.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft Plasmabrenner und im besonderen eine Vorrichtung zum Gegenblasen des Lichtbogens in einem Plasmabrenner mit Wärmeübertragungsleistung.

## Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es ist bekannt, daß der Lichtbogen in einem Plasmabrenner eine negative Strom-Spannungs-Charakteristik aufweist, was bedeutet, daß bei einem Absinken der Stromintensität die Spannung des Lichtbogens anwächst. Diese Besonderheit macht den Lichtbogen instabil, so daß ein System der Speisung und der Kontrolle die Stabilisierung sichern muß. Da die von einem Plasmabrenner erbrachte Leistung im wesentlichen ausgehend von einem Gleichrichter erhalten wird, beispielsweise mit Hilfe von Thyristoren, die mit einem Stromversorgungsnetz verbunden sind, wird demzufolge der Wert der Lichtbogen-Spannung durch die Spannungsmöglichkeiten der Versorgungsquelle höher begrenzt. Sobald sich die Lichtbogen-Spannung der Spannungsgrenze der Stromquelle nähert, gibt es keine Stabilisierung des Lichtbogens mehr. Folglich kann man eine Stromregelschleife realisieren. Das französische Patent 1375853 beschreibt beispielsweise eine Kontrollvorrichtung für den Gradienten des Ankerstromes eines großen Gleichstrommotors, umfassend eine Linearisierungsschleife mit schneller Wirkung und eine Peripherie-Integral-Schleife mit langsamer Wirkung. Da ein Plasmabrenner im wesentlichen veränderliche Charakteristiken aufweist, die denjenigen eines diskontinuierlich arbeitenden Gleichstrommotors gleichwertig sind, kann man einfach eine derartige Stromregelschleife anwenden. Dieser Regelkreis gestattet jedoch nicht die schnelle und genaue Kontrolle der Lichtbogen-Spannung, die in Abhängigkeit von zahlreichen Parametern, wie dem Gegendruck im Brenner, dem Stromverlauf in der Feldspule des Brenners oder dem Verschleiß der Elektroden, schwankt.

## Ziel der Erfindung

Die vorliegende Erfindung hat daher zum Ziel, diesen Nachteilen entgegenzutreten und das ganze Verblasen des Lichtbogens bei vorübergehenden Störungen zu vermeiden. Sobald man feststellt, daß die Lichtbogen-Spannung einen vorbestimmten Schwellwert übersteigt, erfolgt zu diesem Zweck ein augenblickliches Anwachsen des Lichtbogenstromes, um unverzüglich den Arbeitspunkt zu verschieben und die Lichtbogen-Spannung schnell abzusenken. In einer zweiten Phase kann man dann gegebenenfalls den Durchsatz an Plasmagas verringern, um die Lichtbogen-Spannung ebenfalls abzusenken.

## Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Gegenblasen des Lichtbogens in einem Plasmabrenner ist es, augenblicklich die Lage des Arbeitspunktes in Strom und Spannung des Lichtbogens zu verändern, indem sie in Abhängigkeit von der Spannung des Lichtbogens auf den Referenz-Strom wirkt, der in einer Regelschleife im Strom des Lichtbogens fließt.

Erfindungsgemäß umfaßt die Gegenblas-Vorrichtung einen Schwellendetektor, der ein Signal emittiert, das dazu bestimmt ist, unmittelbar die Intensität des in der Regelschleife fließenden Referenz-Stromes zu erhöhen, sobald die Lichtbogenspannung höher als ein vorbestimmter Wert ist, und in Serie mit diesem Schwellendetektor einen Verstärker, dessen Gewinn schrittweise in Abhängigkeit von der vergangenen Zeit, ausgehend von der Emission des von dem Schwellendetektor abgegebenen Signals, absinkt, so daß dieses Signal nach und nach abgeschwächt wird und die Intensität des Referenz-Stromes allmählich auf ihren Nominalwert zurückgeführt wird.

Vorzugsweise umfaßt die erfindungsgemäße Gegenblas-Vorrichtung außerdem einen einseitig gerichteten Integrator, dessen eine Eingangsklemme mit dem Ausgang des vorgenannten Verstärkers verbunden ist und dessen Ausgangsklemme das Einspritzventil von Plasmagas in den Plasmabrenner steuert, so daß sich aufgrund eines von dem Verstärker stammenden Signals eine Reduzierung des Durchsatzes an Plasmagas in dem Brenner proportional zur Amplitude dieses Signals ergibt.

#### Ausführungsbeispiele

Die Erfindung, ihre weiteren Ziele, Vorteile und Charakteristiken, wird durch die nachfolgende Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der zugehörigen Zeichnung näher beschrieben.

Die einzige Figur zeigt schematisch in Übereinstimmung mit der Erfindung eine Gegenblas-Vorrichtung mit einer konventionellen Regelschleife im Strom des Lichtbogens.

Unter Bezug auf diese Figur wird ein Plasmabrenner 1 durch eine stromabwärts gelegene Elektrode, eine Evakuierungs-Düse 2, die im allgemeinen geerdet ist, eine Eintrittsleitung 3 für das Plasmagas, die mit einem Elektroventil 4 zur Regulierung des Gasdurchsatzes versehen ist, eine stromaufwärts gelegene Elektrode, sowie durch Feldspulen 5 gebildet.

Die Einheit ist dazu bestimmt, einen elektrischen Lichtbogen zwischen der stromaufwärts gelegenen Elektrode, wo die Spulen 5 angeordnet sind, und der stromabwärts gelegenen Elektrode auszubilden. Dieser Lichtbogen wird von dem Plasmagas durchquert.

Der Brenner wird mittels eines Gleichrichters 6 über eine Leitung 8, der mit einem Wechselstrom-Netzteil verbunden ist, mit Gleichstrom gespeist. Ein derartiger Gleichrichter kann beispielsweise vom Typ einer Zwölphasenserie aus Thyristoren und Dioden sein, gesteuert mittels Impulsen, die im Steuerkreis 7 erzeugt werden. Mit Hilfe eines Stromwandlers 9 realisiert man eine konventionelle Regelschleife im Strom. Denn der elektrische Lichtbogen in dem Brenner wirkt wie die positive Reaktion eines Verstärkers und hebt die gesamte Entwicklung des Stromes hervor. Daher kann man beispielsweise eine schnell wirkende Schleife mittels eines ersten Komparators 10 auf der Referenz des Stromes  $I_R'$ , und einen Verstärker 11 mit veränderlicher Ausgangsleistung einsetzen, der eine Steuerspannung erzeugt, die an den Steuerkreis 7 angelegt wird. An diese schnelle Schleife kann man eine langsamere Schleife anfügen, mittels eines zweiten Komparators 12, an den eine Referenz des Stromes  $I_R$  angelegt wird, die ein Signal auslöst, das zuerst einem Eich-Kreis 13 und dann einem Integrator 14 zugeführt wird, um das Referenz-Signal  $I_R'$  auszulösen, das dann den ersten Komparator 10 erreicht. Die vorgenannten Kreise sind dem Fachmann bekannt und stellen daher keinen Teil der Erfindung dar, sie werden hier auch nicht beschrieben.

Wie vorstehend gezeigt, ist es erforderlich, die Lage des Arbeitspunktes des elektrischen Lichtbogens augenblicklich zu verändern, wenn die Spannung des Lichtbogens in dem Brenner gefährlich anwächst, um das Verblasen des Bogens zu vermeiden.

Zu diesem Zweck umfaßt die erfindungsgemäße Vorrichtung zuerst einen Schwellenwertdetektor 15, der an einem der Eingänge ein der Lichtbogenspannung entsprechendes Signal  $E_C$  erhält. Dieses Signal wird im dargestellten Beispiel am Ausgang des Verstärkers 11 entnommen, da man die zulässige Grenzspannung des Lichtbogens kennt, sobald der verfügbare Spielraum der Steuerspannung des Kontroll-Gleichrichters bekannt ist. Dem anderen Eingang des Schwellenwertdetektors 15 wird eine der Schwelle entsprechende Referenz-Spannung  $E_R$  zugeführt, oberhalb der die Gegenblas-Vorrichtung wirksam sein soll. Dieser Schwellenwertdetektor 15 löst ein Signal aus, sobald die Spannung des Signals  $E_C$  höher als die Referenz-Spannung  $E_R$  ist. Dieses Signal wird einem Verstärker 16 zugeführt, dessen Ausgangsleistung allmählich in Abhängigkeit von der vergangenen Zeit, ausgehend von der Emission dieses Signals, abnimmt.

Dieser Verstärker spielt eine wesentliche Rolle: er ermöglicht die unmittelbare Veränderung der Referenz des Stromes der Regelschleife, da das Signal dem zweiten Komparator 12 zugeführt wird, und gestattet dann die allmähliche Zurückführung dieses Referenz-Stromes auf seinen Nennwert  $I_R$ , indem nach und nach das dem Komparator 12 zugeführte Korrektur-Signal reduziert wird.

Selbstverständlich können der Schwellenwertdetektor 15 und der Verstärker 16 auf verschiedene Art und Weise realisiert werden, wichtig hierbei ist, daß das Korrektur-Signal eine sich im Laufe der Zeit abschwächende Amplitude aufweist. Man kann daher vorsehen, daß der Schwellenwertdetektor 15 einen einfachen Impuls aussendet und daß der Verstärker 16 einen einseitig gerichteten, asymmetrischen Widerstands-Kondensator-Eingangskreis umfaßt, dessen Kondensator sich durch diesen Impuls schnell auf eine Polarität auflädt und sich dann wieder langsamer entlädt, wenn der Impuls verschwunden ist. Der Fachmann wird, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen, noch andere technische Lösungen für die Abschwächung des Korrektur-Signals finden, das dem Komparator 12 zugeführt wird, um den Referenzwert des Stromes, der zur Regelschleife gelangt, zu verändern und dann nach und nach diesen Wert auf den Nennwert zurückzuführen.

Wie vorstehend gezeigt, bevorzugt man außerdem die Absenkung der Lichtbogenspannung, indem man den Durchsatz an Plasmagas, das mit Hilfe des schematisch mit dem Bezugszeichen 4 dargestellten Ventils in den Brenner 1 eingespritzt wird, verringert. In der gleichen Weise wie vorstehend, muß diese Verringerung plötzlich, aber ausreichend sein, um das Verblasen des Lichtbogens zu vermeiden, mit der Maßgabe, daß der nominale Arbeitspunkt des Bogens später wiedergefunden werden muß.

Zu diesem Zweck verwendet man außerdem das vom Verstärker 16 stammende Korrektur-Signal, dessen Amplitude in Abhängigkeit von der vergangenen Zeit, ausgehend von der Emission des von dem Schwellenwertdetektor 15 abgegebenen Signals, abnimmt. Dieses Korrektur-Signal wird einem einseitig gerichteten Integrator 17 zugeführt, dessen Ausgangsklemme das Einspritzventil 4 für das Plasmagas steuert. Selbstverständlich kann man diesem Integrator 17 auch ein Referenz-Signal  $V_R$  zuführen, um dem Ausgangs-Signal des Integrators 17 zu ermöglichen, allmählich wieder seinen Nennwert anzunehmen, wenn sich die Amplitude des Korrektur-Signals verringert, was dem Ventil 4 ebenfalls nach und nach gestattet, wieder in seine Ausgangsstellung zurückzukehren. Man kann daher feststellen, daß es die erfindungsgemäße Gegenblas-Vorrichtung ermöglicht, sehr schnell die Lage des Arbeitspunktes des elektrischen Lichtbogens in einem Plasmabrenner zu verändern, sobald die Lichtbogenspannung auf einen gefährlichen Wert nahe der Spannungsgrenze der Stromversorgung ansteigt, und daß der Lichtbogen sofort geengeblasen wird, indem unmittelbar der Lichtbogenstrom steigt und demzufolge die Lichtbogenspannung abnimmt. Diese schnelle Änderung, die tatsächlich eine Korrektur darstellt, wird dann allmählich aufgehoben, so daß der Arbeitspunkt des Lichtbogens nach und nach auf seine Nennposition zurückkehrt, die vorbestimmt wurde, um die elektrische Funktionsweise des Plasmabrenners zu optimieren. Außerdem erfolgt eine vorübergehende Verringerung des Durchsatzes an Plasmagas, solange die von dem Verstärker 16 stammenden Korrektur-Signale bestehen bleiben.

Obwohl nur eine Ausführungsform der Erfindung beschrieben wurde, ist es offensichtlich, daß alle vom Fachmann in dem gleichen Sinn vorgenommenen Modifizierungen den Rahmen der vorliegenden Erfindung nicht verlassen. Es ist insbesondere möglich, wie schon zuvor gesehen wurde, die Funktionen des Schwellenwertdetektors 15 und des Verstärkers 16 durch andere Mittel als die beschriebenen zu realisieren, die grundlegende Bedeutung besteht jedoch im Absinken des emittierten Korrektur-Signals in der Weise, daß das System auf seinen optimalen Arbeitspunkt zurückkehrt.

