

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 900 724**

51 Int. Cl.:

B23K 7/00 (2006.01)
B23K 7/10 (2006.01)
B23K 5/00 (2006.01)
B23K 5/22 (2006.01)
G05B 15/02 (2006.01)
G05F 1/625 (2006.01)
G05B 19/402 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2014 PCT/US2014/025938**
87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014 WO14151534**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2014 E 14767439 (4)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.10.2021 EP 2969345**

54 Título: **Detección de parámetros del proceso usando las características eléctricas de la llama en el procesamiento térmico de oxi combustible**

30 Prioridad:

15.03.2013 US 201361786956 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.03.2022

73 Titular/es:

**THE ESAB GROUP, INC. (100.0%)
411 South Ebenezer Road, P.O. Box 100545
Florence, South Carolina 29501, US**

72 Inventor/es:

MARTIN, CHRISTOPHER REED

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 900 724 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Detección de parámetros del proceso usando las características eléctricas de la llama en el procesamiento térmico de oxi combustible

Campo de la divulgación

5 Las realizaciones de la presente invención se refieren en general al campo del equipo de procesamiento térmico de oxi combustible, y más particularmente al sistema que puede obtener parámetros asociados con un proceso de soldadura o corte térmico que usa características eléctricas de la llama del soplete y un equipo de procesamiento térmico de oxi combustible.

Antecedentes de la divulgación

10 Los sopletes de corte de gas automatizados modernos están equipados comúnmente con características tales como encendido automático, control automático de separación, detección de temperatura de autoinflamación, detección de encendido y explosión y detección de llama neutra. Cada una de estas características se puede implementar usando mecanismos de accionamiento y detección que deben ser fiables, económicos y resistentes a los entornos operativos hostiles creados cuando se realiza el corte (p.ej., altas temperaturas, deshechos abrasivos, deposición de partículas, etc.).

15 La detección de temperatura de autoinflamación se ha logrado con éxito usando sensores ópticos infrarrojos (IR) dirigidos hacia una pieza de trabajo. Si bien los sensores ópticos son generalmente efectivos para tal aplicación, son extremadamente sensibles a la abrasión y la deposición de partículas y, por lo tanto, se montan comúnmente dentro de un soplete y se dirigen hacia abajo por el orificio de oxígeno de corte del soplete. Un problema con este enfoque es que no se puede implementar en los casos en los que el diámetro del orificio de oxígeno de corte de un soplete es demasiado pequeño para acomodar un sensor óptico.

20 El encendido automático en los sopletes de corte de gas se ha logrado redireccionando temporalmente la mezcla de oxígeno y combustible de un soplete a través del orificio de corte del soplete durante un período de tiempo suficiente para permitir que una llama, encendida internamente, se propague a la punta del soplete, donde se deja estabilizar. Esta solución requiere que los solenoides se monten operativamente dentro del soplete para enrutar de manera ajustable la mezcla de combustible y oxígeno.

25 Se conocen diversas técnicas para el control automático de la separación, cada una de las cuales está asociada con deficiencias particulares. Por ejemplo, las técnicas de control capacitivo de separación, como las descritas en la patente de EE. UU. nº 6,251,336, se basan en el supuesto de que una pieza de trabajo (p.ej. una placa de acero) es una superficie casi infinita. Por lo tanto, tales técnicas se comportan de manera inconsistente cuando un soplete de corte se acerca a los bordes de una pieza de trabajo. Las técnicas de control de separación inductiva se basan en perturbaciones en un campo magnético oscilante inducido alrededor de una pieza de trabajo y, por lo tanto, son susceptibles a interferencias cruzadas indeseables cuando dos sopletes operan cerca uno del otro. Los métodos de control de separación óptica requieren sensores que deben montarse en el exterior de un soplete y, por lo tanto, son susceptibles de oscurecerse, rayarse o dañarse de otro modo por los deshechos durante el corte. Los métodos de control de separación mecánica que utilizan patillas placas de apoyo requieren grandes radios para operar. Por lo tanto, tales métodos pueden producir resultados inconsistentes cuando se realizan junto a los bordes de una pieza de trabajo o cerca de áreas donde se unen dos cortes.

30 La patente de EE. UU nº 4,328,049 forma la base de los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 7 y describe un aparato de detección de altura del soplete para generar información representativa de la separación entre un soplete de corte y una pieza de trabajo asociada. La patente de EE. UU nº 5,470,047 divulga un sensor de llama para uso en un aparato de corte de gas, donde el sensor de llama es capaz de medir directamente una corriente eléctrica que fluye a través de una llama formada entre el soplete y la pieza de trabajo. La publicación de patente alemana 102009033556A1 divulga un método para determinar una variable de distancia que caracteriza la distancia entre un dispositivo quemador de oxi combustible y una pieza de trabajo.

45 Es evidente que los enfoques actuales para implementar ciertas características ventajosas de los sopletes de corte de gas modernos adolecen de diversas inconsistencias de funcionamiento.

Además, tales enfoques requieren que se monten componentes electrónicos y hardware adicionales en o dentro de un soplete de corte de gas, lo que puede aumentar sustancialmente el coste de un sistema de soplete automatizado mientras disminuye la fiabilidad de un sistema. Por lo tanto, sería ventajoso proporcionar un sistema de soplete de corte de gas automatizado que proporcione características tales como detección de temperatura de autoinflamación, encendido y control automáticos de separación, en el que dicho sistema sea fiable, económico y robusto.

Compendio de la divulgación

55 Este compendio se proporciona para presentar una selección de conceptos en una forma simplificada que se describen con más detalle a continuación en la descripción detallada. Este compendio no pretende identificar características clave o características esenciales del tema reivindicado, ni pretende ser una ayuda para determinar el alcance del

tema reivindicado.

Diversas realizaciones de la presente divulgación se dirigen generalmente a un sistema automatizado de procesamiento térmico de oxi combustible y a un método para operar el mismo. En algunas realizaciones, el sistema es un sistema de oxicorte. En otras realizaciones, el sistema es un sistema de soldadura de oxi combustible.

5 Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un sistema de procesamiento térmico de oxi combustible, que comprende un soplete que tiene una primera superficie y una pieza de trabajo que tiene una segunda superficie. Un impulsor de corriente está acoplado entre la primera y la segunda superficie para impulsar una corriente entre la primera y la segunda superficie, la primera y la segunda superficie expuestas a la llama del soplete. Un sensor de voltaje está acoplado entre la primera y la segunda superficie para detectar una respuesta de voltaje a una corriente impulsada
10 suministrada por el impulsor de corriente. Un microprocesador está en comunicación con el impulsor de corriente y el sensor de voltaje y está configurado para recibir información de la corriente impulsada y la respuesta de voltaje detectada. El microprocesador está configurado además para calcular una pendiente en el régimen lineal de la relación de voltaje (I-V) de corriente característica de la corriente impulsada y la respuesta de voltaje detectada asociada con un proceso térmico del sistema de procesamiento térmico de oxi combustible, y para determinar si la pendiente está dentro de un
15 intervalo predeterminado. Cuando se determina que la pendiente está fuera del intervalo predeterminado, el microprocesador está configurado para ordenar el ajuste de una mezcla de gases asociada con el proceso térmico.

Según un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método para controlar un proceso de procesamiento térmico de oxi combustible. El método aplica una corriente entre la primera y la segunda superficie mientras que la primera y la segunda superficie se exponen a la llama de un soplete, donde la primera superficie es
20 una superficie del soplete y la segunda superficie es una superficie de una pieza de trabajo. El método detecta un voltaje entre la primera superficie y la segunda superficie generada en respuesta a la corriente aplicada y recibe información de la corriente aplicada y el voltaje detectado. Se calcula una pendiente en el régimen lineal de la relación de voltaje (I-V) de corriente característica de la corriente aplicada y el voltaje detectado asociado con un proceso térmico del sistema de procesamiento térmico de oxi combustible. El método determina si la pendiente está dentro de
25 un intervalo predeterminado, y cuando se determina que la pendiente está fuera del intervalo predeterminado, instruye el ajuste de una mezcla de gases asociada con el proceso térmico.

Breve descripción de los dibujos

A modo de ejemplo, ahora se describirán realizaciones específicas del dispositivo divulgado, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 30 **La FIG. 1** es una vista en sección transversal de una punta de oxicorte de ejemplo;
- La FIG. 2** es una vista esquemática de una llama de corte de ejemplo y dos superficies con fuente de voltaje y derivación;
- La FIG. 3** es un diagrama hipotético de corriente-voltaje (I-V) representativo del comportamiento operativo de los elementos esquemáticos de FIG. 2;
- La FIG. 4A** es un sistema de detección impulsado por voltaje según un ejemplo no cubierto por la presente invención;
- 35 **La FIG. 4B** es un sistema de detección impulsado por corriente según una realización de la divulgación;
- La FIG. 5** es un esquema que ilustra una técnica de ejemplo para ubicar la superficie de una pieza de trabajo usando el sistema divulgado;
- La FIG. 6** es un esquema que ilustra una técnica de ejemplo no cubierta por la presente invención para medir una mezcla de gas óptima para un soplete de corte;
- 40 **La FIG. 7A** (no cubierta por la presente invención) y **7B** (según la presente invención) son diagramas de flujo que ilustran métodos de ejemplo de acuerdo con la divulgación;
- La FIG. 8** es una vista esquemática de un sistema de corte automatizado de ejemplo de acuerdo con la presente divulgación;
- La FIG. 9** es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo para operar el sistema automatizado de corte de
45 gas de la presente divulgación;
- La FIG. 10** es una vista esquemática que ilustra un dispositivo de almacenamiento de energía capacitiva de ejemplo de la presente divulgación;
- La FIG. 11** es una vista esquemática que ilustra un ejemplo de dispositivo de almacenamiento de energía inductiva de la presente divulgación; y
- 50 **La FIG. 12** es una vista esquemática que ilustra una fuente de voltaje oscilante de ejemplo de la presente divulgación.

Descripción detallada

La presente divulgación se describirá ahora con más detalle a continuación en el presente documento con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran realizaciones preferidas de la invención. Esta divulgación, sin embargo, puede realizarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones expuestas en el presente documento. Más bien, estas realizaciones se proporcionan para que esta divulgación sea minuciosa y completa, y transmita completamente el alcance de la divulgación a los expertos en la técnica. En los dibujos, los números iguales se refieren a elementos iguales en todas partes.

El proceso de corte con oxi combustible se usa para cortar material que reacciona con el oxígeno calentando el material a una temperatura de autoinflamación y después quemándolo en una atmósfera rica en oxígeno. Para lograr esto, como se muestra en FIG. 1 un soplete 1 de oxicorte puede comprender un cilindro 2 largo con conductos 4, 6 internos configurados para entregar combustible gaseoso (p. ej., acetileno, propano o similar) y oxígeno, respectivamente, a una boquilla 8, montada en fondo del cilindro. La boquilla 8 puede emitir una mezcla de combustible premezclada desde un conjunto de puertos 10 dispuestos alrededor de un puerto 12 central desde el que se emite oxígeno puro.

Para comenzar un corte, el soplete 1 se coloca a una distancia por encima de una pieza 14 de trabajo. El soplete 1 puede estar funcionando con una llama 16 estable (FIG. 2) orientada hacia abajo en la pieza 14 de trabajo. En este punto no se suministra oxígeno a través del puerto 12 central. Más bien, la llama 16 se puede usar para calentar la pieza 14 de trabajo hasta que esté lo suficientemente caliente como para que el material se queme en una atmósfera de oxígeno. La temperatura crítica necesaria para que un corte comience con éxito se denomina "temperatura de autoinflamación". Cuando la pieza 14 de trabajo alcanza su temperatura de autoinflamación, se suministra oxígeno a través del puerto 12 central. Si la pieza 14 de trabajo está lo suficientemente caliente, se encenderá y el flujo de oxígeno perforará la pieza de trabajo. Sin embargo, si la pieza 14 de trabajo está demasiado fría, el flujo de oxígeno sólo servirá para enfriar más el material y será necesario repetir el proceso de calentamiento antes de poder realizar el corte. Como se apreciará, para obtener un proceso eficiente, es importante determinar con precisión cuándo la pieza de trabajo está lista para cortar (es decir, cuando el material de la pieza de trabajo ha alcanzado su temperatura de autoinflamación).

Una vez que se logra la perforación de la pieza 14 de trabajo, el soplete 1 se puede mover a lo largo de una trayectoria de corte deseada para cortar la pieza de trabajo en la forma deseada. En términos generales, a medida que la llama 16 avanza a través de la pieza de trabajo, el material frente a la llama está relativamente frío y, por lo tanto, debe llevarse a la temperatura de autoinflamación para permitir que la llama lo corte. El proceso se basa en la llama de precalentamiento, pero en particular se basa en el calor liberado por el propio corte. Como se apreciará, si el soplete 1 avanza demasiado rápido, el calor liberado por el corte puede no tener tiempo suficiente para dirigirse a la placa circundante, y la temperatura de la superficie dentro del corte que avanza descenderá. Si la temperatura desciende demasiado, la combustión puede detenerse y será necesario repetir el proceso de precalentamiento para reiniciar el corte.

Existe una serie de problemas prácticos que surgen al intentar automatizar un proceso de oxicorte. Antes de que comience el proceso, se enciende el soplete 1 y el flujo de combustible y oxígeno se lleva a las proporciones deseadas. El soplete 1 se lleva después a una altura predeterminada por encima de la pieza de trabajo y se deja llevar el material a su temperatura de autoinflamación. La altura específica y el tiempo del proceso pueden ser importantes para el inicio exitoso de un corte.

Para lograr estas funciones, los sistemas de corte a menudo incluyen mecanismos de ajuste automáticos y/o manuales para mover el soplete 1 en dos ejes (x-y) horizontales con el fin de generar una trayectoria de corte en una pieza de trabajo como una placa plana. El mecanismo de ajuste también puede configurarse para ajustar la altura del soplete 1 con respecto a la pieza de trabajo. Dichos mecanismos de ajuste son conocidos en la técnica y, por lo tanto, no se describirán en detalle en el presente documento. Se apreciará que el sistema descrito no se limita a su uso con tales mecanismos, existen muchas realizaciones potenciales que los incluyen.

Como se describe, el proceso de oxicorte puede incluir una serie de operaciones que incluyen una serie de etapas que dependen de la retroalimentación, ya sea de un operador humano o de un conjunto de sensores y controles apropiadamente robusto. Por ejemplo, la retroalimentación puede ser deseable para facilitar el ajuste de la mezcla de oxígeno y combustible del soplete para lograr una "llama neutra" deseada. Durante la operación de precalentamiento, si la retroalimentación del sensor indica que la temperatura de la pieza 14 de trabajo no se puede determinar (p.ej., debido a un error del sensor), el operador debe observar visualmente el brillo de la pieza de trabajo, o se debe programar un sistema automatizado para esperar un período de tiempo adicional para garantizar que la pieza de trabajo haya alcanzado su temperatura de autoinflamación para que el corte se inicie con éxito. En otro ejemplo, una distancia "SD" de separación entre el soplete 1 y la pieza 14 de trabajo depende del control de retroalimentación, ya que la separación puede ser del orden de 25,4 mm (1 pulgada) o menos, y el soplete puede colocarse a muchos pies de distancia del operador que dificulta o incomoda la observación visual.

Si bien se puede obtener un nivel deseado de retroalimentación montando sensores en o alrededor del soplete, el entorno volátil del sistema de oxicorte necesita sensores que estén endurecidos contra el ruido eléctrico, tensiones térmicas, abrasión e impacto. Como resultado, estos sensores son a menudo muy vulnerables a los daños y/o son muy caros.

En el contexto de una llama de soplete 16, un potencial eléctrico aplicado entre dos superficies que de otro modo

están eléctricamente aisladas (p. ej., el soplete 1 y la pieza 14 de trabajo) dará como resultado un flujo de corriente a través de la llama del soplete. Esta relación se puede medir usando una disposición como la que se muestra en FIG. 2, que ilustra el soplete 1, la llama 16 del soplete, una fuente 18 de voltaje y una resistencia 20 de derivación. Se apreciará que la fuente 18 de voltaje y la resistencia 20 de derivación son sólo una posible realización, y que también se pueden usar otras disposiciones. Además, aunque la descripción continuará en relación con el uso de dos superficies bajo prueba (p. ej., el soplete 1 y la pieza 14 de trabajo), también se pueden usar otras configuraciones de superficie de detección y, por lo tanto, la divulgación no está tan limitada.

La relación entre voltaje y corriente se puede dividir en tres regímenes, que se muestran en FIG. 3. En el "régimen lineal" (II), la corriente a través de la llama del soplete está limitada por la resistencia eléctrica de la llama del soplete que separa las dos superficies 1, 14. Como tal, la pendiente de la curva característica en este régimen (II) lineal es constante. Sin embargo, cuando la magnitud de la corriente a través de la llama 16 del soplete se acerca a cualquiera de los extremos, eventualmente entra en un "régimen de saturación" (I, III). En el régimen (I, III) de saturación, la corriente a través de la llama 16 del soplete está limitada por la capacidad de la superficie del cátodo (es decir, negativa) para emitir electrones.

En el régimen lineal, la relación característica entre corriente y voltaje (I-V) puede, pero no es necesario, pasar por el origen. Para realizaciones en las que las dos superficies 1, 14 están hechas de diferentes materiales, o están a diferentes temperaturas, tendrán una afinidad diferente por los electrones. Como resultado, si el circuito representado por FIG. 3 se abre, la carga se acumulará hasta que las superficies 1, 14 alcancen un "potencial flotante" de estado estable. Este "potencial flotante" es el potencial entre dos superficies 1, 14 que es necesario para lograr corriente cero.

La pendiente en el régimen (II) lineal está influenciada por una serie de características que incluyen la temperatura de la llama, la composición del gas y especialmente la distancia entre las superficies. La pendiente de la curva I-V es una medida implícita de la resistencia eléctrica de la llama del soplete en la trayectoria entre las dos superficies 1, 14. A medida que las superficies 1, 14 se acercan entre sí (p. Ej., a medida que la boquilla 8 del soplete se mueve hacia la pieza 14 de trabajo), o a medida que aumenta la concentración de radicales libres en la llama 16 del soplete, la resistencia de la llama del soplete desciende de forma detectable.

El potencial flotante, por otro lado, está influenciado por los materiales de la superficie y la temperatura. Por tanto, para un par dado de superficies 1, 14, si se conoce la temperatura de una superficie, se puede suponer que el potencial flotante es un indicador de la temperatura de la otra superficie.

El sistema y método divulgado aprovecha la conductividad eléctrica de la llama 16 del soplete para detectar parámetros importantes para el proceso de corte (p. ej., desviación del soplete, temperatura de la pieza de trabajo), mientras minimiza y/o elimina la necesidad de sensores físicos y/o sondas. Al imponer una "acción eléctrica", medir una "respuesta eléctrica" resultante e interpretar los resultados, es posible extraer una gran cantidad de información sobre el proceso de oxi combustible.

La acción eléctrica puede tomar la forma de un voltaje aplicado o una corriente impulsada, siendo la medida resultante una corriente medida o un voltaje medido, respectivamente. La FIG. 4A muestra un ejemplo no cubierto por la presente invención de un sistema 22 en el que una fuente 24 de voltaje aplica la acción eléctrica, un sensor 26 de corriente tal como una derivación mide la respuesta de corriente y un procesador 28 recopila una serie de mediciones y calcula diversos parámetros. Una lista de ejemplo no limitativa de parámetros medidos directamente incluye pendiente lineal, potencial flotante, corriente de saturación superior/inferior, voltaje de saturación superior/inferior y pendiente de saturación superior/inferior. Una lista de ejemplo no limitativa de parámetros derivados incluye distancia "SD" de separación, error de separación, calidad de mezcla de llama, error de velocidad de corte, pérdida de corte inminente, encendido exitoso y temperatura de la pieza de trabajo. Estos parámetros pueden ser comunicados a uno o más sistemas 29 dependientes. Un listado de ejemplo no limitativo de tales sistemas 29 dependientes incluye un controlador de altura del soplete, motores para posicionar el soplete verticalmente con respecto a la pieza de trabajo, motores para mover el soplete en el eje x-y con respecto a la pieza de trabajo, un controlador de velocidad de corte, un controlador de flujo de gas, válvulas que regulan el flujo de gases, un pantalla de operador y un CNC maestro responsable del control de alguno o todos los sistemas antes mencionados. La FIG. 4B ilustra una realización del sistema 30 divulgado en el que se impulsa corriente en lugar de voltaje. En esta realización, una fuente 32 de corriente dependientes aplica la acción eléctrica, un sensor 34 de voltaje mide la respuesta de voltaje y un procesador 36 recopila una serie de mediciones y calcula diversos parámetros, que han sido previamente identificados. En ambos ejemplos, la imposición de una acción eléctrica y la medición de una respuesta eléctrica se usa para interrogar la característica I-V del sistema, como se describirá a continuación, para obtener información sobre el funcionamiento del sistema.

Existen dos mediciones fundamentales que se usan para derivar la mayoría de las mediciones ofrecidas por la presente divulgación: (1) potencial flotante y (2) pendiente lineal. También son posibles otros, como la corriente de umbral de saturación, el voltaje de umbral de saturación y la pendiente en las regiones de saturación, pero el inventor ha descubierto que las características del régimen lineal parecen ser las más fiables.

Un método de ejemplo no limitativo para medir el potencial flotante es forzar el flujo de corriente entre las superficies 1, 14 a cero. Una vez que el voltaje entre las dos superficies 1, 14 se estabiliza, se toma como potencial flotante. Cuando se impulsa voltaje en lugar de corriente, la señal de voltaje media se puede ajustar hasta que la corriente

media sea cero. El voltaje medio a corriente media cero se toma entonces como potencial flotante.

Un método de ejemplo no limitativo para medir la pendiente es el cálculo, usando dos puntos en el régimen lineal. Para mayor precisión, puede ser deseable que los dos puntos tengan un valor tan diferente como sea posible mientras permanezcan en el régimen lineal del sistema. El funcionamiento en régimen lineal puede garantizarse razonablemente si las dos mediciones se realizan cerca del potencial flotante.

Un método de ejemplo no limitativo para medir el potencial flotante y la pendiente simultáneamente es aplicar una señal oscilante de cierta amplitud definida, de manera que la corriente promedio sea cero. El voltaje promedio será el potencial flotante y la relación de las amplitudes de la señal será la pendiente.

Como se señaló anteriormente, la altura de separación que separa el soplete 1 de la pieza 14 de trabajo puede ser un parámetro importante en el control de un proceso de oxicorte. Antes del proceso de precalentamiento, es posible que no se conozca necesariamente la ubicación exacta de la superficie de la pieza de trabajo. Un ejemplo no cubierto por la presente invención que permite determinar la ubicación de la superficie de la pieza de trabajo y mantener una altura específica, se muestra en FIG. 5. El soplete 1 y la pieza 14 de trabajo pueden constituir las dos superficies bajo prueba, (es decir, como se muestra en las FIGS. 4A y 4B), eliminando la necesidad de sondas o sensores adicionales. Se apreciará que se puede usar cualquiera de una variedad de superficies del soplete 1 como una de las superficies bajo prueba, incluida la boquilla del soplete. También se podría montar una superficie de montaje de sonda específica (no mostrada) cerca de la boquilla. Además, una superficie distinta de la pieza 14 de trabajo podría constituir la otra superficie bajo prueba. Por ejemplo, podría usarse cualquier componente eléctricamente conductor colocado cerca de la llama 16. En el ejemplo ilustrado no cubierto por la presente invención, el soplete 1 se puede mover hacia la pieza 14 de trabajo en pequeños incrementos predeterminados. En cada incremento, se puede registrar una medición de pendiente usando el sistema 22, 30 de la FIG. 4A o 4B. En un ejemplo no cubierto por la presente invención, estos valores de pendiente compilados se almacenan en la memoria 38 asociada con el procesador 28, 36. Por ejemplo, los valores de pendiente compilados pueden almacenarse en una tabla de consulta en la memoria 38.

En conjunto, y como se muestra en FIG. 5, estas mediciones pueden formar una tendencia que tiende a resistencia cero para alguna posición del soplete 1 con respecto a la pieza 14 de trabajo. Esa ubicación extrapolada puede representar la posición del soplete 1 donde la punta de la boquilla 8 está tocando la pieza 14 de trabajo. Durante el funcionamiento del sistema (p. ej., precalentamiento o corte), cuando se encuentra una medición de resistencia a la llama en particular, ese valor puede usarse para determinar la posición de la pieza 14 de trabajo, o más particularmente puede correlacionarse con una distancia de "SD" separación específica (FIG. 1) entre el soplete 1 y la pieza 14 de trabajo. Esto se puede realizar usando una tabla de consulta, o se puede usar un valor estándar predeterminado. El sistema puede realizar esta determinación de forma continua o periódica durante las operaciones de corte para confirmar que se mantiene una distancia "SD" de separación deseada. En otros ejemplos no cubiertos por la presente invención, se puede almacenar una compilación preexistente de valores esperados para la pendiente de referencia para condiciones dadas.

Se pueden hacer ajustes en la distancia "SD" de separación durante un corte para compensar la curvatura en la pieza 14 de trabajo y/o para compensar las diferencias de nivel entre la superficie de la pieza de trabajo y la trayectoria de la máquina de corte. Cuando se inicia el corte, se puede "confiar" en la distancia "SD" de separación entre el soplete 1 y la pieza 14 de trabajo. Como tal, una determinación de la pendiente (usando una de las técnicas descritas anteriormente) al comienzo de un corte puede establecer un valor de referencia. Después de eso, a medida que avanza el corte, las determinaciones periódicas posteriores de la pendiente (nuevamente, usando una de las técnicas descritas anteriormente) se pueden comparar con el valor de referencia y usar para generar una señal de error y/o una condición de alarma si la pendiente determinada se aparta del valor de referencia en una cantidad predeterminada. De esta forma, la determinación de la pendiente puede actuar como una medición continua de errores en altura.

Según la presente invención, el sistema y método divulgados se usan para evaluar la mezcla de gases del soplete 1 asociado. A medida que se ajusta la mezcla de gases, se pueden utilizar diversas técnicas para evaluar su idoneidad para el corte. Según la presente invención, el flujo de oxígeno y combustible se ajusta activamente para maximizar el flujo de calor hacia la pieza 14 de trabajo.

En una realización de ejemplo, el soplete 1 se coloca en su posición por encima de la pieza 14 de trabajo, y la mezcla de gases se ajusta mientras se realizan determinaciones de pendiente de la manera anteriormente descrita. Con este método, el soplete 1 y la pieza 14 de trabajo son las superficies bajo prueba (es decir, como se muestra en las FIGS. 4A y 4B). La mezcla en la que la pendiente es extrema (es decir, un valor mínimo o máximo) se puede usar como el punto en el que la temperatura de la llama es más alta (ya que la condición más deseable puede ser la condición en la que el flujo de calor en la pieza 14 de trabajo es como máximo).

En un ejemplo no cubierto por la presente invención, ilustrado en FIG. 6, dos sondas idénticas 38, 40 pueden colocarse simétricamente en la llama 16 del soplete a una altura en la llama similar a donde se colocaría una pieza de trabajo durante el funcionamiento. En un ejemplo no cubierto por la presente invención, las sondas 38, 40 pueden ser un par de varillas de tungsteno que se extienden hacia la llama 16 del soplete desde cualquier lado. Alternativamente, las sondas 38, 40 podrían ser un par de miembros de tubo de cobre o acero inoxidable refrigerados por aire o agua. En un ejemplo no cubierto por la presente invención, las sondas pueden integrarse en el soplete 1. Debido a la naturaleza

simétrica de la prueba, el potencial flotante entre las sondas 38, 40 es muy pequeño, lo que simplifica la medición. La mezcla de gases en la que la pendiente es extrema se puede usar como una aproximación del punto en el que la temperatura de la llama es más alta. En este ejemplo no cubierto por la presente invención, es deseable que la medición se realice en un lugar en la llama 16 del soplete que sea representativo del lugar donde finalmente se colocará la pieza 14 de trabajo. Se apreciará que los cambios en las mezclas de gases y los caudales pueden hacer que la llama crezca y se contraiga drásticamente. Como tal, los cambios que realmente enfrían la llama pueden registrar pendientes más extremas si la parte más caliente de la llama se ha movido a la proximidad de las sondas.

Los valores medidos y/o calculados de la medición de la pendiente y la mezcla de combustible y oxígeno pueden ser usados por el procesador 28, 36 para determinar un ajuste óptimo de la mezcla de combustible y oxígeno, como se muestra en el gráfico de FIG. 6.

El sistema y método divulgados pueden, en algunos ejemplos no cubiertos por la presente invención, usarse para medir la temperatura de una pieza 14 de trabajo. Por lo tanto, la boquilla 8 de soplete y la pieza 14 de trabajo pueden usarse como superficies de medición (es decir, superficies 1, 14 mostradas en las FIGS. 4A y 4B). Durante el precalentamiento de la pieza 14 de trabajo, la boquilla 8 del soplete 1 ya está a su temperatura de estado estable. Mientras tanto, la temperatura de la pieza de trabajo aumentará. Dado que todos los demás factores que influyen en el potencial flotante se mantienen constantes, el potencial flotante se puede usar como indicador de la temperatura de la pieza de trabajo durante el precalentamiento. De hecho, a medida que la pieza 14 de trabajo se calienta, se puede observar que el potencial flotante se estabiliza durante un breve período a medida que la superficie de la pieza de trabajo se funde. Cuando el potencial flotante cruza un cierto umbral apropiado para el material, la boquilla y la composición del gas, puede comenzar el corte. En algún ejemplo no cubierto por la presente invención, el valor o valores de umbral (temperatura de autoinflamación, potencial flotante) se predeterminarán y almacenarán en la memoria.

Se ha establecido cómo el sistema y método divulgados pueden usarse para monitorizar la distancia "SD" de separación entre el soplete 1 y la pieza 14 de trabajo durante un proceso de corte. En algunos ejemplos no cubiertos por la presente invención, el sistema y método pueden, además o alternativamente, usarse para diagnosticar la "salud" del proceso de corte. A medida que el material de la corriente de oxígeno de corte se enfría, el potencial flotante disminuirá. Si el potencial flotante cae por debajo de un umbral apropiado para la boquilla, la composición del gas y el caudal puede usarse como indicador de que el proceso de corte avanza demasiado rápido y debe ralentizarse para mantener los parámetros de corte adecuados. En algunos ejemplos no cubiertos por la presente invención, el valor o los valores de umbral (temperatura de autoinflamación, potencial flotante) se predeterminarán y almacenarán en la memoria.

Algunos ejemplos no cubiertos por la presente invención del sistema y método divulgados pueden usarse para detectar el encendido de la llama de corte. Al encender una llama de soplete, independientemente del proceso de encendido, no siempre está claro si se ha encendido una llama estable. Puede que no se haya encendido una chispa, o que la llama se haya salido de la punta, o cualquier otro problema puede impedir que un primer intento produzca una llama estable. Como resultado, es deseable comprobar que el encendido se haya realizado con éxito. Con el sistema y método divulgados, se pueden monitorizar dos superficies conductoras cualesquiera en las proximidades de donde debería estar una llama estable. Si no se detecta la conducción en presencia de un potencial sustancialmente más alto que un potencial flotante razonable (p. ej., 10 V), indica que el encendido ha fallado. En un ejemplo, las dos superficies conductoras podrían ser el soplete 1 y la pieza 14 de trabajo.

La FIG. 7A es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo según la divulgación. En la etapa 100, se aplica un voltaje entre la primera y la segunda superficie asociadas con un sistema de oxicorte. En algunos ejemplos no cubiertos por la presente invención, la primera y segunda superficies son una superficie de soplete y una pieza de trabajo, respectivamente. La primera y segunda superficies pueden exponerse a la llama de un soplete de oxi combustible durante el funcionamiento. En la etapa 110, se detecta una corriente generada en respuesta al voltaje aplicado. En la etapa 120, se determina un primer parámetro asociado con un proceso de corte basándose en el voltaje aplicado y la corriente detectada. En la etapa 130, se determina si el primer parámetro está dentro de un intervalo predeterminado. En la etapa 140, si se determina que el primer parámetro está fuera del intervalo predeterminado, se ajusta un segundo parámetro asociado con el proceso de corte.

La FIG. 7B es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo según la divulgación. En la etapa 150, se impulsa una corriente entre la primera y la segunda superficie asociadas con un sistema de oxicorte. En algunas realizaciones, la primera y la segunda superficie son una superficie de soplete y una pieza de trabajo, respectivamente. La primera y segunda superficies están expuestas a la llama de un soplete de oxi combustible durante el funcionamiento. En la etapa 160, se detecta un voltaje generado en respuesta a la corriente impulsada. En la etapa 170, se determina un primer parámetro asociado con un proceso de corte basándose en la corriente impulsada y el voltaje detectado. En la etapa 180, se determina si el primer parámetro está dentro de un intervalo predeterminado. En la etapa 190, si se determina que el primer parámetro está fuera del intervalo predeterminado, se ajusta un segundo parámetro asociado con el proceso de corte.

Refiriéndonos ahora a la FIG. 8 muestra un sistema 50 de soplete de oxicorte automatizado de ejemplo no limitativo (en lo sucesivo en el presente documento "sistema 50 de corte") de acuerdo con la presente divulgación. El sistema 50 de soplete puede incluir un soplete 52 de corte de gas (en lo sucesivo en el presente documento "el soplete 52") que está montado operativamente en una máquina 54 de control numérico por ordenador (CNC) u otra máquina

- herramienta automatizada que sea capaz de mover el soplete 52 a lo largo de una trayectoria predefinida, como se puede especificar en un archivo de software. El soplete 52 se muestra genéricamente conectado a la máquina 14 de CNC, pero se apreciará que en la aplicación práctica el soplete 52 se montará en la máquina 54 de CNC de una manera que facilite el movimiento bidimensional o tridimensional del soplete 52, como se describe con más detalle a continuación. El soplete 52 puede ser cualquier tipo de soplete de corte de gas, incluyendo, pero sin limitarse a, un soplete de oxi combustible, un soplete de propano, un soplete de propileno, un soplete de butano o un soplete de combustible mixto.
- El sistema 50 de corte también puede incluir un controlador 16, que en una realización comprende un microprocesador. El controlador 16 puede incluir un circuito 58 que incluye una fuente 20 de energía eléctrica conectada eléctricamente en serie con una resistencia 22 u otro dispositivo de medición de corriente o voltaje. La fuente 20 de energía puede ser una fuente de voltaje o una fuente de corriente. Por conveniencia, la siguiente descripción del sistema 50 de corte y el método adjunto supondrá que la fuente 20 de energía es una fuente de voltaje, en cuyo caso se puede inducir y medir una corriente en el circuito 58 como se describe más adelante. Sin embargo, se entenderá que la fuente 20 de energía puede ser alternativamente una fuente de corriente, en cuyo caso se puede inducir y medir un voltaje entre el soplete 52 y una pieza 66 de trabajo (descrita a continuación).
- Durante el funcionamiento del sistema 50 de corte, un lado del circuito 58 puede conectarse eléctricamente al soplete 52, por ejemplo, mediante un primer conductor 24, y el otro lado del circuito 58 puede conectarse eléctricamente a una pieza 66 de trabajo que está para ser cortado por el soplete 52, tal como por un segundo conductor 68. El circuito 58 puede incluir además un interruptor 30 para conectar el soplete 52 a tierra cuando el sistema 50 de corte no está en funcionamiento, evitando así la acumulación de electricidad estática en el circuito 58. El circuito 58 puede incluir interruptores adicionales (como se muestra en las FIGS. 10 - 12) para colocar el soplete dentro y fuera de la comunicación eléctrica con los circuitos para el encendido como se describe más adelante.
- El controlador 16 puede incluir además un procesador 72 que es capaz de ejecutar una serie de instrucciones predefinidas. El procesador 72 puede estar conectado operativamente a la fuente 20 de energía para regular una cantidad de voltaje de salida de esta como se describe adicionalmente a continuación, y también puede estar acoplado eléctricamente al circuito 58, tal como en los puntos A y B, para medir la cantidad de corriente que fluye en el circuito 58. El procesador 30 puede además estar conectado operativamente a la máquina 54 de CNC y al soplete 52 para controlar/modificar el funcionamiento de esta como se describe con mayor detalle a continuación. El procesador 72 puede además estar conectado operativamente al interruptor 30 para controlar el funcionamiento de este, tal como para mover selectivamente el interruptor entre una posición cerrada, en donde el soplete 52 está conectado al circuito 58 (p. ej., cuando el sistema 50 de corte está en uso) y una posición abierta, en donde el soplete 52 está conectado a tierra (p. ej., cuando el sistema 50 de corte no está en uso). Se puede asociar una memoria no volátil (no mostrada) con el procesador 72 para almacenar instrucciones de software ejecutadas por el procesador 72 y/o para almacenar datos recopilados del circuito 58.
- Refiriéndose a la FIG. 8, se muestra un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo de operar el sistema 50 de corte de acuerdo con la presente divulgación. Generalmente, el método aprovecha la naturaleza eléctricamente conductora de la llama del soplete para determinar el estado de la pieza 66 de trabajo que se corta antes y durante el corte. Particularmente, los gases de alta temperatura presentes en la llama del soplete están suficientemente disociados de modo que, si se aplica un voltaje entre el soplete 52 y la pieza 66 de trabajo, una corriente fluirá a través de la llama. Este principio se describirá con mayor detalle a continuación en el contexto del método de ejemplo.
- En una primera etapa 200 del método de ejemplo, la pieza 66 de trabajo puede colocarse manual o automáticamente debajo del soplete 52 apagado y conectarse al circuito 58, tal como mediante el conductor 68. Por ejemplo, el conductor 68 puede conectarse a la pieza de trabajo a través de la mesa, como una pinza de contacto o algún medio similar de unión eléctricamente conductora. La boquilla 74 del soplete puede estar dispuesta inicialmente muy por encima de la superficie de la pieza 66 de trabajo, tal como a una distancia "SD" de separación de 152,4 - 304,8 mm (6-12 pulgadas), por ejemplo. Si el interruptor 70 está en la posición abierta, el procesador 72 puede dirigir el interruptor para que se mueva a la posición cerrada, colocando así el soplete en comunicación eléctrica con el circuito 58.
- En la etapa 210 del método, el procesador 72 puede ordenar a la fuente 60 de energía que emita un voltaje relativamente bajo, un ejemplo no limitativo del cual es 12V. El procesador 72 puede entonces ordenar a la máquina 54 de CNC que baje lentamente el soplete 52 apagado hasta que el procesador 72 detecte corriente que fluye en el circuito 58 entre los puntos de conexión "A" y "B", lo que indica que la boquilla 74 del soplete 52 ha sido puesta en contacto con la pieza 66 de trabajo para completar el circuito 58. El procesador 72 puede entonces registrar la altura del soplete 52 en esta posición como una "altura cero" (es decir, la altura de la superficie superior de la pieza 66 de trabajo). Esta altura puede almacenarse en una memoria volátil o no volátil asociada con el procesador.
- En la etapa 220 del método, el procesador puede ordenar a la máquina 54 de CNC que eleve el soplete 52 lejos de la pieza 66 de trabajo. El procesador 72 puede dirigir simultáneamente la fuente 60 de energía para cargar un dispositivo de almacenamiento de energía (descrito a continuación) que está eléctricamente conectado dentro del circuito 58. Por ejemplo, refiriéndose a la FIG. 10, el dispositivo de almacenamiento de energía puede ser un banco 78 de condensadores, en cuyo caso uno o más condensadores en comunicación eléctrica con el soplete 52 y alguna otra superficie (p. ej., la pieza 66 de trabajo) pueden cargarse por adelantado a un voltaje predeterminado y descargarse

5 cuando la máquina 54 de CNC mueve el soplete 52 en contacto con dicha superficie. Alternativamente, refiriéndose a la FIG 11, el dispositivo de almacenamiento de energía puede ser un inductor 80 que está en comunicación eléctrica con el soplete 52, en cuyo caso un interruptor 82 puede cerrarse para inducir una corriente en un inductor 80, en donde la energía almacenada en el inductor 80 se descarga una vez que el el soplete 52 se mueve en la proximidad de la pieza 66 de trabajo u otra superficie y el interruptor 82 se abre.

10 En cualquier caso (es decir, un dispositivo de almacenamiento de energía capacitivo o inductivo), si el procesador 72 ha ordenado la activación de un flujo de gas desde el soplete 52 (p. ej., mediante el accionamiento de válvulas solenoides apropiadas), y ha posicionado correctamente el soplete 52 de antemano, entonces la descarga de energía eléctrica descrita anteriormente puede crear un lugar de encendido en el espacio entre el soplete 52 y la pieza 66 de trabajo u otra superficie, encendiendo así la corriente de gas que fluye a través del mismo. Este proceso puede mejorarse imponiendo alguna combinación de voltajes oscilantes o voltajes altos para aumentar las distancias de separación sobre las cuales puede ocurrir el encendido, como se muestra en la FIG. 12.

15 En la etapa 230 del método, el procesador 72 puede detectar el encendido exitoso del gas dirigiendo la fuente de voltaje para que emita un voltaje relativamente bajo, un ejemplo no limitativo del cual es 24 V, después de la descarga de los condensadores. Si el gas combustible se encendió con éxito por la descarga, una pequeña corriente fluirá a través de la llama 76 y será detectada por el procesador 72 entre los puntos "A" y "B" en el circuito 58. Si, por el contrario, el encendido no fue exitoso, no habrá llama 76 y por lo tanto no habrá corriente detectable en el circuito 58. En el caso de fallo de encendido, el procesador 72 puede repetir todo el proceso de encendido (es decir, etapa 220 del método) hasta que se detecte un encendido exitoso.

20 En la etapa 240 del método, el procesador 72 puede dirigir la máquina 54 de CNC para que levante el soplete 52 hasta que la boquilla 74 alcance una distancia "SD" de separación predefinida relativa a la altura cero conocida (es decir, la superficie de la pieza 66 de trabajo). El procesador 72 puede entonces dirigir la fuente 60 de energía para que emita un voltaje bajo, un ejemplo no limitativo del cual es 12V. A un voltaje tan bajo, la corriente en el circuito 58 estará determinada por la resistencia de la trayectoria entre el soplete 52 y la pieza 66 de trabajo o alguna otra superficie. Tal resistencia es muy sensible a las variaciones en la calidad de la llama 76. Por lo tanto, la mezcla de gas en el soplete 25 52 (p. ej., la relación de gas combustible a oxígeno) puede ajustarse hasta un valor de corriente deseado en el circuito 58, según lo determinado por el procesador 72, se logra a la distancia "SD" de separación predefinida, donde este valor de corriente deseado es indicativo de una calidad deseada de llama 76. En un ejemplo no cubierto por la presente invención, el valor de corriente deseado puede ser indicativo de una llama 38 que es adecuada para precalentar la pieza 66 de trabajo antes del corte.

30 En la etapa 250 del método, el procesador 72 puede ordenar a la máquina 54 de CNC que mueva el soplete 52 a una ubicación designada a lo largo de la superficie de la pieza 66 de trabajo donde debe comenzar el corte. El procesador 72 puede entonces ajustar el voltaje en el circuito 58 para mantener una corriente constante, tal como se puede lograr dirigiendo la máquina 54 de CNC para ajustar la distancia de separación "Y". Es decir, cuando se aumenta la distancia de separación "Y", el voltaje en el circuito 58 aumenta y la corriente en el circuito 58 disminuye. A la inversa, cuando se reduce la distancia de separación "Y", el voltaje en el circuito 58 disminuye y la corriente en el circuito 58 aumenta. De esta manera, el procesador 72 puede utilizar la corriente medida en el circuito 58 para mantener una distancia de separación constante "Y" con respecto a la pieza de trabajo independientemente de las variaciones en la superficie de la pieza 66 de trabajo. Este principio se describe en la patente de EE. UU nº 4,328,049 y 3,823,928.

35 En la etapa 260 del método, el procesador 72 puede ordenar a la fuente 60 de energía que aumente su voltaje de salida a un valor máximo predefinido en el que se garantiza que la corriente en el circuito 58 estará limitada por la evaporación de electrones de la pieza 66 de trabajo. Este valor máximo puede determinarse a partir de la geometría y el caudal del soplete 52, por ejemplo. Dichos parámetros pueden conocerse de antemano y un operador puede consultar un programa de voltajes o corrientes que se sabe que son importantes. Otros ejemplos no cubiertos por la presente invención del presente método pueden incluir buscar sensibilidades corriente-voltaje (es decir, la relación entre un cambio en la corriente con respecto a un cambio en el voltaje).

40 Con el voltaje establecido en el valor máximo predefinido, la corriente en el circuito 58 aumentará coherentemente con la temperatura de la pieza 66 de trabajo. Los expertos en la técnica apreciarán que cuando un material, particularmente metal, se calienta lo suficiente, la energía cinética aumentada exhibida por los electrones del material puede permitir que los electrones escapen momentáneamente de los límites del material. Si un ánodo que está cargado con un voltaje 45 suficientemente grande se coloca cerca del material, los electrones que escapan del material serán arrastrados por el ánodo cargado exactamente a la misma velocidad a la que se evaporan del material. Se sabe que esta tasa de evaporación es función de la temperatura del material.

50 La corriente en el circuito 58, afectada por la evaporación de electrones de la pieza 66 de trabajo descrita anteriormente y detectada por el procesador 72, puede usarse para determinar de manera fiable la temperatura de la pieza 66 de trabajo. Cuando la corriente medida alcanza un nivel predefinido I, tal como un nivel indicativo de una temperatura de autoinflamación en la pieza 66 de trabajo, el precalentamiento de la pieza 66 de trabajo está completo y puede comenzar el corte. Como apreciarán los expertos en la técnica, el corte de la pieza 66 de trabajo precalentada se puede lograr activando el flujo de oxígeno de corte.

En la etapa 270 del método, la máquina 54 de CNC puede mover el soplete 52 a lo largo de la pieza 66 de trabajo de acuerdo con una trayectoria de corte predefinida a una velocidad apropiada para mantener la calidad del corte. A medida que se realiza el corte, la distancia "SD" de separación deseada se puede mantener realizando continuamente el ajuste de la altura del soplete como se describe en la etapa 250 anterior.

5 Debe apreciarse que ciertas etapas del método de ejemplo anteriormente descrito pueden verse obstaculizadas por inconsistencias e imperfecciones en las superficies de las piezas de trabajo que se cortan. Por ejemplo, la oxidación en la superficie de una pieza de trabajo puede formar una barrera que resista el flujo de corriente para la detección de contacto (como se describe en la etapa 120 anterior) y/o que resista el arco eléctrico para el encendido del gas del soplete (como se describe en la etapa 130 anterior). La patente de EE. UU nº7,087,856 describe un método para
10 detectar el contacto a través de capas de oxidación en una pieza de trabajo de una manera segura para los humanos (es decir, que no implica la aplicación de energía de alto voltaje o alta frecuencia durante un período de tiempo apreciable). Se contempla que dicho método se pueda implementar de manera similar en el contexto de la presente divulgación para la detección por contacto y/o para el encendido del gas del soplete.

15 Además, el efecto de la oxidación o las irregularidades de la superficie se puede compensar tomando mediciones de calibración iniciales cuando la pieza de trabajo se encuentra en una condición conocida. Un ejemplo no limitativo de esto sería colocar el soplete 52 encendido sobre una placa que se sabe que está a temperatura ambiente o cercana a ella, y aplicar suficiente voltaje para impulsar una corriente limitada por la emisión termoiónica de la placa. Esta corriente de calibración detectada en esta condición es una indicación de la condición de la placa. La temperatura de autoinflamación se puede reconocer cuando la corriente medida aumenta en una cantidad predeterminada en relación
20 con la corriente de calibración.

En vista de lo anterior, se apreciará que el sistema 50 de corte y el método adjunto de la presente divulgación proporcionan una serie de ventajas importantes con respecto a los sistemas de soplete de corte automatizados existentes. Particularmente, el sistema y método facilitan características tales como control automático de separación, encendido automático, detección de encendido, detección de calidad de llama y detección de temperatura de autoinflamación sin requerir muchas de las partes móviles, electrónica a bordo y sensores asociados con los sistemas
25 de sopletes existentes. Por tanto, el sistema 50 de corte de la presente divulgación es mucho más económico, fiable y robusto que los sistemas existentes.

Se apreciará que, aunque la descripción anterior se relaciona con la implementación específica del sistema y método divulgados en relación con un aparato de oxicorte, el sistema y método divulgados se pueden implementar en cualquiera de una variedad de aparatos de procesamientos térmicos de oxi combustible. En un ejemplo no limitativo,
30 el sistema y método divulgados se pueden implementar en un aparato de soldadura de oxi combustible.

Como se usa en el presente documento, un elemento o etapa enumerado en singular y seguida con la palabra "un" o "una" debe entenderse que no excluye elementos o etapas en plural, a menos que dicha exclusión se enumere explícitamente. Además, no se pretende que las referencias a "una realización" de la presente invención excluyan la
35 existencia de realizaciones adicionales que también incorporen las características enumeradas.

Algunas realizaciones del dispositivo divulgado pueden implementarse, por ejemplo, usando un medio de almacenamiento, un medio legible por ordenador o un artículo de fabricación que puede almacenar una instrucción o un conjunto de instrucciones que, si son ejecutadas por una máquina, pueden provocar que la máquina para realizar un método y/o operaciones de acuerdo con realizaciones de la divulgación. Dicha máquina puede incluir, por ejemplo,
40 cualquier plataforma de procesamiento adecuada, plataforma de cómputo, dispositivo de cómputo, dispositivo de procesamiento, sistema de cómputo, sistema de procesamiento, ordenador, procesador o similar, y puede implementarse usando cualquier combinación adecuada de hardware y/o software. El medio o artículo legible por ordenador puede incluir, por ejemplo, cualquier tipo adecuado de unidad de memoria, dispositivo de memoria, artículo de memoria, medio de memoria, dispositivo de almacenamiento, artículo de almacenamiento, medio de almacenamiento y/o unidad de almacenamiento, por ejemplo, memoria (incluyendo memoria no transitoria), medios extraíbles o no extraíbles, medios borrables o no borrables, medios grabables o regrabables, medios digitales o analógicos, disco duro, disquete, disco compacto de memoria de solo lectura (CD-ROM), disco compacto grabable (CD-R), disco compacto regrabable (CD-RW), disco óptico, medio magnético, medio magnetoóptico, tarjetas o discos de memoria extraíbles, varios tipos de disco versátil digital (DVD), una cinta, un casete o similares. Las instrucciones pueden incluir cualquier tipo de código adecuado, como código fuente, código compilado, código interpretado, código ejecutable, código estático, código dinámico, código encriptado y similares, implementado usando cualquier lenguaje de programación adecuado de alto o bajo nivel. orientado al objeto, visual, compilado y/o interpretado.

Basándose en la información anterior, los expertos en la técnica entenderán fácilmente que la presente invención es susceptible de una amplia utilidad y aplicación. Muchas realizaciones y adaptaciones de la presente invención distintas de las descritas específicamente en este documento, así como muchas variaciones, modificaciones y disposiciones equivalentes, serán evidentes o razonablemente sugeridas por la presente invención y las descripciones anteriores de la misma, sin apartarse de la sustancia o alcance de las reivindicaciones adjuntas. En consecuencia, aunque la presente invención se ha descrito en el presente documento en detalle en relación con su realización preferida, debe entenderse que esta divulgación es solo ilustrativa y de ejemplo de la presente invención y se realiza simplemente con
55 el propósito de proporcionar una divulgación completa y habilitante de la invención. No se pretende que la divulgación
60

anterior se interprete como una limitación de la presente invención o excluya de otro modo otras realizaciones, adaptaciones, variaciones, modificaciones o disposiciones equivalentes; estando la presente invención limitada únicamente por las reivindicaciones adjuntas. Aunque en el presente documento se emplean términos específicos, se usan únicamente en un sentido genérico y descriptivo y no con fines de limitación.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de procesamiento térmico de oxi combustible, que comprende:
 - un soplete (1) que tiene una primera superficie;
 - una pieza (14) de trabajo que tiene una segunda superficie
- 5 un impulsor (32) de corriente acoplado entre la primera y segunda superficies para impulsar una corriente entre la primera y la segunda superficie, la primera y la segunda superficie expuestas a una llama (16) del soplete (1);
 - un sensor (34) de voltaje acoplado entre la primera y la segunda superficie para detectar una respuesta de voltaje a una corriente impulsada suministrada por el impulsor (32) de corriente;
 - caracterizado por
- 10 un microprocesador en comunicación con el impulsor(32) de corriente y el sensor (34) de voltaje y configurado para recibir información de la corriente impulsada y la respuesta de voltaje detectada, el microprocesador configurado además para calcular una pendiente en el régimen lineal de la relación de voltaje (I-V) de corriente característica de la corriente impulsada y la respuesta de voltaje detectada asociada con un proceso térmico del sistema de procesamiento térmico de oxi combustible, y para determinar si la pendiente está dentro de un intervalo predeterminado, y cuando se determina que la pendiente está fuera del intervalo predeterminado, para instruir el ajuste de una mezcla de gases asociada con el proceso térmico.
- 15
2. El sistema de proceso térmico de oxi combustible de la reivindicación 1, en donde la pendiente es representativa de una mezcla de gas suministrada a la llama (16).
- 20 3. El sistema de procesamiento térmico de oxi combustible de la reivindicación 1, en donde la pendiente es representativa de si la llama (16) está encendida o no.
4. El sistema de procesamiento térmico de oxi combustible de la reivindicación 1, en donde el procesador está configurado para calcular la pendiente mientras se realiza el procesamiento térmico de una pieza (14) de trabajo.
5. El sistema de procesamiento térmico de oxi combustible de la reivindicación 4, en donde la pendiente es representativa de una pérdida de corte inminente.
- 25 6. El sistema de procesamiento térmico de oxi combustible de la reivindicación 4, en donde la pendiente es representativa de la temperatura de la pieza (14) de trabajo.
7. Un método para controlar un proceso de procesamiento térmico de oxi combustible, que comprende:
 - 30 aplicar una corriente entre la primera y la segunda superficie mientras la primera y la segunda superficie está expuestas a una llama (16) de un soplete (1), donde la primera superficie es una superficie del soplete (1) y la segunda superficie es una superficie de una pieza (14) de trabajo;
 - detectar un voltaje entre la primera superficie y la segunda superficie generada en respuesta a la corriente aplicada;
 - recibir información de la corriente aplicada y el voltaje detectado;
 - 35 calcular una pendiente en el régimen lineal de la relación de voltaje (I-V) de corriente característica de la corriente aplicada y el voltaje detectado asociado con un proceso térmico del sistema de procesamiento térmico de oxi combustible; el método es caracterizado por
 - determinar si la pendiente está dentro de un intervalo predeterminado, y cuando se determina que la pendiente está fuera del intervalo predeterminado, instruir el ajuste de una mezcla de gases asociada con el proceso térmico.
8. El método de la reivindicación 7, en donde la corriente aplicada comprende una señal oscilante que tiene una amplitud fija.
- 40 9. El método de la reivindicación 7, que comprende además medir una corriente de umbral de saturación y un voltaje de umbral de saturación.

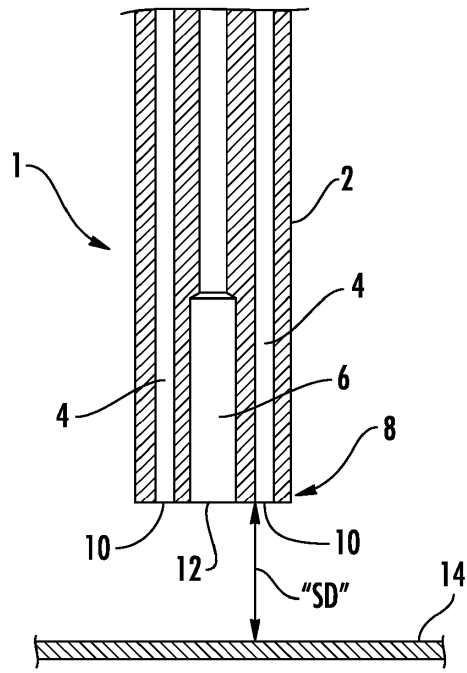


FIG. 1

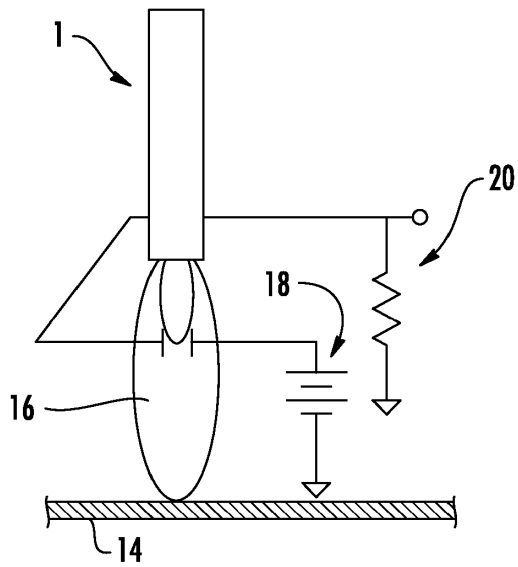


FIG. 2

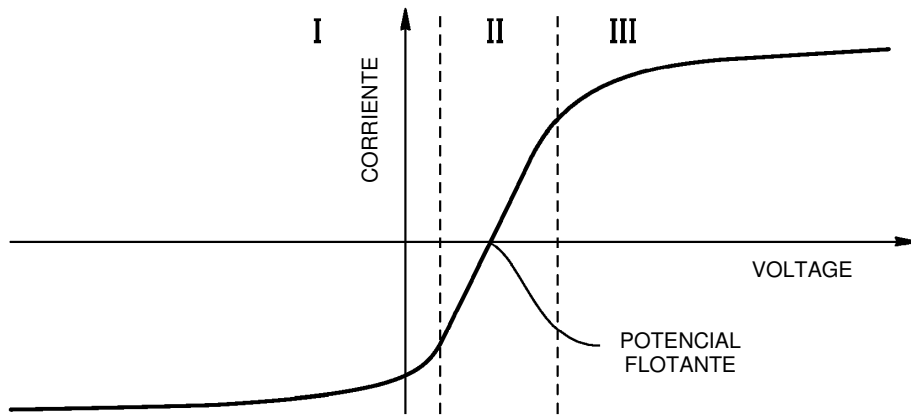


FIG. 3

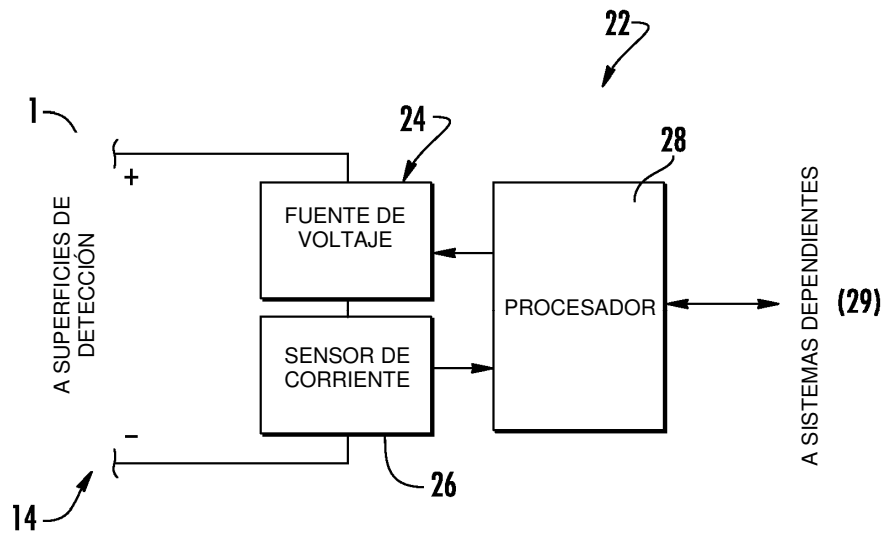


FIG. 4A

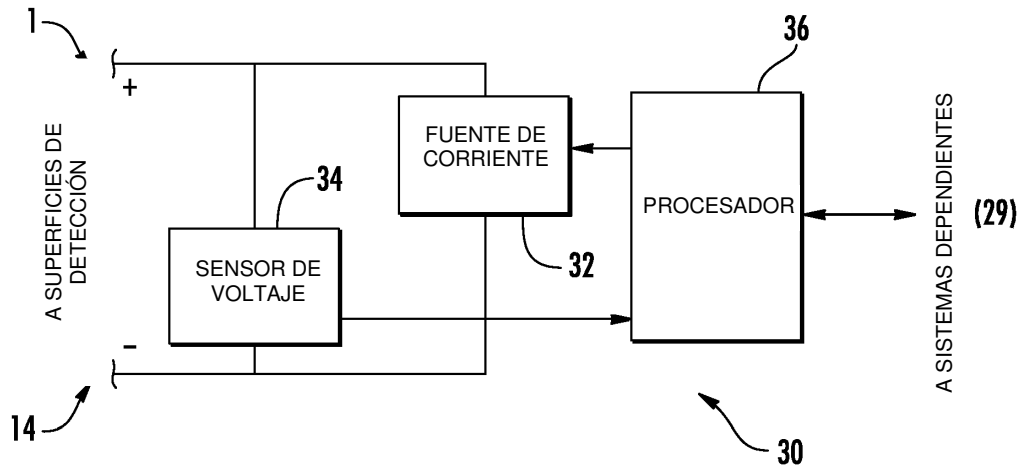


FIG. 4B

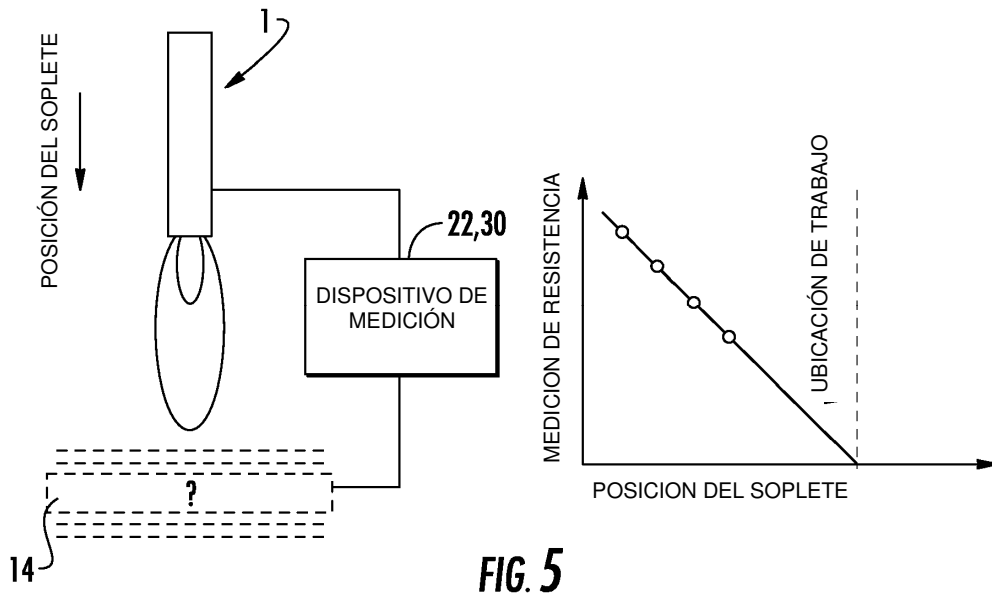


FIG. 5

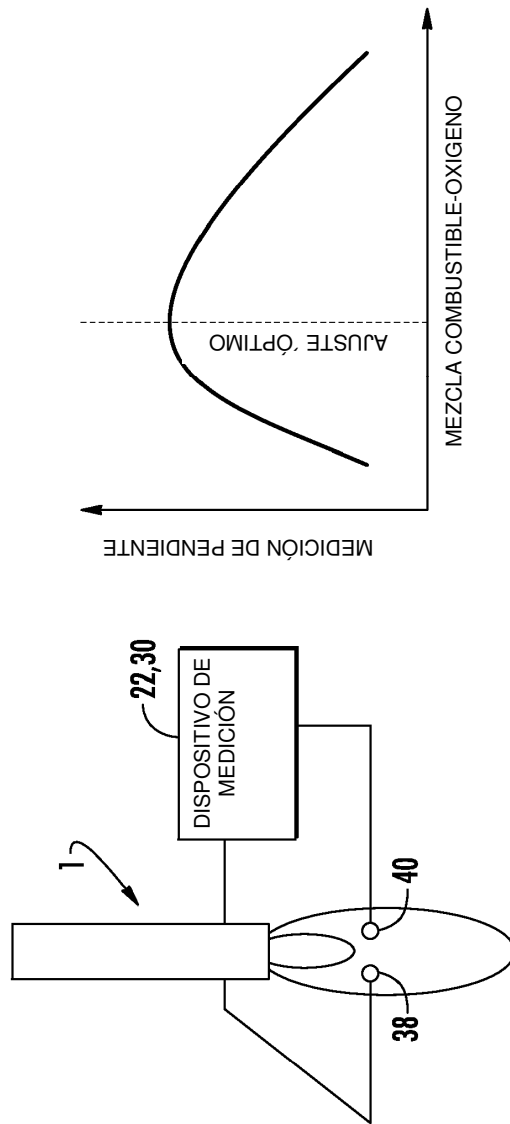


FIG. 6

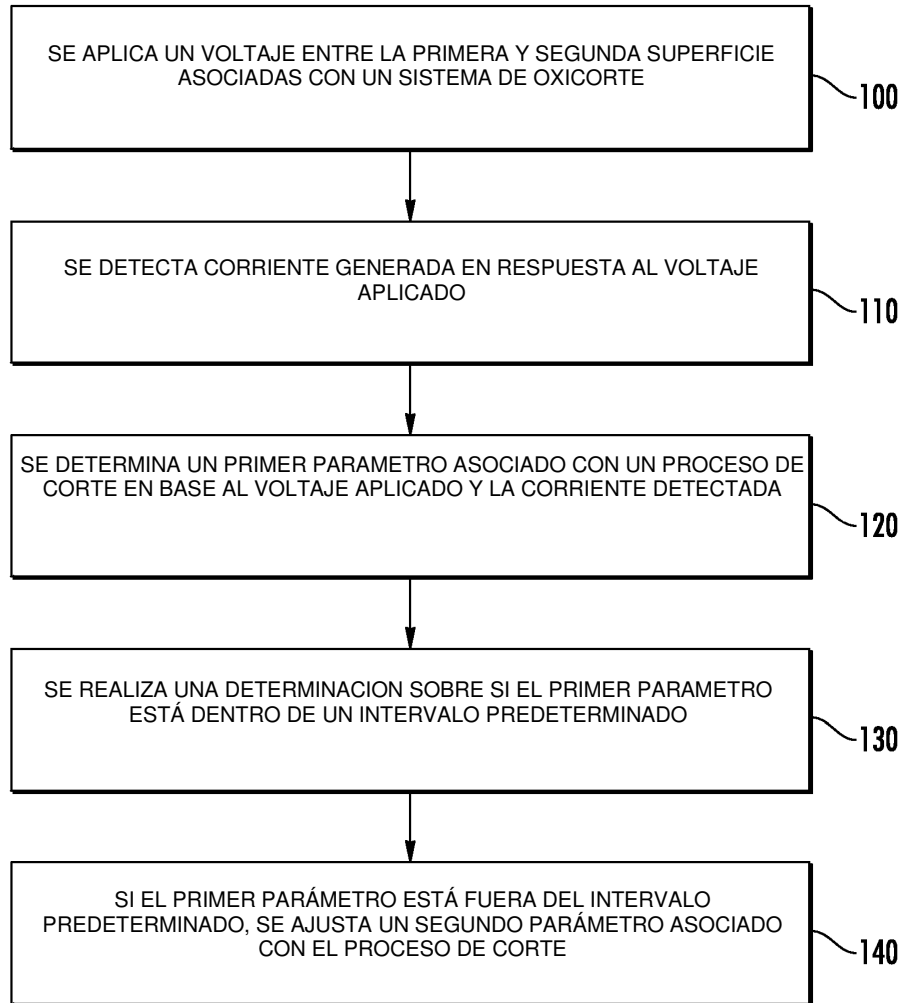


FIG. 7A

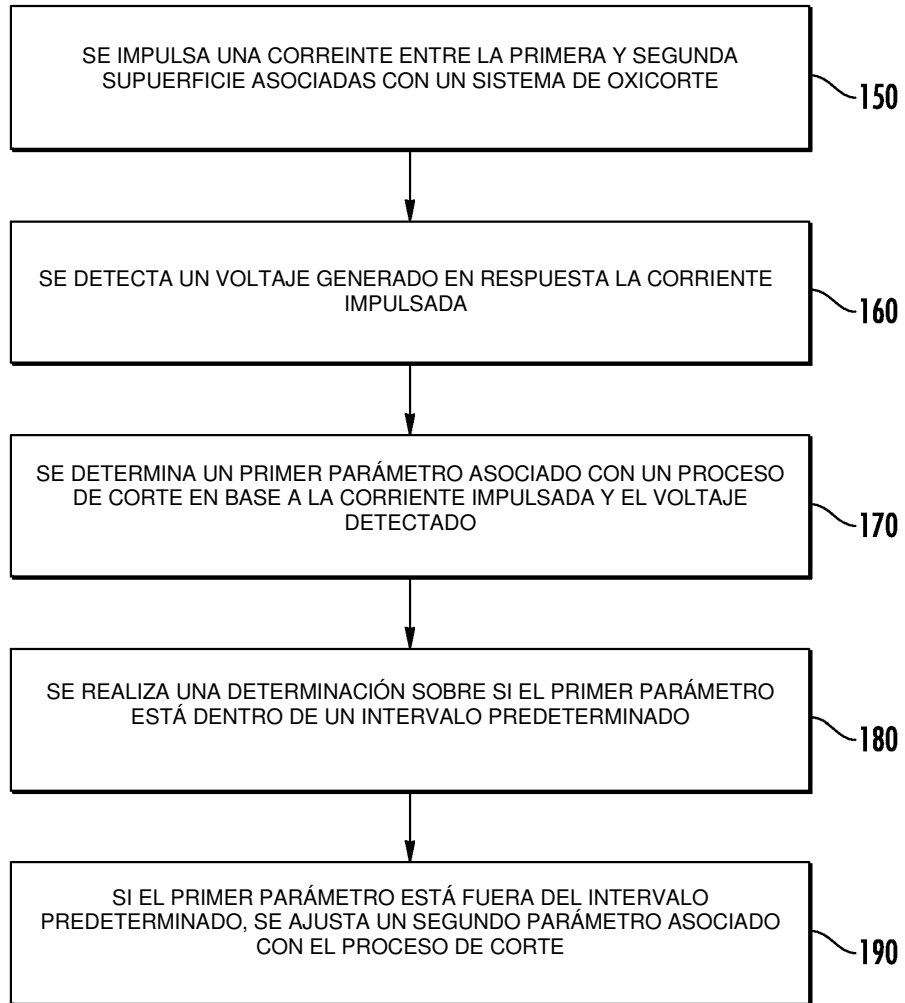


FIG. 7B

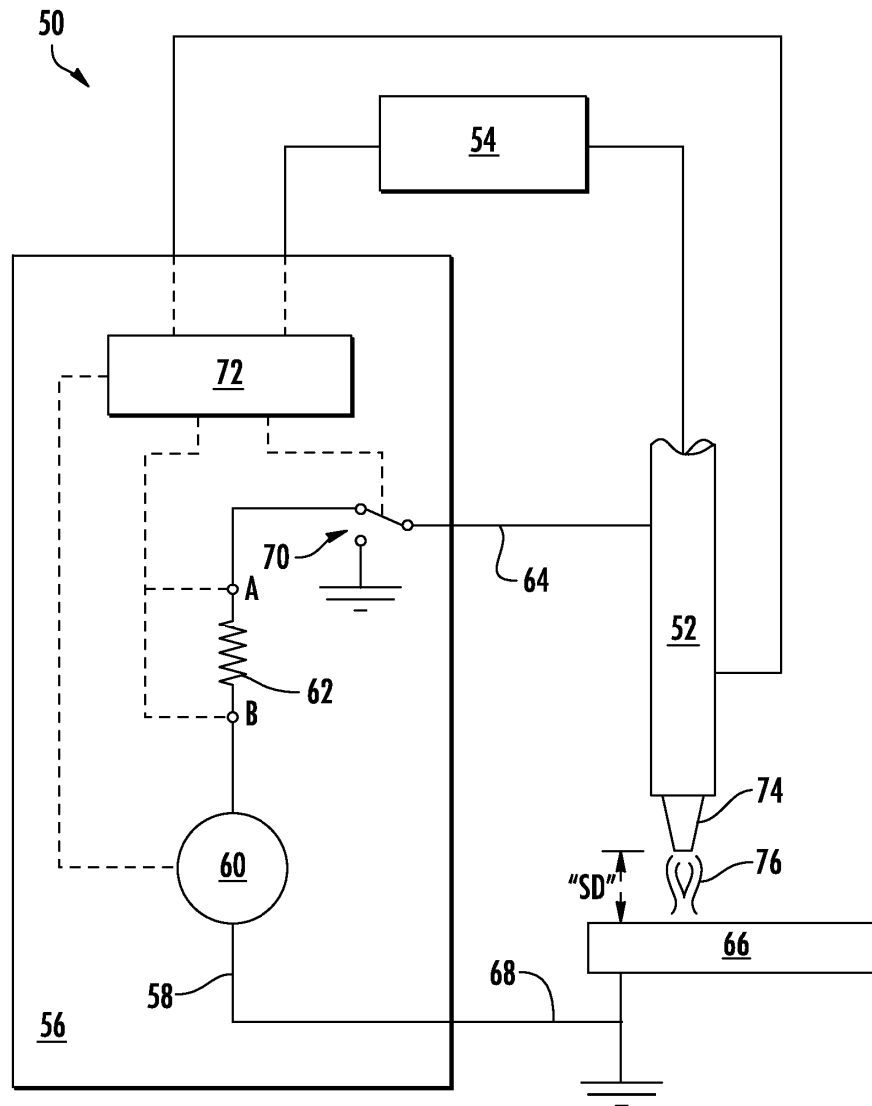


FIG. 8

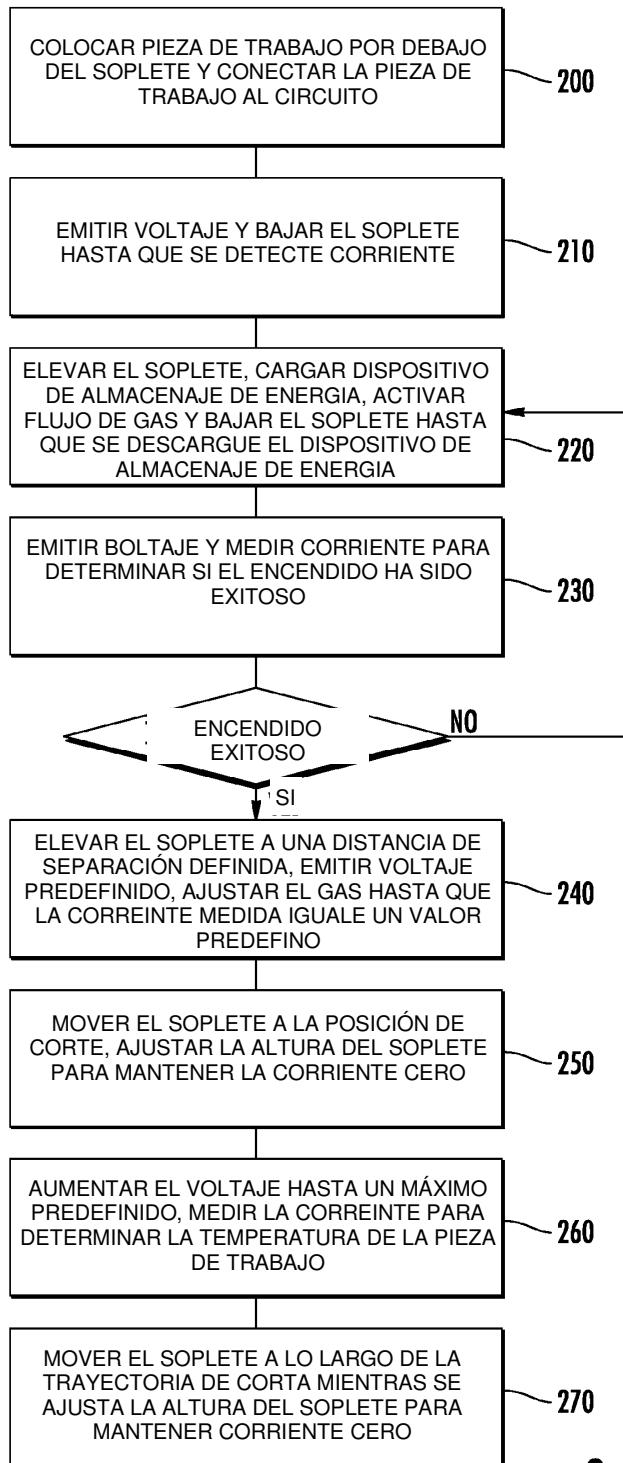


FIG. 9

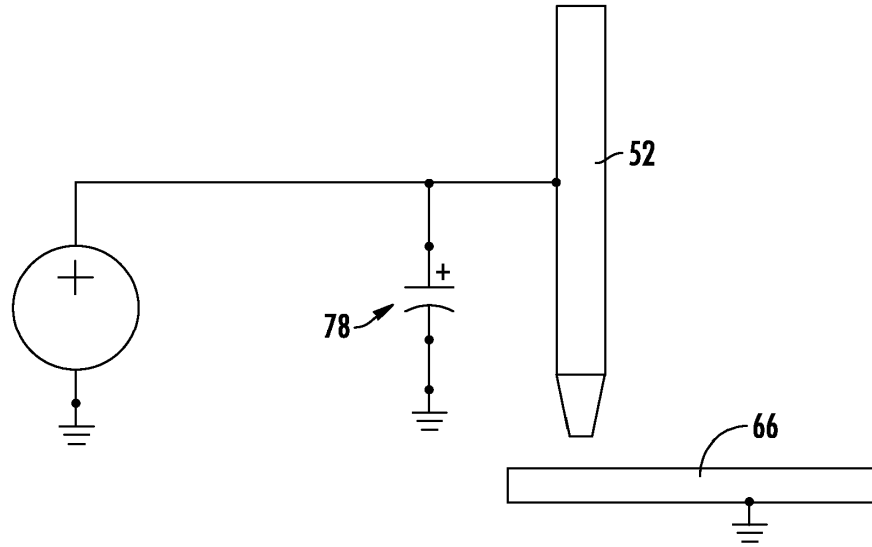


FIG. 10

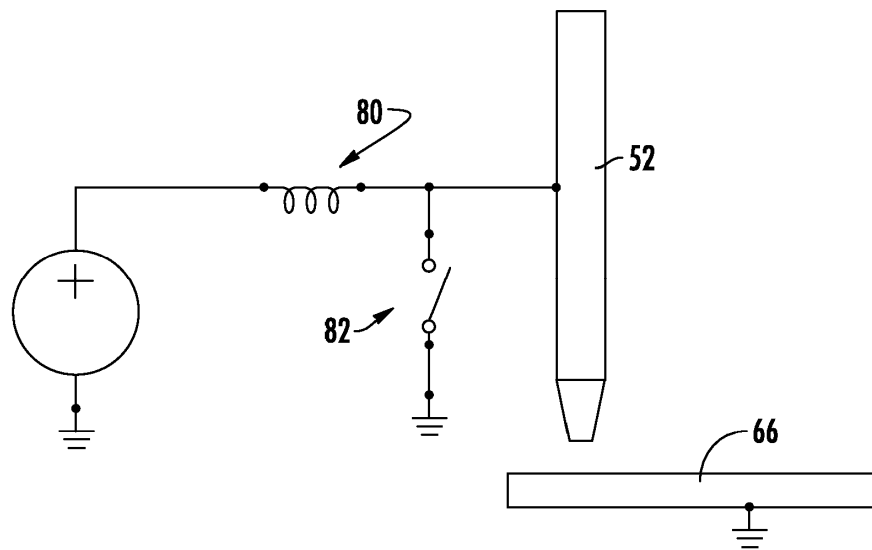


FIG. 11

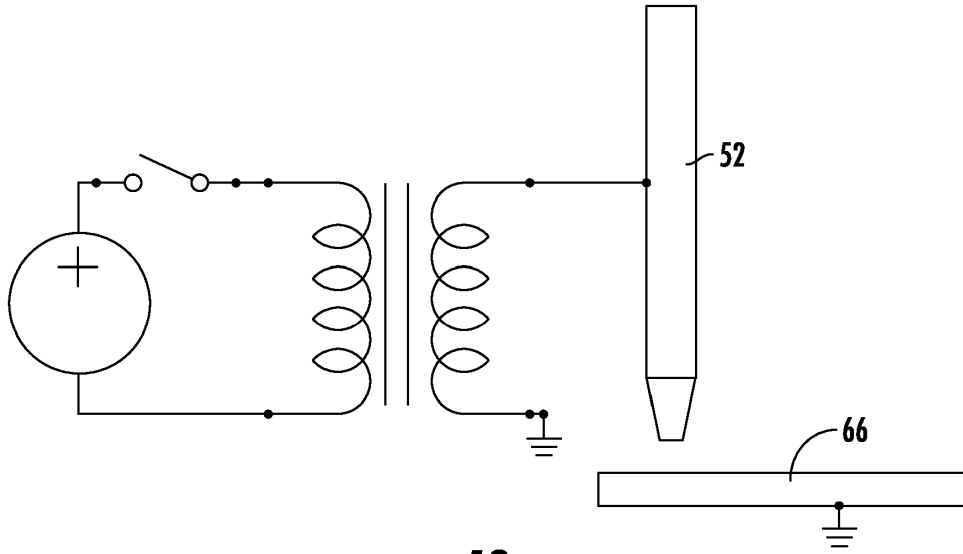


FIG. 12