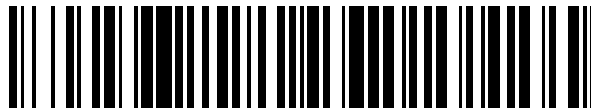


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 732 459**

51 Int. Cl.:

G01N 15/06 (2006.01)

F01N 11/00 (2006.01)

F02D 41/04 (2006.01)

F02D 41/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.05.2015 PCT/EP2015/061952**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2015 WO15193079**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.05.2015 E 15727350 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 3158315**

54 Título: **Procedimiento para operar un sensor de partículas**

30 Prioridad:

17.06.2014 DE 102014211533

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

22.11.2019

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)
Postfach 30 02 20
70442 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:

**BAARS, ENNO;
TIEFENBACH, ANDY y
BESSEN, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 732 459 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

Procedimiento para operar un sensor de partículas

Estado actual de la técnica

- 5 Para verificar o monitorizar el funcionamiento de los sistemas actuales para el tratamiento posterior de los gases de escape utilizados en los automóviles, se necesitan sensores que permitan una determinación precisa de la concentración de partículas presente en un gas de escape de combustión. Por otra parte, por medio de dichos sensores debería posibilitarse una predicción de la carga de partículas, por ejemplo, de un filtro de partículas diésel previsto en un sistema de gases de escape, para lograr una alta seguridad del sistema y, de este modo, poder utilizar materiales filtrantes más económicos.
- 10 De la DE 10 2006 009 066 se conoce un sensor para la detección de partículas en un flujo de un fluido que está diseñado sobre la base de un sustrato cerámico multicapa. Comprende dos electrodos de medida mutuamente separados, expuestos al gas de escape de combustión a examinar. Si se depositara hollín entre ambos electrodos de medida, se produciría al aplicar una tensión continua a los electrodos de medida, un flujo de corriente entre los electrodos de medida. Un elemento calefactor en capas posibilita liberar a los electrodos y/o su entorno, mediante
- 15 medios térmicos, a través de la combustión de las partículas de hollín depositadas y así regenerar el sensor de este modo.
- De la DE 10 2008 031 648 A1 se conoce un procedimiento según el concepto general de la reivindicación 1 para operar un sensor de partículas.
- 20 Después de una regeneración exitosa, se prevé la siguiente fase de medición, en la cual se deposita nuevamente el hollín entre los electrodos de medición.
- Si la temperatura del elemento sensor cae durante la fase de medición por debajo de una temperatura límite, por ejemplo 100 ° C, puede producirse en el elemento sensor la condensación de vapor de agua. El condensado que se adhiere a y entre los electrodos de medición generalmente inutiliza la medición en marcha, por lo que esta fase de medición tiene que interrumpirse. Entonces, en primero lugar tiene que realizarse una regeneración del elemento
- 25 sensor, restaurándolo a su estado original. Sólo entonces puede comenzar una nueva fase de medición.
- De esta manera, se reduce que se obtenga una disponibilidad constante en el tiempo de la señal del sensor de partículas.
- Ventajas de la invención
- 30 En contraste, mediante las características de la presente invención según la reivindicación 1 se consigue el efecto de que las fases de medición no necesiten interrumpirse, sino que pueden mantenerse continuas.
- Conforme a la invención se prevé que durante la fase de medición se monitorice la temperatura del elemento sensor y se realice un calentamiento del elemento sensor mediante el elemento calefactor cuando la temperatura del elemento sensor caiga por debajo de una temperatura límite.
- 35 La temperatura límite es, conforme a la invención, una temperatura constante en el rango de 50 °C a 200 °C. Preferentemente se encuentra en el rango de 80 °C a 150 °C.
- Se prefiere que el calentamiento del elemento sensor mediante el elemento calefactor durante la fase de medida se lleve a cabo sólo con baja potencia de calentamiento, por ejemplo, como máximo con 2 W ó, por ejemplo, como máximo con un 10% de la máxima potencia de calentamiento del elemento calefactor o de la potencia de calentamiento máxima del elemento calefactor que opera durante el funcionamiento del elemento sensor.
- 40 Se prefiere que durante el calentamiento del elemento sensor mediante el elemento calefactor la temperatura límite se supere, como máximo ligeramente, particularmente como máximo unos 50 K.
- Convenientemente puede realizarse la monitorización de la temperatura del elemento sensor por medio de un elemento medidor de la temperatura que esté integrado en el elemento sensor.
- 45 Las fases de medición anteriormente explicadas son diferentes de la fase de regeneración opcionalmente prevista, en las cuales el elemento sensor puede calentarse mediante el elemento de calentamiento a una temperatura superior a la temperatura de combustión del hollín y, por lo tanto, también superior a la temperatura límite. Esta temperatura puede ser, por ejemplo, de 600 ° C o más.

El procedimiento conforme a la invención se prevé conforme a la invención en relación con los motores de combustión interna, que son parte de una propulsión híbrida de un vehículo, u operan en combinación con un sistema de arranque-parada. En este contexto, las condiciones en el gas de escape, a las que puede producirse un enfriamiento crítico del elemento sensor, aparecen con especial frecuencia.

- 5 Por una propulsión híbrida se entiende además particularmente una propulsión que comprende un motor de combustión para impulsar un vehículo y además comprende un motor eléctrico, mediante el cual el vehículo puede accionarse desacoplado del motor de combustión. Por un sistema de arranque-parada se entiende particularmente una propulsión por motor de combustión para un vehículo, en el que está previsto, que en determinadas condiciones de operación del motor de combustión interna o del vehículo, por ejemplo, ralentí del motor de combustión interna
 10 y/o parada del vehículo, se emprende automáticamente una parada del motor. Particularmente puede simplificarse un arranque del motor después de la parada del motor desde el punto de vista del operario, por ejemplo, activarse presionando el pedal o similar.

- 15 En estos sistemas es característico que se detenga frecuentemente el funcionamiento del motor de combustión mediante un correspondiente control apropiado. Es problemático además que en las fases de la operación del motor de combustión en detención no se produce ningún gas de escape de combustión caliente y puede llegarse, por consiguiente, cada vez más un enfriamiento del elemento sensor, dispuesto en el conducto de gases de escape, por debajo de la temperatura límite.

Mediante el procedimiento conforme a la invención se evita siempre un enfriamiento del elemento sensor en la medida en que no se necesiten interrupciones en las fases de medida en curso.

20 Dibujo

Se muestra

Figura 1 un elemento sensor según el estado actual de la técnica

Figura 2 un diagrama de bloques de un circuito ejemplar del elemento sensor

Figura 3 una secuencia del procedimiento conforme a la invención en una situación no crítica

- 25 Figura 4 una secuencia del procedimiento conforme a la invención al enfriar el elemento sensor por debajo de una temperatura límite

Descripción de los ejemplos de ejecución

- 30 En la Figura 1 se representa una construcción, fundamentalmente conocida del estado actual de la técnica, de un elemento sensor de un sensor de partículas. Con 10 se designa un elemento sensor cerámico, que sirve para determinar partículas, como, por ejemplo, partículas de hollín, en una mezcla de gases que rodea el elemento sensor 10. El elemento sensor 10 comprende, por ejemplo, una pluralidad de capas de electrolito sólido conductoras de iones oxígeno 11a, 11b, 11c y 11d. Las capas de electrolito sólido 11a y 11d se configuran además como láminas cerámicas y forman un cuerpo cerámico plano. Consisten preferentemente en un material electrolito sólido conductor de iones oxígeno, como, por ejemplo, ZrO_2 estabilizado o parcialmente estabilizado con Y_2O_3 .

- 35 Las capas de electrolito sólido 11b y 11c se producen, en cambio, por medio de serigrafía de un material de pasta cerámica, por ejemplo, sobre la capa de electrolito sólido 11a. Como componente cerámico del material de pasta se usa además preferentemente el mismo material de electrolito sólido, del que también son las capas de electrolito sólido 11a, 11d.

- 40 Además, el elemento sensor 10 presenta, por ejemplo, un gran número de capas cerámicas eléctricamente aislantes 12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12f, 12g, 12h y 12i. las capas 12a - 12i se producen además asimismo por medio de serigrafado de un material de pasta cerámica, por ejemplo, sobre las capas de electrolito sólido 11a, 11c, 11d. Como componente cerámico del material de pasta se utiliza, además, por ejemplo, óxido de aluminio que contenga bario, ya que tiene una alta resistencia eléctrica considerablemente constante incluso con ciclos térmicos durante un largo período de tiempo. Alternativamente, es también posible el uso de dióxido de cerio o la adición de otros óxidos
 45 alcalino-térreos.

La forma integrada del cuerpo cerámico plano del elemento sensor 10 se fabrica mediante laminación conjunta de las láminas cerámicas estampadas con las capas de electrolito sólido 11b, 11c y con capas funcionales, así como las capas 12a - 12i y el posterior sinterizado de la estructura laminada de manera conocida.

El elemento sensor 10 presenta además un elemento calefactor 40 cerámico, que está diseñado en forma de una banda conductora de resistencia eléctrica y sirve para el calentamiento del elemento sensor 10 particularmente a la temperatura de la mezcla gaseosa a determinar y/o la combustión de las partículas de hollín depositadas sobre las grandes superficies del elemento sensor 10. La banda conductora de resistencia es preferentemente de un material Cermet; preferentemente con mezcla de platino o platino metálico con porciones cerámicas, como, por ejemplo, óxido de aluminio. La banda conductora de resistencia está configurada además preferentemente en forma de un meandro y tiene en ambos extremos recubrimientos 42, 44, así como contactos eléctricos 46, 48. Aplicando una correspondiente tensión de calentamiento U_H a los contactos 46, 48 de la banda conductora de resistencia puede regularse la potencia de calentamiento del elemento calefactor 40 correspondientemente.

Sobre una superficie amplia del elemento sensor 10 se aplican, por ejemplo, dos electrodos de medida, configurados preferentemente como electrodos interdigitados y que forman un elemento de medida. El empleo de electrodos interdigitados como electrodos de medida posibilita más favorablemente una determinación especialmente precisa de la resistencia eléctrica y/o de la conductividad eléctrica del material superficial situado entre los electrodos de medida. Para el contacto de los electrodos de medida, se prevén contactos 18, 20 en la zona de un extremo del elemento sensor opuesto a la mezcla de gases. Además, las zonas de alimentación de los electrodos están protegidas, preferentemente mediante las capas eléctricamente aislantes 12a, 12b, frente a las influencias de una mezcla gaseosa que rodea al elemento sensor 10.

Sobre la superficie amplia del elemento sensor 10 provista de los electrodos de medida puede preverse además una capa de cubierta o protectora porosa no representada para mayor claridad, que protege los electrodos de medida en su zona interdigitada frente al contacto directo con la mezcla de gases a determinar. Además, el grosor de capa de la capa protectora porosa es preferentemente mayor que el grosor de capa de los electrodos de medida. La capa protectora porosa es preferentemente porosa abierta, donde el tamaño de poro se selecciona de forma que las partículas a determinar en la mezcla de gases puedan difundirse en los poros de la capa protectora porosa. El tamaño de poro de la capa protectora porosa se encuentra preferiblemente en un rango de 2 a 10 mm. La capa protectora porosa está fabricada de un material cerámico que es preferiblemente similar o corresponde al material de la capa 12a y puede producirse por serigrafía. La porosidad de la capa protectora porosa se puede ajustar en consecuencia agregando formadores de poros a la pasta de serigrafía.

Durante el funcionamiento del elemento sensor 10, se aplica una tensión U_{DE} a los electrodos de medición. Dado que los electrodos de medición están dispuestos en la superficie de la capa eléctricamente aislante 12c, primero no se produce esencialmente ningún flujo de corriente entre los electrodos de medición.

Si una mezcla de gases que fluye alrededor del elemento sensor 10 contiene partículas, en particular hollín, éste se deposita en la superficie del elemento sensor 10. Dado que el hollín tiene una cierta conductividad eléctrica, con suficiente carga de la superficie del elemento sensor 10 o de la capa protectora porosa con hollín, genera un flujo de corriente creciente I_{DE} entre los electrodos de medición, que se correlaciona con la amplitud de la carga.

Si se aplica ahora a los electrodos de medida una tensión continua U_{IDE} y se determina el flujo de corriente que se produce entre los electrodos de medida, puede deducirse así a partir del flujo de corriente sobre la masa de partículas depositada y/o sobre el flujo másico de partículas real, particularmente el flujo másico de hollín, la concentración de partículas en la mezcla de gases. Con este método de medición se detecta la concentración de todas aquellas partículas en una mezcla de gases, que influyan positiva o negativamente en la conductividad eléctrica del material cerámico situado entre los electrodos de medida.

Otra posibilidad consiste en determinar el incremento del flujo de corriente en el tiempo y el incremento de los cocientes de flujo de corriente y tiempo y/o de los cocientes diferenciales del flujo de corriente en el tiempo para deducir la masa de partículas depositada y/o el flujo másico de partículas real, particularmente el de hollín, y la concentración de partículas en la mezcla de gases. Un cálculo de la concentración de partículas es posible en base a los valores medidos, siempre que la velocidad de flujo de la mezcla gaseosa se conozca. Este y/o el flujo volumétrico de la mezcla gaseosa puede determinarse, por ejemplo, por medio de otro sensor apropiado.

Por otra parte, el elemento sensor 10 comprende un elemento medidor de temperatura 30, implementado preferentemente en forma de una banda conductora de resistencia eléctrica. La banda conductora de resistencia eléctrica es, por ejemplo, de un material similar o del mismo que la de la del elemento calefactor 40. La banda conductora de resistencia del elemento medidor de la temperatura 30 está diseñada preferentemente en forma de un meandro, donde uno de los terminales de la banda está conectado preferentemente con el contacto 48 a través de un recubrimiento 45. conexión Otra línea eléctrica del elemento medidor de la temperatura 30 está conectada preferentemente con uno de los contactos 18, 20 a través de otro recubrimiento 19 conductoramente. Aplicando una correspondiente tensión a los terminales 20, 48 de la banda conductora de resistencia y mediante determinación de la resistencia eléctrica R_T de la misma puede deducirse la temperatura del elemento sensor 10. Alternativamente es posible una determinación de la temperatura mediante termoelementos. Otra posibilidad alternativa y/o adicional de la medición de la temperatura consiste en determinar la conductividad en sí dependiente de la temperatura del

cuerpo cerámico dispuesto entre la banda conductora de resistencia del elemento medidor de la temperatura 30 y los electrodos de medida y de su nivel deducirse la temperatura del elemento sensor.

La Figura 2 muestra un posible circuito 110 para el elemento sensor 10 como diagrama de bloques. El circuito 110 puede, por ejemplo, estar integrado en un enchufe del sensor de partículas.

- 5 Conforme a esto, el elemento medidor de la temperatura 30 está conectado con una unidad de medida de la temperatura 130 del circuito 110 y se conmuta entre un potencial de tierra y una tensión de suministro de 5 V. Correspondientemente a la resistencia eléctrica del elemento medidor de la temperatura 30 puede deducirse, a partir del flujo de corriente resultante, la temperatura del elemento sensor 10.

- 10 El elemento calefactor 40 está conectado con una unidad calefactora 140 del circuito 110 y conmuta entre un potencial a tierra y una tensión de batería de 12 V. La potencia de calentamiento efectiva obtenida por el elemento calefactor 40 puede ajustarse, por ejemplo, por medio de una modulación por ancho de pulso.

Entre los electrodos de medida 14, 16 se aplica una tensión de medida U_{IDE} de, por ejemplo, 46 V. Correspondientemente a la resistencia eléctrica entre los electrodos de medida 14, 16 puede con el flujo de corriente resultante deducirse el depósito de partículas situado en la zona entre los electrodos de medida 14, 16.

- 15 Parte del circuito es además una unidad de comunicaciones 160, para comunicaciones con un aparato de control del motor, configurado, por ejemplo, como interface de CAN.

La Figura 3 muestra una secuencia del procedimiento conforme a la invención en una situación no crítica, que corresponde, por ejemplo, a una situación, en que el elemento sensor 10 esté expuesto constantemente al gas de escape caliente.

- 20 En la parte superior de la Figura 3 se representa la temperatura T del elemento sensor 10, tal como puede determinarse, por ejemplo, mediante la unidad de medida de la temperatura 130. En la parte central de la Figura 3 se representa el valor efectivo de la tensión aplicada U_H al elemento calefactor 40. En la inferior parte de la Figura 3 se representa la tensión de medida U_{IDE} .

- 25 Durante una primera fase de regeneración, en el intervalo entre t_0 y t_1 , la tensión de medida U_{IDE} aplicada entre los electrodos de medida 14, 16 asciende a 0 V, el valor efectivo de la tensión U_H aplicada al elemento calefactor 40 tiene un valor alto, particularmente máximo, por ejemplo, de 12 V; correspondientemente, la temperatura T del elemento sensor 10 es también alta, por ejemplo, de 600 °C.

- 30 En el instante t_1 concluye la primera fase de regeneración y sigue una primera fase de medida. Para este propósito se aplica entre los electrodos de medida 14, 16 una tensión de medida U_{IDE} de 46 V y se desactiva el elemento calefactor 40 (0 V).

Correspondientemente a la calefacción desactivada, la temperatura T del elemento sensor 10 disminuye, aunque permanece hasta el final de la fase de medida en el instante t_2 superior a la temperatura límite T_G , o sea, en un rango no crítico. Una activación del elemento calefactor 40 durante la fase de medida no es necesaria para ello en este ejemplo.

- 35 La Figura 4 muestra una secuencia del procedimiento conforme a la invención en una situación en que la que se presenta el riesgo de enfriamiento del elemento sensor 10. Este es el caso, por ejemplo, durante la conducción eléctrica en un vehículo híbrido y en fases de parada en sistemas de arranque-parada.

- 40 Puede presentarse un caso en el que se obtuviera una secuencia distinta a la mostrada en la Figura 3 y/o el elemento sensor 10 se quedara por debajo de la temperatura T en el instante t_3 durante la primera fase de medida, con una temperatura límite T_G , que ascienda a, por ejemplo, 100 °C. En reacción a este enfriamiento, el elemento calefactor 40 se activaría en la medida en que la temperatura T del elemento sensor 10 aumentara ligeramente, por ejemplo, a 120 °C y permaneciera durante el resto de la primera fase de medida a ese valor. El valor efectivo de la tensión del calefactor U_H sería, en este contexto, por ejemplo, de 2,5 V.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la determinación del hollín presente en el gas de escape de un motor de combustión interna por medio de un elemento sensor (10), que presenta al menos dos electrodos de medida (14, 16) expuestos al gas de escape y un elemento calefactor (40), donde en los, al menos dos, electrodos de medida (14, 16) durante una fase de medida se aplica una tensión (U_{IDE}) y se determina el flujo de corriente (I_{IDE}) entre los electrodos de medida (14, 16) o la resistencia eléctrica y se genera una salida a modo de una medida de la concentración de partículas o flujo másico de partículas, donde durante la fase de medida se monitoriza la temperatura (T) del elemento sensor (10) y se realiza un calentamiento del elemento sensor (10) mediante el elemento calefactor (40) cuando la temperatura (T) del elemento sensor (10) quede por debajo de una temperatura límite (T_G), **caracterizado porque** el motor de combustión interna es parte de una propulsión híbrida de un vehículo y/o porque el motor de combustión interna es parte de un vehículo con un sistema de arranque-parada, porque la temperatura límite (T_G) es una temperatura constante en el rango de 50 °C a 200 °C y porque la calefacción se realiza también al quedar por debajo de la temperatura límite (T_G), mientras el vehículo se acciona eléctricamente con el motor de combustión interna desactivado y/o durante una fase de parada.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la temperatura límite (T_G) es una temperatura en el rango de 80 °C a 150 °C.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque, al calentar el elemento sensor (10) mediante el elemento calefactor (40), la temperatura límite (T_G) se supera como mucho ligeramente, particularmente a lo sumo como máximo en 50 K.
4. Procedimiento según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque el elemento sensor (10) presenta un elemento medidor de la temperatura (30), y la monitorización de la temperatura del elemento sensor (10) se lleva a cabo por medio del elemento medidor de la temperatura (30).
5. Procedimiento según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque se prevén fases de regeneración, en las que el elemento sensor (10) se calienta mediante el elemento calefactor (40) a una temperatura superior a la temperatura de combustión del hollín, particularmente superior a 600 °C.

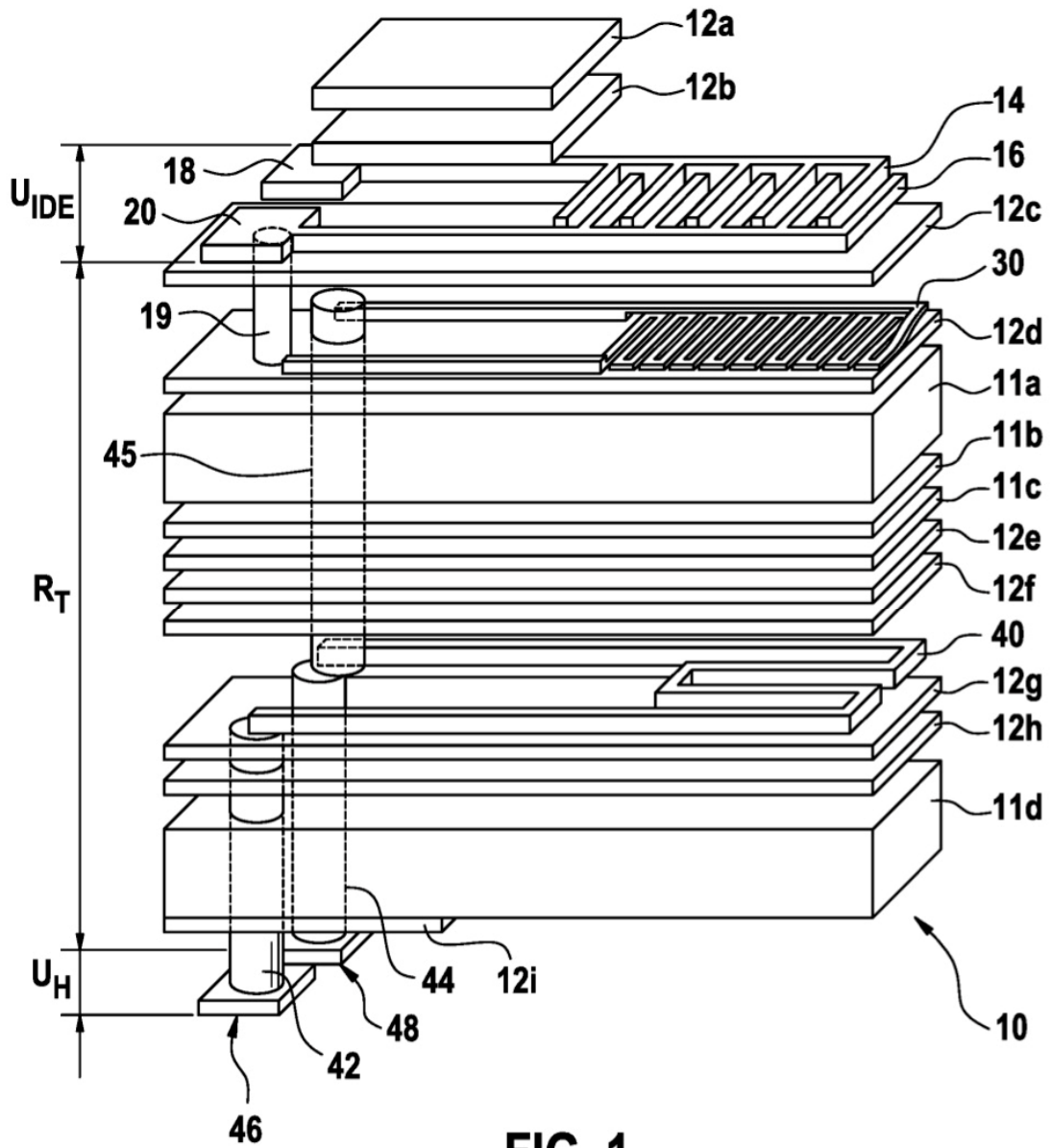


FIG. 1

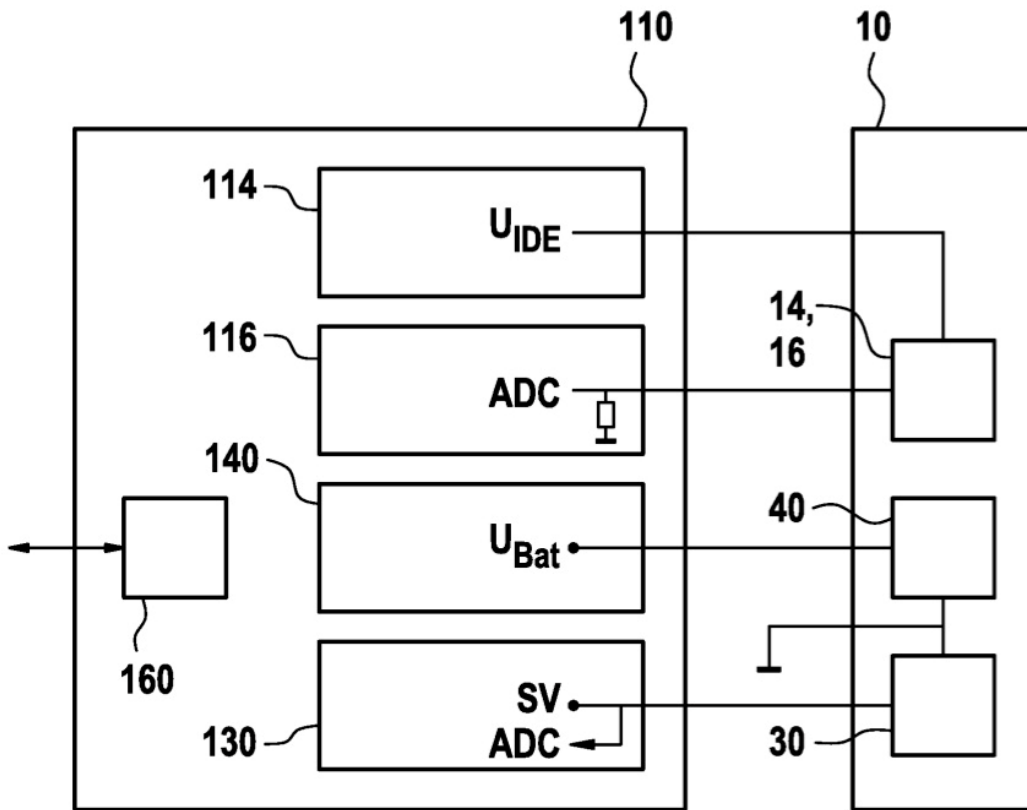


FIG. 2

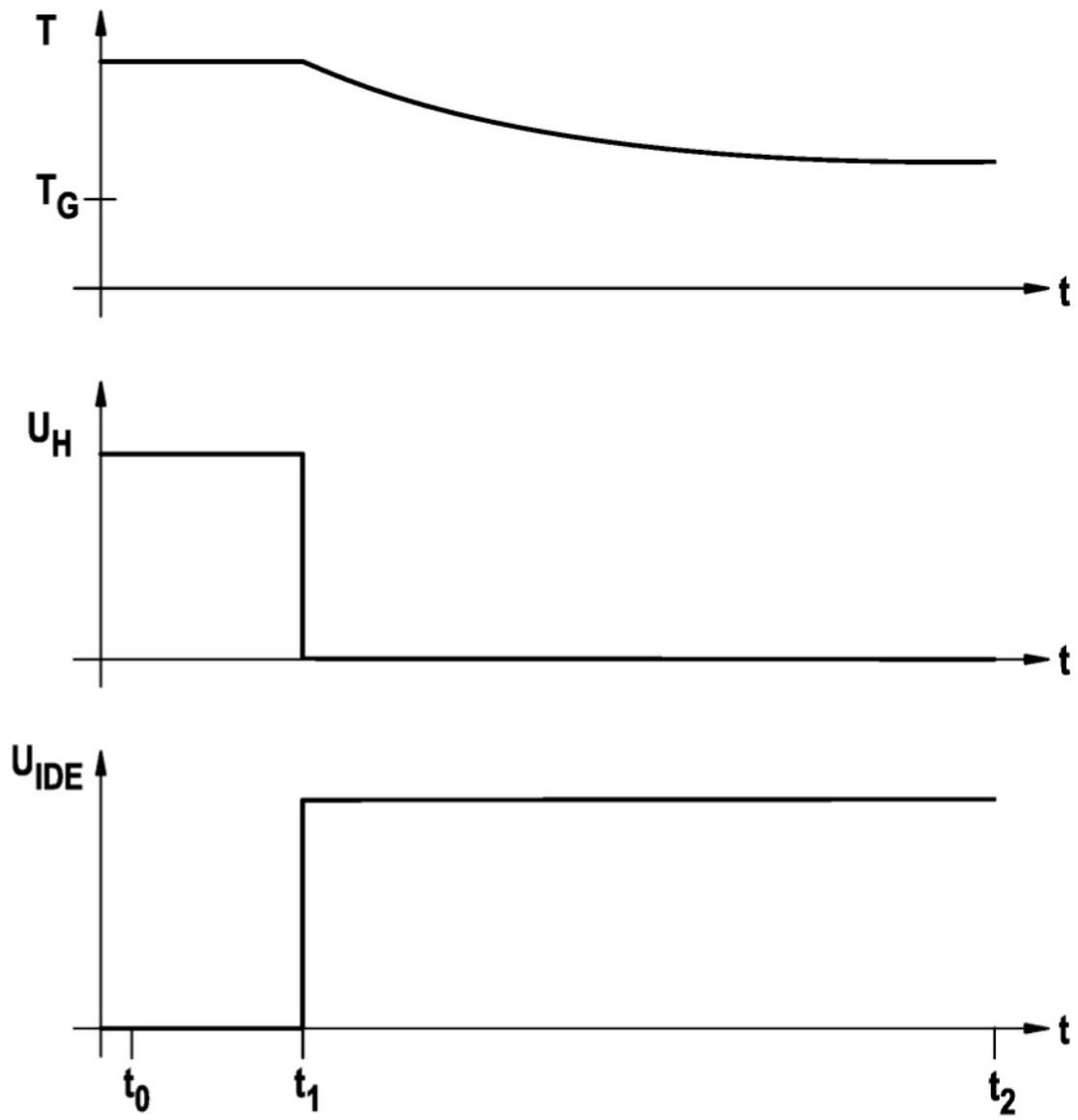


FIG. 3

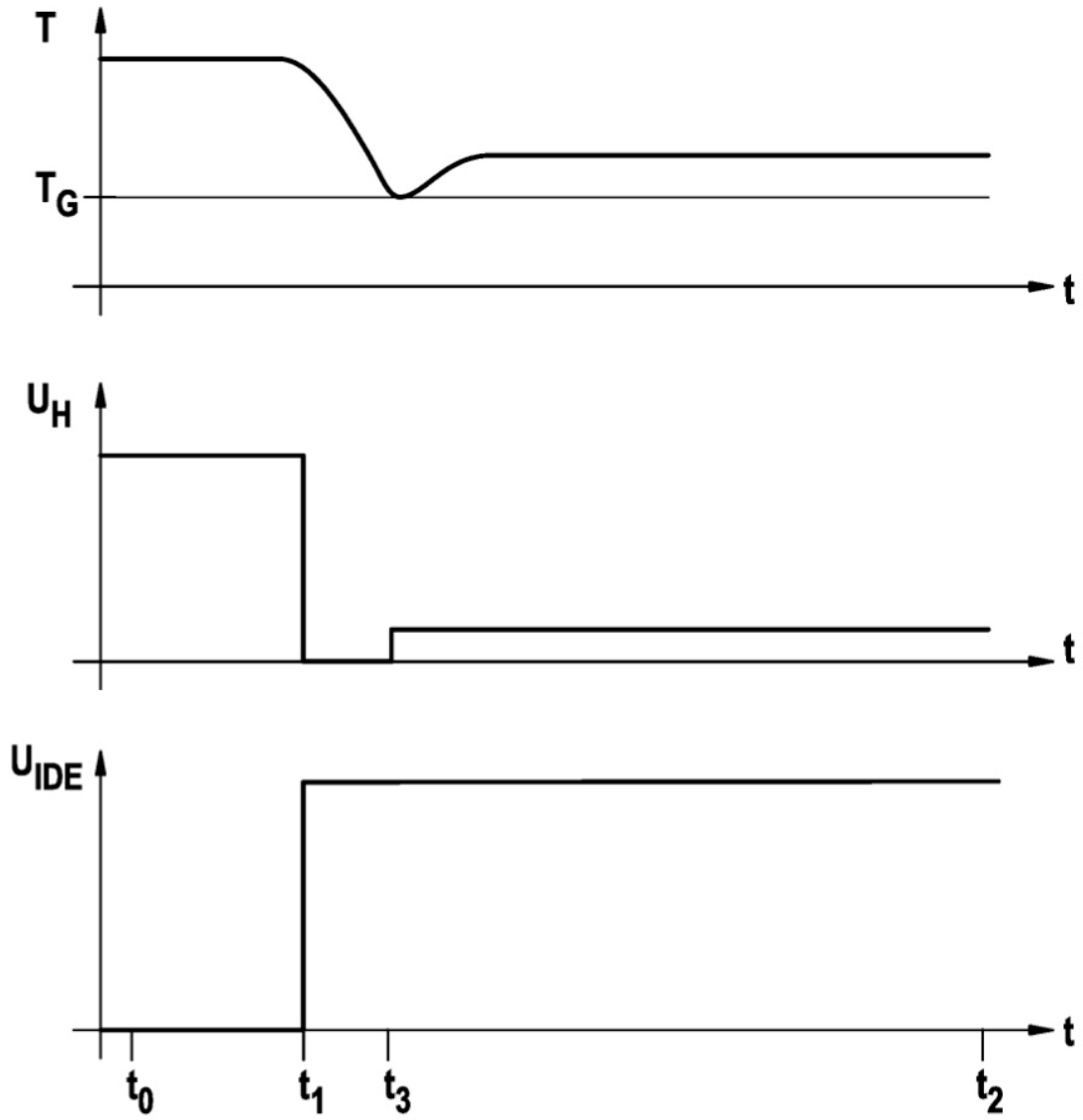


FIG. 4