



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 286 266**

51 Int. Cl.:
F02M 31/13 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02751188 .0**

86 Fecha de presentación : **24.07.2002**

87 Número de publicación de la solicitud: **1536129**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **01.06.2005**

54 Título: **Sistema de control de la temperatura del aire de admisión en motores diesel de combustión interna.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.12.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.12.2007

73 Titular/es: **Nagares, S.A.**
Carretera Madrid-Valencia, Km. 196
16200 Motilla del Palancar, Cuenca, ES

72 Inventor/es: **Navalón Carretero, Herminio**

74 Agente: **Carpintero López, Francisco**

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

Sistema de control de la temperatura del aire de admisión en motores diesel de combustión interna.

5 **Objeto de la invención**

La presente invención se refiere a un sistema de control de la temperatura del aire de admisión en motores diesel de combustión interna, basándose en la disposición de un módulo de calentamiento y control que se sitúa a la entrada de la correspondiente admisión del motor. Módulo que está formado principalmente dos tramos de aleaciones de metales diferentes, soldados por uno de sus extremos, para formar un termopar, que en combinación con un circuito de control, no solo permite suministrar energía al flujo de aire que la atraviesa, sino también conocer su temperatura de funcionamiento.

El objeto de la invención es proporcionar un sistema que, aplicado en cada una de las entradas de admisión de un motor Diesel de combustión interna, además de permitir controlar y/o regular automáticamente la temperatura del aire de admisión, actúa también como sensor de gasto másico, es decir, como sensor del caudal en cada una de dichas entradas de admisión.

20 **Antecedentes de la invención**

Como es sabido, en los motores Diesel actuales, con sistemas de inyección directa, la temperatura del aire de admisión se eleva por su compresión, de manera que durante la carrera de compresión del pistón el sistema de inyección inyecta combustible en el punto en el que se desea que se produzca la combustión.

Esto es relativamente sencillo pero tiene algunos inconvenientes tales como las emisiones de contaminantes, ya que éstas dependerán en gran medida de la temperatura en la que se produzca dicha combustión. A grandes rasgos, puede decirse que combustiones a temperaturas bajas producen emisiones de partículas tipo hollín, humos, etc, mientras que a temperaturas elevadas producen NO_x .

En cuanto a los sistemas de inyección, los fabricantes están trabajando con inyectores que permiten hacer multi-inyecciones a presiones cada vez más elevadas, permitiendo un control extraordinario de la cantidad de combustible y del punto de inyección.

En este marco, es donde se observa, que todas las mejoras introducidas con estos sistemas de inyección, se ven limitadas en la práctica por los sistemas de gestión del aire, puesto que por muy preciso que sea el control del combustible inyectado, sin un control igual de preciso de la masa de aire introducida en el cilindro y de su temperatura al cierre de la válvula de admisión, no será posible optimizar la combustión ni por tanto las emisiones contaminantes ciclo a ciclo.

Esta gestión del aire, es aun más difícil cuando entran en funcionamiento los sistemas de recirculación de gases de escape (EGR), que toman aire caliente del escape y lo envían a la admisión.

No obstante, el calentamiento del aire de admisión mediante resistencias es de uso habitual, y en tal sentido pueden citarse las patentes WO00/34643; US6152117 y US5988146, en las que se describen resistencias de calentamiento, aunque previstas para su aplicación en motores Diesel de cilindradas elevadas, en los que el factor de robustez prima sobre el factor de prestaciones, entendiéndose por prestaciones los tiempos de precalentamiento cortos, así como las pérdidas de carga bajas y la capacidad de autorregulación con tiempo de respuesta del orden de los tiempos característicos del motor, (la inversa del régimen de giro del motor), etc. Por otro lado estas resistencias de calentamiento no dan ninguna información de la temperatura a la que trabajan, lo cual deriva en la imposibilidad de efectuar una regulación en lazo cerrado, lo que lleva consigo el no poder trabajar a temperaturas elevadas ($500\text{-}1.200^\circ\text{C}$), puesto que a estas temperaturas un fallo en el control puede suponer la destrucción de la resistencia.

Para implementar la función de regulación con los calentadores descritos en las patentes referidas con anterioridad, a éstos se les puede soldar un termopar estándar, aunque este montaje, además de los problemas de costo y de industrialización que lleva asociados, tiene problemas de funcionalidad puesto que si el termopar que se suelda está hecho con hilos de pequeña sección será muy poco robusto y la soldadura se romperá fácilmente debido a las dilataciones y contracciones de la resistencia al calentarse y enfriarse sucesivamente, así como a las vibraciones del motor, puesto que no hay que olvidar que el elemento se coloca en la entrada de las toberas de admisión, en la culata y muy próxima a los cilindros.

Si se quiere evitar el problema que se acaba de referir hay que soldar un termopar construido con hilos de sección relativamente grande, pero de este modo el calor fluye del punto de medida por el cable del termopar y la medida es falsa. Esto sin mencionar que en cualquier caso, el hecho de soldar un termopar a la resistencia y de que haya un trozo de hilo en el camino del flujo de aire, crea una singularidad en la superficie de la resistencia, en el punto de medida, que hace que la temperatura medida sea en cualquier caso errónea.

Teniendo en cuenta lo hasta aquí expuesto sería bueno poder fijar la temperatura del aire de admisión y conocer el caudal en cada una de las entradas de las toberas de admisión.

Otra pieza de la técnica anterior es el documento JP 60 116 849 A. Muestra un sistema de calentamiento para calentar el aire de admisión de un motor de combustión interna. Como elemento de calentamiento se usa un calentador eléctrico. El documento DE 19954 690 A muestra un elemento de Peltier como calentador para el aire de admisión.

5 Descripción de la invención

El sistema que se preconiza ha sido concebido para resolver la problemática anteriormente expuesta, y más concretamente para poder controlar la temperatura del aire de admisión de los motores Diesel de automoción, lo que supone poder hacer un control dinámico de la cantidad de calor suministrada al caudal de aire que entra en cada cilindro del motor.

Más concretamente, el sistema de la invención se basa en utilizar una resistencia de calentamiento formada por dos tramos, cada uno con unas propiedades metalúrgicas tales que la unión entre ellos forma un termopar que, en combinación con un circuito de control, permite controlar y medir la temperatura del aire de admisión hasta el límite de que la temperatura de dicho aire de admisión sea constante e independiente de la temperatura ambiente.

Los dos tramos de resistencia de calentamiento están constituidos por aleaciones de metales diferentes soldados entre sí, de tal modo que la unión deberá quedar situada en el centro de la sección que atraviesa el flujo, por lo que el módulo que forma la resistencia con el circuito de control se dispone a la entrada de la admisión.

El principio de medida de temperatura en el que se basa el sistema es el mismo por el que funcionan los termopares, es decir en el efecto Seebeck que dice: "si se unen dos hilos de metales distintos formando un circuito cerrado y se colocan sus uniones a distintas temperaturas, aparecerá en el circuito una corriente débil que se podrá medir". Si se abre el circuito lo que se medirá es la fuerza electromotriz generada por la diferencia de temperatura entre las uniones, no debiendo olvidarse que lo que se observa es un fenómeno termoeléctrico, es decir, que quien genera la fuerza electromotriz es el cable y no la unión, puesto que ésta sirve únicamente para cerrar el circuito.

Evidentemente, ésta es también la razón por la que se necesitan dos metales diferentes para la resistencia, ya que si los dos fueran iguales generarían diferencias de tensión iguales y de signo contrario, por lo que no se mediría nada.

La resistencia que forma la parte fundamental del sistema de la invención, de acuerdo con las características anteriormente referidas, constituye un termopar debido a que aquella está formada por la unión de dos metales y en sus extremos se puede medir una tensión que será función de la temperatura a la que está la unión, de modo que la característica fundamental del termopar es que los materiales que forman la unión, tanto por sus propiedades metalúrgicas como por sus dimensiones físicas y propiedades mecánicas, permiten que el termopar pueda ser utilizado alternativamente como resistencia de calentamiento o como termopar propiamente dicho.

En cuanto al circuito de control que forma igualmente parte del sistema, el mismo se conecta entre los bornes de salida de la resistencia, de manera que en la salida no conectada a masa de tal resistencia se obtiene una señal de tensión, que previamente acondicionada por un amplificador, es la señal de temperatura de la resistencia. Todo ello de manera que cuando no hay señal de activación de potencia la resistencia se comporta como termopar.

Cuando hay señal de activación de potencia, el circuito de control suministra pulsos de energía a la resistencia y tras cada pulso suministrado compara esta señal de temperatura con una señal de temperatura de referencia previamente fijada, de tal modo que mientras la temperatura de la resistencia sea mayor a la de referencia el circuito de control no hace nada y cuando la temperatura de la resistencia sea inferior a la de referencia se le suministrará un nuevo pulso de energía a la resistencia con el objeto de subir su temperatura y en promedio mantenerla a la temperatura de referencia que se fije. Es decir, cuando la señal de activación de potencia está activada, el circuito de control hará automáticamente lo necesario para mantener la temperatura de la resistencia a la temperatura de referencia a la que se desea que la resistencia trabaje.

En cuanto a la medida del caudal de aire que atraviesa la resistencia, esta se puede hacer de varias maneras, es decir de acuerdo al menos con tres métodos diferentes.

Un primer método consistiría en las siguientes fases operativas:

- Aportación de un pulso de energía conocida al caudal de aire.
- Medición de la temperatura de la placa en el momento en que se deja de suministrar energía, que indirectamente informa de la temperatura del caudal de aire en ese instante.
- Esperar hasta que la temperatura de la placa se estabilice, midiendo ese tiempo de espera
- Medición de nuevo de la temperatura, que informará de la temperatura ambiente del caudal.
- Los datos correspondientes a la diferencia de temperatura y al tiempo que se ha tardado en alcanzarla, proporcionan la información necesaria para calcular el caudal.

ES 2 286 266 T3

Un segundo método para estimar el caudal, se basa únicamente en la medida de temperatura de la placa, asumiendo algunas hipótesis de acuerdo con la ecuación $Q = \rho \cdot V_c / t$, en donde Q es el caudal que se desea conocer, ρ es la densidad del gas, V_c el volumen del cilindro y t el tiempo durante el cual se está llenando el cilindro. V_c y t son datos que conocemos y sabemos que ρ depende de la temperatura del gas que es función de la temperatura de la resistencia, y que es el dato que medimos.

Un tercer método para estimar el caudal, se basa en aportar energía continuamente con el objeto de mantener constante la temperatura de la placa, de manera que la medida instantánea de la energía necesaria para mantener esa temperatura daría al caudal del mismo modo que un caudalímetro de hilo caliente.

En todos los casos, todos los métodos, se basan en la utilización de la resistencia de calentamiento con termopar intrínseco, de acuerdo con las características referidas anteriormente.

Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1.- Muestra una vista del esquema correspondiente a la resistencia de calentamiento montada sobre el conducto que canaliza el flujo de admisión, y cuya resistencia está formada por dos tramos unidos en un punto que corresponde con el centro de la canalización de ese flujo de admisión. Esos dos tramos de la resistencia son de aleaciones de metales distintos.

La figura 2.- Muestra el esquema correspondiente a los caminos para los gases de admisión y de escape establecidos en un motor, en el que se incluye el sistema de la invención en correspondencia con la entrada de admisión.

La figura 3.- Muestra el esquema correspondiente a la aplicación práctica del sistema de la invención, concretamente el control automático de la temperatura de la placa.

La figura 4.- Muestra, finalmente, el mismo esquema representado en la figura anterior asociado a una unidad de control electrónico de motor.

Realización preferente de la invención

A la vista de las figuras referidas puede observarse como el sistema de la invención, previsto para calentar el aire de admisión en motores Diesel de combustión interna, se basa en utilizar una resistencia eléctrica de resistividad constante en todo el margen de temperaturas de trabajo, estando la resistencia formada por dos tramos (1) y (1') unidos entre sí a través de uno de sus extremos, cuya unión es la referenciada con (2) en la figura 1. Esos dos tramos (1) y (1') de la resistencia eléctrica son de materiales de aleaciones diferentes. La resistencia en su conjunto, debido a las características referidas, forma un termopar que además de permitir suministrar energía al flujo de aire permite conocer su temperatura de funcionamiento.

En la figura 2 puede observarse el esquema de un motor de combustión interna, donde se aprecia un cilindro (3) dentro del bloque motor (D) y su pistón (E), las toberas de admisión (6) y de escape (A) que determinan los caminos por los que van los gases a través de la culata (H) del motor, desde los colectores (4) y (5) hasta las válvulas (F) y (G), que permiten que los gases entren o salgan del cilindro durante los ciclos de admisión y de escape respectivamente. En esta figura también se representa el conducto de recirculación de los gases de escape (EGR) (7) y (C) a través del cual se introducen parte de los gases de escape en el sistema de admisión cuando la válvula del EGR (B) está abierta.

Pues bien, en la admisión (6) del correspondiente cilindro (3) se monta el módulo formado por la resistencia constituida por los tramos (1-1') unidos entre sí y un circuito de control que más adelante se expondrá, con la particularidad de que la unión (2) de los dos tramos de resistencia (1) y (1') deberá quedar dispuesta preferentemente en correspondencia con el centro del flujo del conducto de admisión (4), que es donde el flujo es mayor.

El sistema así constituido permite ser utilizado como regulador automático de temperatura del aire de admisión, como sensor de temperatura tipo termopar y como sensor de gasto másico.

En la figura 3 se muestra el esquema de funcionamiento, pudiéndose observar las dos funciones para las que se puede utilizar dicho sistema, así como la salida V_p que indica la tensión en el borne (8) del tramo de resistencia (1) que no está puesto a masa, siendo la señal de esa salida V_p previamente acondicionada mediante un amplificador (9), señal que se utilizará para la función de caudalímetro.

Cuando no hay señal de activación de potencia (10), el sistema indicará la temperatura de la placa, medida en bornes (8-8') de la resistencia formada por los tramos (1) y (1'), y cuya señal es previamente acondicionada por un amplificador (12).

ES 2 286 266 T3

Cuando hay señal de activación de potencia (10) (CDE, fig. 3), el circuito de control suministra pulsos de energía a la resistencia y tras cada pulso suministrado compara esta señal de temperatura con una señal de temperatura de referencia previamente fijada, de tal modo que mientras la temperatura de la resistencia sea mayor a la de referencia, el circuito de control no hace nada y cuando la temperatura de la resistencia sea inferior a la de referencia se le suministra un nuevo pulso de energía a la resistencia con el objeto de subir su temperatura y en promedio mantenerla a la temperatura de referencia que se fije. Es decir, cuando la señal de activación de potencia (10) está activada el circuito de control hará automáticamente lo necesario para mantener la temperatura de la resistencia a la temperatura de referencia a la que se desea que la resistencia trabaje.

Una tercera función que deriva de las otras dos, es la de caudalímetro, utilizándose habitualmente los de platino o hilo caliente, basándose su funcionamiento en poner dos hilos de platino en el flujo de aire, de manera que uno de ellos mide la temperatura del gas y el otro, el hilo caliente, mide el caudal, lo que se puede hacer en virtud a que la resistividad del platino varía con la temperatura. Dicho principio de funcionamiento consiste en medir la cantidad de potencia que es necesario aportar al hilo caliente y que éste cede al flujo de aire por conducción y por convección, para mantener la diferencia de temperatura entre los dos hilos, hilo caliente y frío, constante.

Un primer método de estimar el caudal se basa en las siguientes fases operativas:

- Aportación de un pulso de energía conocida al caudal de aire.
- En el instante que se deja de suministrar energía se mide la temperatura de la placa que indirectamente nos informa de la temperatura del caudal de aire en ese instante.
- Esperar hasta que la temperatura de la placa se estabilice, midiéndose ese tiempo.
- Medición de nuevo de la temperatura, que informará de la temperatura ambiente del caudal.
- La diferencia de temperaturas y el tiempo que se ha tardado en alcanzarla, da toda la información necesaria para calcular el caudal.

Cualitativamente, es fácil ver que si el caudal es alto, tanto la diferencia de temperatura como el tiempo de bajada, serán pequeños. Si el caudal es bajo la diferencia de temperaturas será grande y el tiempo de bajada también, todo ello de manera tal que las diferencias se pueden conocer y tabular del mismo modo que se hace con un sensor clásico de hilo caliente.

Un segundo método para estimar el caudal, se basa únicamente en la medida de temperatura de la placa y en asumir algunas hipótesis:

$$Q = \rho \cdot V_c / t$$

Siendo Q el caudal del gas, ρ su densidad, V_c el volumen del cilindro y t el tiempo durante el cual se está llenando el cilindro. Conocemos V_c , puesto que es un parámetro constructivo del motor, y t , que es, inversamente proporcional al régimen de giro del motor ($K/\text{régimen}$) y asumimos dos hipótesis, la primera que la densidad es función solo de la temperatura del gas, y la segunda, que la temperatura del gas es función sólo de la temperatura de la placa T_g , de tal modo que la densidad es una función de la temperatura de la placa ($\rho = f(T_g)$). En estas condiciones la expresión del caudal se transforma en:

$$Q = f(T_g) \cdot V_c \cdot \text{régimen} / K$$

Y para cada motor en particular, dando un valor a V_c y tomando $K_1 = V_c / K$, la expresión resultante para el caudal es

$$Q = f(T_g) \cdot K_1 \cdot \text{régimen}$$

Un tercer método de estimar el caudal puede ser aplicable en motores en los que se trabaje a temperatura de admisión constante, en cuyo caso el sistema aportaría energía continuamente con objeto de mantener la temperatura de la placa constante. La potencia suministrada en cada instante para mantener la temperatura de la resistencia constante daría al caudal del mismo modo que un caudalímetro de hilo caliente. Esta potencia se mide a partir de la señal V_p (fig. 3 y fig. 4) puesto que el valor de la resistencia es constante y V_p nos indica la tensión suministrada y el tiempo durante el que se suministra. Este método es equivalente al método anterior fijando la densidad del gas que entra al cilindro.

En la figura 4 se muestra la conexión del circuito de control de la temperatura del aire de admisión, de acuerdo con el esquema reflejado en la figura 3, con la unidad de control electrónico del motor (13), en donde se ha dispuesto un interface (14), que puede ser analógico o digital, de las señales V_p y temperatura en bornes de la resistencia.

ES 2 286 266 T3

Todos los casos mencionados anteriormente se basan en la utilización de la resistencia de calentamiento con termopar intrínseco, de acuerdo con las características referidas.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

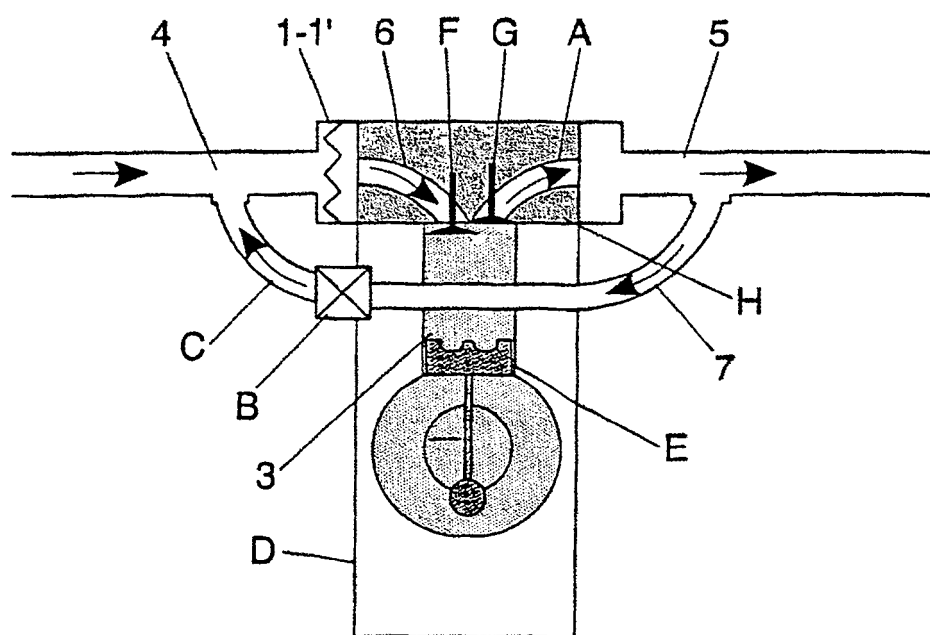
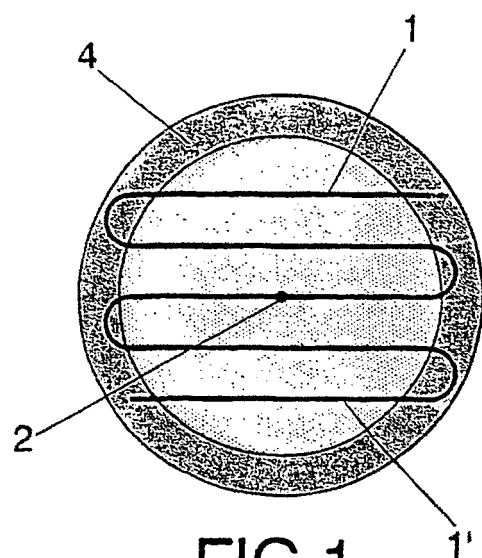
65

REIVINDICACIONES

1. Sistema de control de temperatura del aire de admisión en motores Diesel de combustión interna apropiado para calentar el aire de admisión, controlar la temperatura y conocer el caudal de este flujo de aire, **caracterizado** porque comprende un módulo formado por medios de calentamiento y un circuito de control, estando dicho módulo situado en cada entrada (4) de admisión para calentar y controlar la temperatura del aire de admisión hasta un límite en el que la temperatura se mantiene constante e independiente de la temperatura ambiente, y en el cual unos medios de calentamiento consisten en una resistencia que tiene dos tramos (1) y (1') hechos de diferentes aleaciones de metales, conectados en uno de sus extremos (2) para formar un termopar en el cual la unión de dichos tramos (1) y (1') queda situada en el centro del conducto de admisión.

2. Sistema de control de temperatura del aire de admisión en motores Diesel de combustión interna, según reivindicación 1, **caracterizado** porque el circuito de control conectado a los bornes (8-8') de la resistencia formada por los tramos (1) y (1') comprende: dos señales de control CDE y T_ref que son las señales de activación de potencia y de indicación de la temperatura de trabajo respectivamente; unas salidas Vp y T que informan de la tensión en bornes (8-8') de la resistencia y de la temperatura de la resistencia respectivamente, con sus respectivos circuitos amplificadores y acondicionadores (9 y 12); y finalmente un comparador (11) a través del que se comanda el aporte de energía a la resistencia en caso de que la señal de activación de potencia (CDE) esté activada.

3. Sistema de control de temperatura del aire de admisión en motores Diesel de combustión interna, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el circuito de control está conectado a una unidad de control electrónico (13) del respectivo motor, con la interposición de un interface (14) que puede ser tanto digital como analógico.



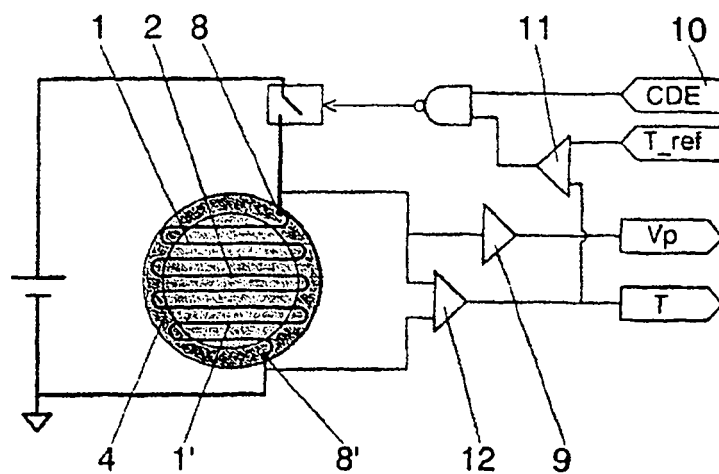


FIG.3

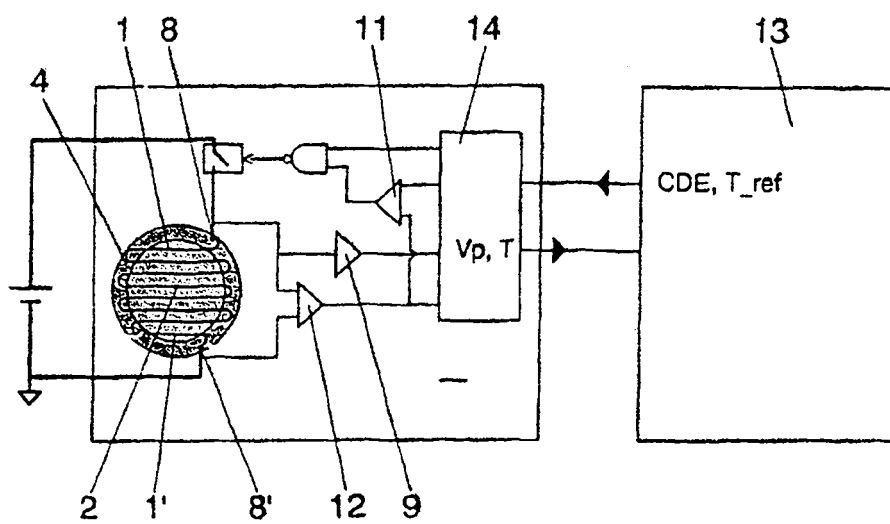


FIG.4