



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 305 159**

51 Int. Cl.:
B23K 26/42 (2006.01)
G01N 21/17 (2006.01)
B23K 26/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02017281 .3**
86 Fecha de presentación : **01.08.2002**
87 Número de publicación de la solicitud: **1386690**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **04.02.2004**

54 Título: **Máquina de mecanizado por láser.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.11.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.11.2008

73 Titular/es:
TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG.
Johann-Maus-Strasse 2
71254 Ditzingen, DE

72 Inventor/es: **Weick, Jürgen-Michael y**
Dimter, Marc

74 Agente: **Gil Vega, Víctor**

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

Máquina de mecanizado por láser.

5 La invención se refiere a una máquina de láser para el mecanizado de piezas según el preámbulo de la reivindicación 1. La US-A-44716150 revela una máquina de mecanizado de este tipo.

10 En una máquina de mecanizado por láser con un láser de CO₂ se generan los rayos láser para el mecanizado de material mediante vibraciones moleculares. La radiación láserica generada se conduce, normalmente, a través de una atmósfera de gas que se mantiene libre de sustancias con medidas precisas, sustancias que pueden absorber la radiación de láser generada.

15 La medición del efecto fotoacústico se conoce por L.B. Kreutzer: Laser optoacoustic spectroscopy, A new technique of gas analysis, (espectroscopia fotoacústica de láser, una nueva técnica de análisis de gas), Anal. Chem. 46 239A, 1974.

20 Por la DE 195 35 720 A1 se conoce un procedimiento y un sistema para la prueba de estanqueidad de carcasas en el que se ilumina un gas que escapa mediante un haz de luz de una fuente de luz sincronizada de modo que al existir una fuga en la carcasa se puede medir el efecto fotoacústico. Para mejorar la medición se propone un circuito de reacción.

25 Para el control de la atmósfera de gas se conoce la utilización de un filtro molecular (véase por ejemplo la EP 0 749 800) o la utilización de nitrógeno como gas de relleno para el posicionamiento del haz (véase, por ejemplo, la WO 95/33594).

Al estado actual de la técnica pertenecen también medidas o apantallados contra una entrada de gas desde el exterior.

30 La radiación láserica de CO₂ es absorbida por muchas moléculas en mayor o menor medida. La condición previa para la absorción es que uno de los enlaces moleculares tenga la energía de enlace adecuada. Ejemplos de tales sustancias gaseosas que han de mantenerse alejadas de la conducción del rayo son el SF₆, C₂H₄, hidrocarburos halogenados, amoníaco, alcoholes, acetona, y CO₂.

35 El efecto nocivo de estos gases no es la absorción en sí y, por lo tanto, el debilitamiento de la potencia de la radiación láserica necesaria para el mecanizado, sino el efecto óptico que se produce a causa de la absorción sobre la radiación láserica que resulta en un ensanchamiento del rayo y en una distorsión del frente de fases. La absorción relevante para la máquina de mecanizado por láser no tiene un efecto apreciable en cuanto al debilitamiento de la potencia. El verdadero efecto nocivo es la influencia negativa sobre la radiación láserica debido a un aumento de la temperatura y la correspondiente modificación del índice de refracción.

40 Los ensayos han mostrado que una contaminación con < 100 ppb (0,1 ppm) de SF₆ que tiene la mayor absorción conocida con una longitud de onda de 10 μm es suficiente como para afectar decisivamente de modo negativo el corte de una chapa de acero con una potencia de láser de 3 kW.

45 El objetivo de la invención consiste en proporcionar dentro de una máquina de mecanizado por láser un control de la atmósfera de gas y de todos los gases producidos en la empresa que presentan un efecto recíproco con el mecanizado por láser.

50 Este objetivo se alcanza según la invención con una máquina de mecanizado por láser de acuerdo con la reivindicación 1.

La invención tiene las siguientes ventajas:

- 55 - Con ayuda del principio de medición según la invención se pueden detectar de forma precisa las moléculas que absorben la longitud de ondas del láser de CO₂.
- Precisamente estas moléculas perturbadoras afectan el mecanizado y pueden detectarse a tiempo.
- 60 - Con el láser de mecanizado se dispone de un láser de diagnóstico y no es necesario instalarlo adicionalmente.

65 En la célula de medida se pueden detectar incluso concentraciones muy pequeñas de SF₆ ó C₂H₄ ya que se puede aprovechar una absorción fuerte de una radiación de diagnóstico de, por ejemplo 10,6 μm. Por el desacoplamiento de la radiación de diagnóstico de la radiación de láser existente para el mecanizado de material puede obviarse la utilización de un láser de medición adicional incluido en los sistemas comerciales normales. Se puede realizar un análisis en tiempo real de la calidad de la atmósfera de gas en la conducción del rayo o de los gases de trabajo del láser y de los gases de soldadura o corte.

ES 2 305 159 T3

El dispositivo para el desacoplamiento de la radiación de diagnóstico de la radiación de láser se puede realizar de modo sencillo con medios de difracción, reflexión o por la utilización de espejos parcialmente translúcidos a la radiación de láser que se pueden integrar fácilmente en un sistema óptimo de láser de la máquina de mecanizado por láser.

Se prefiere la disposición del sistema para el desacoplamiento de la radiación de diagnóstico en la zona de un espejo retrovisor de la fuente de rayos láser de la máquina de mecanizado por láser.

En un desarrollo de la invención se han previsto medios para una radiación pulsada de diagnóstico. Esto es necesario para la medición de un efecto fotoacústico. La generación de radiación pulsada de láser puede realizarse de modo mecánico o electrónico.

En un tipo de ejecución preferido de la invención se ha previsto una unidad de regulación para la utilización de un gas de lavado dependiendo del efecto fotoacústico medido. Solamente se ha de recurrir a la utilización de gas de lavado en caso necesario. Se puede reducir el consumo de N_2 . De preferencia, se utiliza una regulación del caudal de los gases de la máquina de mecanizado por láser produciéndose una limpieza de la línea de alimentación o de la conducción del rayo láser mediante la alimentación o el barrido con gases lo más puros posibles en caso de una contaminación de la línea de alimentación o de la conducción del rayo láser.

Para simplificar la configuración de la máquina de mecanizado por láser es ventajoso prever una célula de medida común para el análisis de diferentes gases de la máquina de mecanizado por láser, especialmente de los gases de alimentación del láser y/o de la máquina de mecanizado por láser, de gases de corte y/o gases de trabajo.

Es ventajoso utilizar la medición del efecto fotoacústico para el control de la máquina de mecanizado por láser produciendo una reducción de velocidad (funcionamiento de emergencia) en función del efecto fotoacústico medido. Se interrumpe a tiempo un mecanizado defectuoso.

En los dibujos se ha representado esquemáticamente un ejemplo de ejecución preferido de la invención, que se explica a continuación con más detalle con referencia a las figuras adjuntas, que muestran:

La figura 1: una representación esquemática de un conjunto para el análisis de un medio gaseoso en la zona de una máquina de mecanizado por láser.

La figura 2: una representación esquemática de una máquina de mecanizado por láser.

La figura 3: una representación esquemática de la regulación.

En la figura 1 se puede ver un conjunto 1 con una célula de medida 2 estanca al gas en la que puede entrar y de la que puede salir una atmósfera de gas a analizar a través de una entrada 3 y una salida 4. El gas es aspirado con ayuda de una bomba de vacío. Debido a la limpieza necesaria han de evacuarse la línea de medición y la célula de medida 2. Para el análisis del gas se conduce a través de la célula de medida 2 una radiación de diagnóstico 5 de un láser de CO_2 no representado de la máquina de mecanizado por láser con una longitud de onda de aproximadamente $10\text{ }\mu\text{m}$.

Cuando existen moléculas de gas, por ejemplo SF_6 , que absorben una parte de la radiación de diagnóstico 5 se libera a continuación de nuevo la energía absorbida en forma de energía cinética y, por lo tanto, térmica. Esta liberación de energía conduce a un cambio de presión medible que se puede detectar con ayuda de un detector acústico -un micrófono sensible- (efecto fotoacústico, véase también L.B. Kreutzer: Laser opto-acoustic spectroscopy, A new technique of gas analysis, Anal. Chem. 46 239 A, 1974). Si ahora se irradia sistemáticamente el gas que se encuentra en la célula de medida 2 con la radiación pulsada de diagnóstico 5 y si se encuentran moléculas de absorción en la atmósfera de gas, las mismas pueden absorber durante la medición una parte de la radiación de diagnóstico durante un espacio corto de tiempo de manera que se puede registrar mediante un detector acústico un cambio de presión generado por la absorción y evaluar con ayuda de un procedimiento de procesamiento electrónico de señales.

Para generar la radiación de diagnóstico 5 se desacopla una pequeña parte de la potencia del láser de CO_2 disponible para el mecanizado de una pieza de material con ayuda de un espejo retrovisor 7 y una rueda de contacto vibrador. Para generar un rayo láser pulsado para la radiación de diagnóstico 5 se utiliza la rueda de contacto vibrador (vibrador de rayos). Como alternativa, se puede pulsar de modo definido el láser en los intervalos entre mecanizados, en caso dado se pueden generar de dos a tres frecuencias selectivas de medición. Se utilizan de 10 a 20 W de la radiación del láser de CO_2 que impacta, de preferencia, en el espejo retrovisor 7 de una fuente de radiación. Aproximadamente del 0,2 al 1% de la potencia del láser se desacopla para el análisis del gas. La radiación de diagnóstico 5 se conduce a través de la célula de medida 2 en la que se encuentra el detector acústico. En el extremo opuesto de la célula de medida 2 está situado un cabezal de medición de potencia 6 por detrás de una ventana 9 para medir la potencia alimentada del rayo láser.

Para el desacoplamiento de la potencia de diagnóstico 5 también se puede utilizar un reflector pasivo parcialmente translúcido de la conducción del rayo láser de CO_2 . La radiación de diagnóstico 5 también puede hacerse salir por reflexión o difracción desde el rayo láser de CO_2 de trabajo e introducirse en la célula de medida 2 a través de una ventana 10.

ES 2 305 159 T3

El conjunto 1 puede instalarse de modo estacionario en una máquina de mecanizado por láser conocida en sí y, por lo tanto, no representada, por ejemplo en forma de una unidad de diagnóstico. El conjunto también puede preverse como módulo de diagnóstico de modificación posterior y montarse adicionalmente en una máquina de mecanizado por láser existente. Además, es posible conectar el conjunto 1 durante un tiempo corto con la máquina de mecanizado por láser con el fin de realizar mediciones o análisis. Con ayuda del conjunto 1 se puede medir cíclicamente la calidad de una atmósfera de gas (aspirada por una bomba de vacío) dentro de la máquina de mecanizado por láser: aire o nitrógeno en la conducción del rayo, gas de corte, soldadura o protección para el mecanizado del material, gases para operación de láser. Se pueden impedir preventivamente posibles problemas durante el mecanizado del material debidos a que la radiación de láser está afectada por gases con impurezas.

La atmósfera de gas en la trayectoria de los rayos puede regularse, además, en cuanto a su pureza. El gas de lavado (nitrógeno) no ha de soplar de modo continuo sino ya solamente en caso de necesidad.

En una máquina de mecanizado por láser 11 según la figura 2 se ha previsto una sola célula de medida 12 para comprobar la composición del gas en las líneas de alimentación del gas, de los gases de corte y de trabajo y de los gases en la conducción del rayo. El rayo de láser 14 que sale en un espejo retrovisor 12 es alimentado a un cabezal de medición de potencia 14 y se conduce hasta la célula de medida 12 como rayo de diagnóstico. Con ayuda de una comunicación multiplex y válvulas 15, las células de medida 12 reciben opcionalmente los gases a examinar. Estos gases pueden ser gases de líneas de entrada de gases de alimentación del láser, es decir desde una línea de entrada 16 (CO_2), 17 (N_2) y 18 (He). También se puede examinar la atmósfera de gas en una conducción de rayo 19 en la que se conducen gases de corte y de trabajo a través de una línea de entrada 20 (O_2) y una línea de entrada 21 (N_2), debido que se han previsto una salida de gas 22, una línea de entrada a la célula de medida 12 y una válvula en la línea de entrada. La célula de medida 12 tiene asignada una bomba de vacío 23 para la evacuación de la célula de medida 12.

También es posible una recirculación de los gases después de la salida del gas 22 hasta el posicionamiento del haz 19.

La máquina de mecanizado por láser se completa con una aspiración 24 con un filtro para los gases de la máquina de mecanizado por láser. Si se corta material sintético y se trabaja con un filtro de carbón activo se puede controlar el efecto del filtro con ayuda del sistema para el análisis del gas (célula de medida, sensor) y se puede generar una señal de alarma cuando el carbón activo está saturado y la adsorción es insuficiente.

La figura 3 muestra una regulación de la circulación del gas de trabajo y de corte controlándose el volumen de gas 25 en la conducción del rayo 19 en cuanto a la absorción de la radiación de diagnóstico. Como resultado de una comparación entre el valor real y el teórico se incrementa el caudal medio Q del gas de trabajo y de corte durante la absorción al sobrepasarse un valor límite X_w para sustituir las moléculas perturbadoras de gas por moléculas siguientes del gas de trabajo o de corte. El gas de lavado (nitrógeno), por ejemplo, no ha de soplar de modo continuo con un elevado caudal medio sino solamente en caso de necesidad.

Lista de referencias

- 1 Conjunto de análisis.
- 2 Célula de medida.
- 3 Entrada de gas.
- 4 Salida de gas.
- 5 Radiación de diagnóstico.
- 6 Cabezal medidor.
- 7 Espejo retrovisor.
- 8 Contacto vibrador.
- 9 Ventana de la célula de medida.
- 10 Ventana de la célula de medida.
- 11 Máquina de mecanizado por láser.
- 12 Célula de medida.
- 13 Espejo retrovisor.

ES 2 305 159 T3

14	Rayo láser.
15	Válvula.
5 16	Línea de alimentación.
17	Línea de alimentación.
18	Línea de alimentación.
10 19	Conducción del rayo
20	Línea de alimentación.
15 21	Línea de alimentación.
22	Salida de gas.
23	Bomba de vacío.
20 24	Aspiración.
25	Volumen de gas.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Máquina de mecanizado por láser (11) con una radiación láser, de preferencia de un láser de CO₂, prevista para el mecanizado de una pieza de material con una célula de medida (2; 12) en la que puede entrar un gas de la máquina de mecanizado por láser a analizar, especialmente un gas de alimentación del láser y/o de la máquina de mecanizado por láser (11) o un gas de corte y/o un gas de trabajo, **caracterizada** porque está equipada con un sistema (7) para el desacoplamiento de una radiación de diagnóstico (5; 14) desde la radiación de láser y con un detector acústico para registrar el llamado efecto fotoacústico que se produce en la célula de medida (2; 12) después de la absorción de la radiación de diagnóstico (5; 14).

15 2. Máquina de mecanizado por láser según la reivindicación 1, **caracterizada** porque el sistema para el desacoplamiento de la radiación de diagnóstico (5; 14) desde la radiación de láser comprende medios para la difracción de la radiación de láser utilizada para la medición de potencia.

3. Máquina de mecanizado por láser según la reivindicación 1, **caracterizada** porque el sistema para el desacoplamiento de la radiación de diagnóstico (5; 14) desde la radiación de láser comprende medios para la reflexión de la radiación de láser utilizada para la medición de potencia.

20 4. Máquina de mecanizado por láser según la reivindicación 1, **caracterizada** porque el sistema para el desacoplamiento de la radiación de diagnóstico (5; 14) desde la radiación de láser utiliza un espejo parcialmente traslúcido de la radiación de láser utilizada para la medición de potencia.

25 5. Máquina de mecanizado por láser según la reivindicación 4, **caracterizada** porque el espejo parcialmente traslúcido es el espejo retrovisor (13) de una fuente de radiación.

6. Máquina de mecanizado por láser según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque se han previsto medios mecánicos para generar una radiación pulsada de diagnóstico.

30 7. Máquina de mecanizado por láser según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada** porque se han previsto medios electrónicos para generar una radiación pulsada de diagnóstico.

8. Máquina de mecanizado por láser según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque se ha previsto una unidad de regulación para una utilización de gas de lavado en función del efecto fotoacústico medido.

35 9. Máquina de mecanizado por láser según la reivindicación 8, **caracterizada** porque la unidad de regulación está diseñada para la regulación del caudal medio de uno o varios gases de alimentación del láser y/o de la máquina de mecanizado por láser y de gases de trabajo o de corte en función del análisis de la atmósfera de gas en las líneas de entrada o en la conducción del rayo láser.

40 10. Máquina de mecanizado por láser según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque se ha previsto una célula de medida (12) común para el análisis de diferentes gases de la máquina de mecanizado por láser (11) especialmente de los gases de alimentación del láser y/o de la máquina de mecanizado por láser (11), de gases de corte y/o de gases de trabajo.

45 11. Máquina de mecanizado por láser según una de las reivindicaciones anteriores con un filtro, particularmente un filtro de carbón activo, **caracterizada** porque el sistema para el análisis de gas (célula de medida, sensor) también puede utilizarse para controlar el efecto del filtro.

50

55

60

65

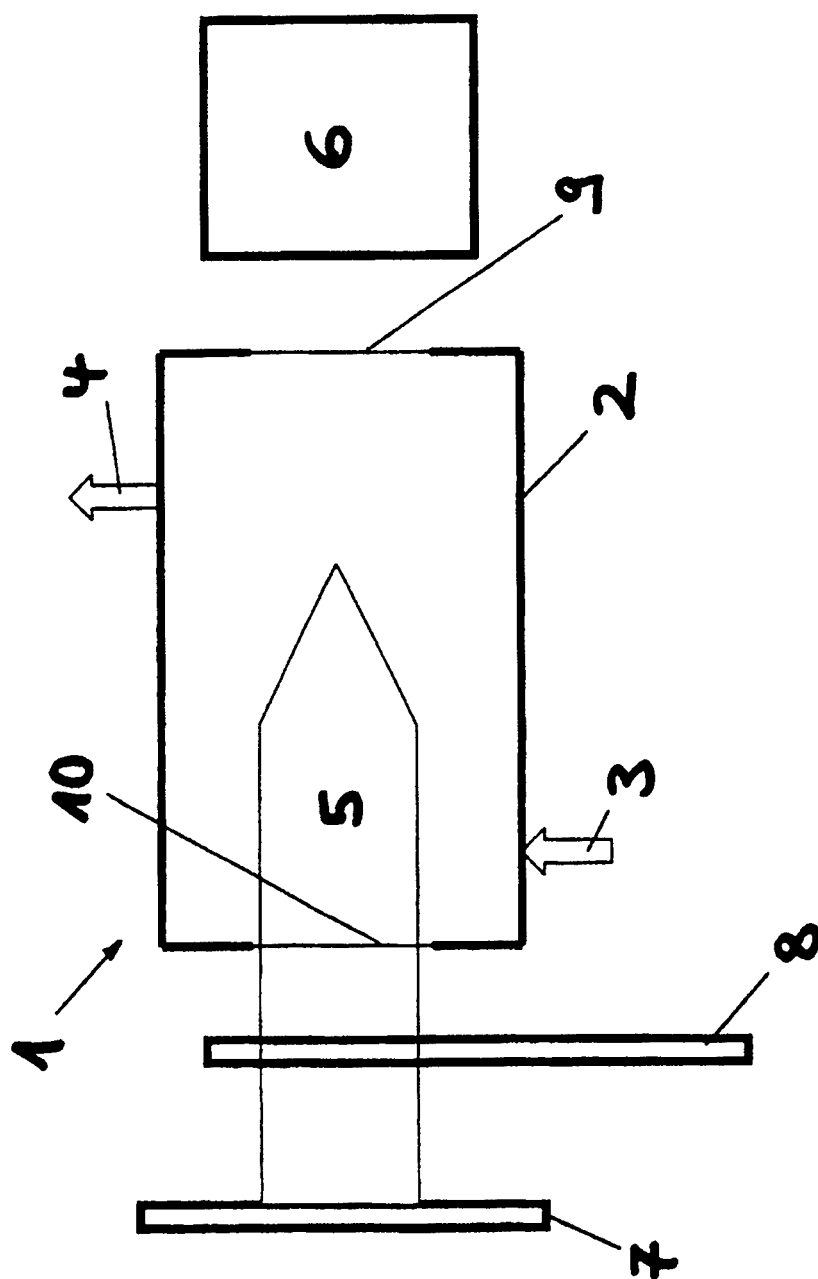


Fig. 1

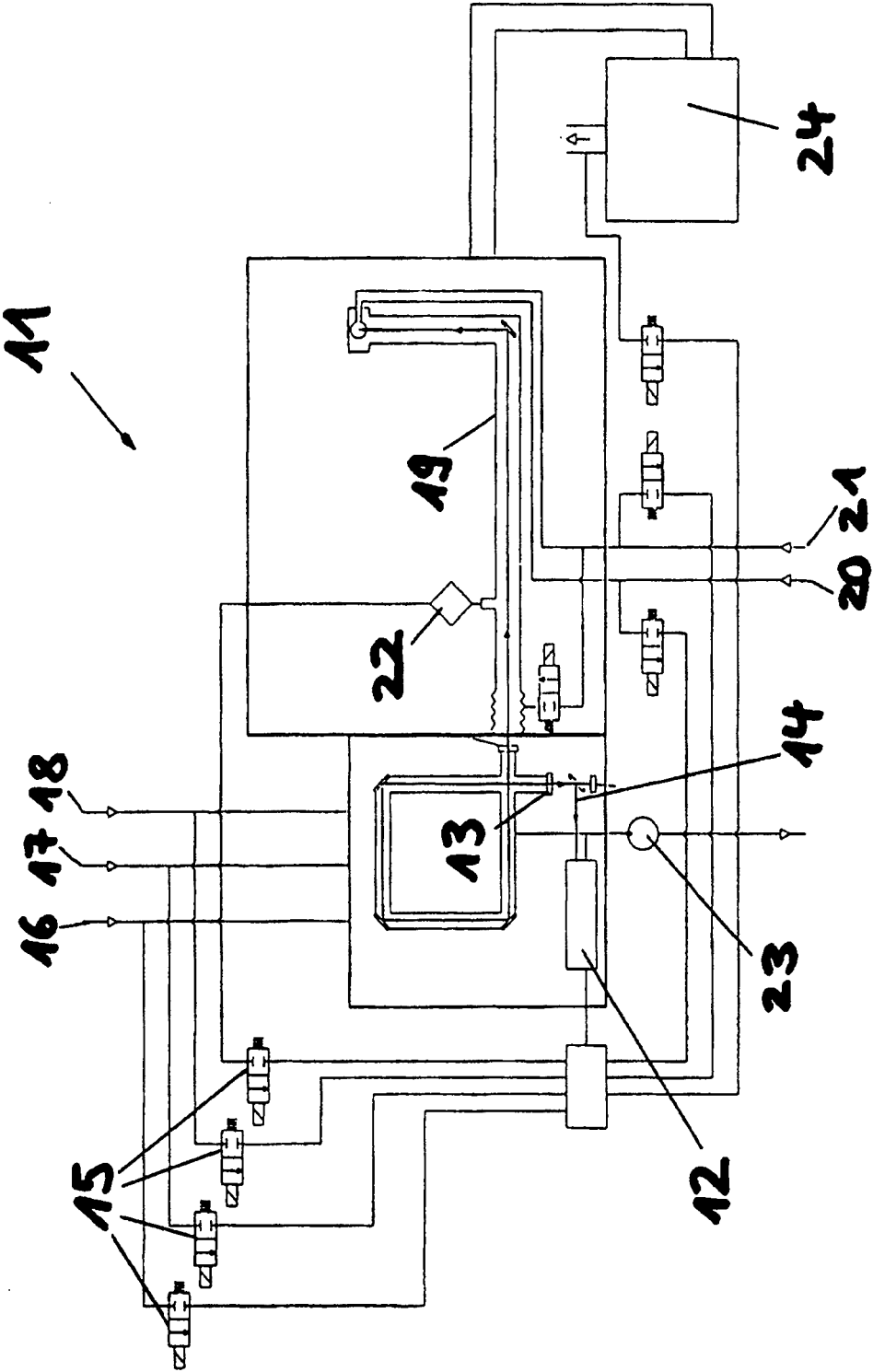


Fig. 2

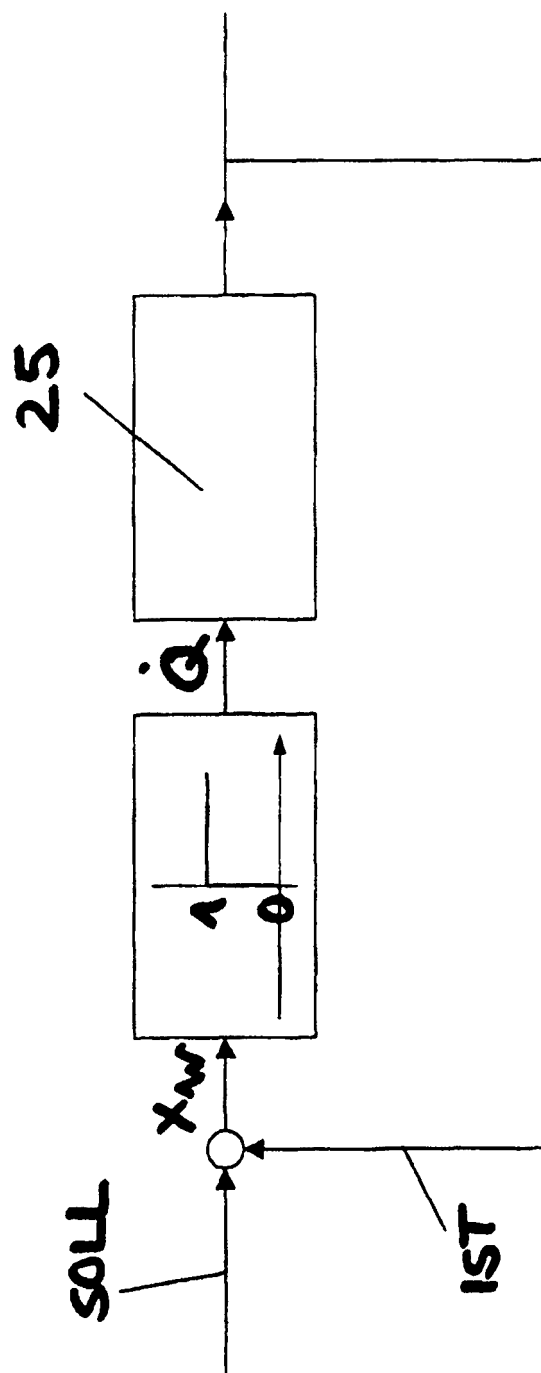


Fig. 3