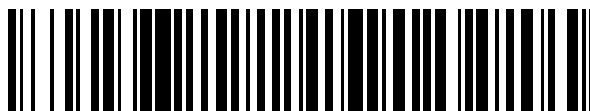


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 151**

51 Int. Cl.:

**B29B 7/30** (2006.01)

**B29B 7/72** (2006.01)

**B29B 7/74** (2006.01)

**B29B 7/80** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA  
TRAS OPOSICIÓN

T5

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.06.2017 PCT/EP2017/066042**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.02.2018 WO18028876**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2017 E 17740634 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **08.06.2022 EP 3310543**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para espumar un material viscoso**

30 Prioridad:

**11.08.2016 DE 102016114898**

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

**12.09.2022**

73 Titular/es:

**CERACON GMBH (100.0%)**

**Talstrasse 2**

**97990 Weikersheim, DE**

72 Inventor/es:

**KUKLA, FRANK y**

**KRÄMER, ERICH**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 701 151 T5

**DESCRIPCIÓN**

Dispositivo y procedimiento para espumar un material viscoso

La invención se refiere a un dispositivo y un procedimiento para espumar un material viscoso según la teoría de las reivindicaciones principales independientes.

5 Las espumas fabricadas genéricamente se usan, por ejemplo, pero en ningún caso exclusivamente, para poder aplicar en una geometría libremente configurable estanqueizaciones espumadas sobre componentes que han de ser estanqueizados. Para ello, se conocen por una parte las llamadas espumas bicomponentes en las que dos componentes que son reactivos químicamente entre sí se mezclan entre sí y por la reacción química forman una espuma. La desventaja de estos sistemas de estanqueización bicomponentes es que, en caso de interrupciones del proceso, el proceso químico puede interrumpirse sólo con grandes dificultades. Por ello, en este tipo de sistemas bicomponentes, tras interrupciones de servicio generalmente es necesaria una limpieza complicada del dispositivo correspondiente.

15 Para evitar estas desventajas de los sistemas bicomponentes se conocen también los llamados sistemas monocomponentes para espumar materiales viscosos. El documento EP0286015B1 describe un procedimiento genérico de este tipo para un sistema monocomponente. La base de este procedimiento es la mezcla de un material viscoso con un gas sometido a alta presión. Tras el suministro del gas al material viscoso, la mezcla es mezclada de forma muy intensa en un equipo mezclador, para garantizar una distribución suficientemente fina del gas en el material viscoso. A continuación, la mezcla se hace salir a alta presión y se reduce su presión durante la salida. Por la reducción de presión se consigue que las burbujas de gas distribuidas dentro del material viscoso se expandan después de la reducción de presión a causa de la diferencia de presión espumando de esta manera físicamente el material viscoso. La desventaja de este procedimiento es que el tamaño y la distribución de las burbujas de gas en el material viscoso corresponden a una distribución estadística, de manera que el material viscoso puede contener, además de burbujas de gas muy pequeñas, también burbujas de gas relativamente grandes, lo que conduce a irregularidades en la formación de espuma. Por la distribución estadística de las burbujas de gas según la calidad y la cantidad se dificulta un control con seguridad de proceso durante la fabricación de la espuma deseada.

25 Los documentos JPH05123555A, JPS57144732A, US2009/236025 y EP0723843A2 dan a conocer cada uno de ellos un dispositivo para espumar un material viscoso. El material viscoso mismo se encuentra sólo bajo presión baja y se transporta por ejemplo a una presión de 1 bar en un conducto de transporte al punto de desembocadura en el que se inyecta el gas. Esto tiene la desventaja de que el efecto de espumado es relativamente reducido.

30 El objetivo de la presente invención es por tanto proporcionar un dispositivo y un procedimiento para espumar un material viscoso, con los que se consiga aumentar la seguridad de proceso en la fabricación de la espuma mediante la mejora del efecto de espumado.

Este objetivo se consigue mediante un dispositivo y un procedimiento según la teoría de las reivindicaciones principales independientes.

35 El dispositivo está basado genéricamente en la idea básica de que el gas que ha de ser incorporado en el material viscoso se inyecta en el material viscoso por medio de una válvula de inyección de gas. Mediante la inyección de las burbujas de gas usando una válvula de inyección de gas se pueden controlar la calidad y la cantidad de las burbujas de gas con seguridad de proceso. Por la inyección selectiva del gas usando la válvula de inyección de gas, la desviación del tamaño y de la distribución de las burbujas de gas se sitúa dentro de márgenes muy estrechos, de manera que se puede fabricar una espuma de alta calidad con características de material muy homogéneas.

40 La mezcla del material viscoso y de las burbujas de gas inyectadas debe reducirse de presión en el dispositivo de salida para el espumado de las burbujas de gas. Si la reducción de presión se realiza por ejemplo de tal forma que la mezcla de material viscoso y burbujas de gas se aplica por medio del dispositivo de salida sobre una pieza de trabajo bajo atmósfera normal, la presión del material viscoso y de las burbujas de gas mezcladas con este debe situarse, antes del dispositivo de salida, claramente por encima de la presión normal de 1 bar. Para hacer posible un buen efecto de espumado, la presión de la mezcla de material viscoso y burbujas de gas inyectadas debería ser claramente superior a la presión normal de 1 bar. Por ello, según la invención está previsto trabajar en el intervalo de alta presión e inyectar las burbujas de gas bajo alta presión en el material viscoso que ya está bajo alta presión. Según la invención, el material viscoso es transportado con una presión de transporte de 80 bares a 120 bares, con el equipo transportador, pasando por el primer conducto de transporte hasta el punto de desembocadura.

50 En función del número de válvulas de inyección de gas y de la sección transversal del primer conducto de transporte por el que fluye el material viscoso durante la inyección de las burbujas de gas, según la forma de base del dispositivo según la invención puede bastar con que las burbujas de gas se distribuyan en el material viscoso sólo por la inyección de gas. Para conseguir una distribución aún más homogénea de las burbujas de gas y, dado el

caso, también una división de las burbujas de gas inyectadas en burbujas de gas aún más pequeñas, se puede usar un equipo mezclador que trabaje de forma estática y dinámica y que esté dispuesto, corriente abajo del punto de desembocadura en el que se inyectan las burbujas de gas. Mediante la mezcla del material viscoso con las burbujas de gas inyectadas se homogeneiza el material y en función del procedimiento de mezcla elegido se consigue también una distribución de las burbujas de gas inyectadas. Para ello se pueden usar mezcladores estáticos que no realizan ningún movimiento de mezcla ellos mismos. En estos mezcladores estáticos, el mezclado se consigue mediante el movimiento de flujo del material viscoso pasando delante de elementos de guiado de flujo correspondientes. Una homogeneización más intensa de las burbujas de gas en el material viscoso se puede conseguir con mezcladores dinámicos en los que la mezcla de burbujas de gas y material viscoso es mezclada por el accionamiento activo de un elemento mezclador. Especialmente los mezcladores de cizallamiento resultan muy adecuados para mezclar el material viscoso con las burbujas de gas inyectadas, ya que por las fuerzas de cizallamiento aplicadas en el mezclador de cizallamiento se consigue una distribución especialmente fina de las burbujas de gas. El mezclador de cizallamiento puede estar constituido por un árbol giratorio con palas mezcladoras o discos mezcladores fijados a este.

En el material viscoso que ya está bajo alta presión, el gas puede transportarse a una presión de transporte de 90 bares a 130 bares, por el segundo conducto de transporte a la válvula de inyección de gas e inyectarse allí en el material viscoso que ya está bajo alta presión. Se ha observado a este respecto como algo fundamental que entre el material viscoso que ya está bajo alta presión y el gas que ha de inyectarse en este, durante la inyección de gas debe existir una diferencia de presión suficiente de al menos 1 bar, preferentemente del orden de 1 a 20 bares. Más ventajosa resulta una diferencia de presión mayor, de modo que, a una presión de transporte del material viscoso de por ejemplo 100 bares, el gas que ha de ser inyectado debería presentar una presión de por ejemplo 110 bares. Según la invención está previsto que la válvula de inyección de gas comprenda un cierre de aguja.

Según la invención está previsto que la válvula de inyección de gas comprende un cierre de aguja.

Se ha observado como algo fundamental para la invención que el cierre de aguja de la válvula de inyección de gas permita un ajuste de la carrera del cierre de aguja para poder modificar de esta manera el tamaño de las burbujas de gas inyectadas.

Asimismo, resulta especialmente ventajoso si se puede modificar la frecuencia de movimiento del cierre de aguja para poder variar mediante la modificación de la frecuencia de las carreras de aguja el número de burbujas de gas inyectadas por unidad de tiempo.

Para poder vigilar el proceso de inyección del dispositivo según la invención, en el dispositivo deberían preverse sensores de presión adecuados. Por ejemplo, la presión del material viscoso antes del punto de desembocadura debería poder vigilarse con un primer sensor de presión. Alternativa o adicionalmente, además resulta especialmente ventajoso si la presión en el gas antes de la válvula de inyección de gas puede medirse con un segundo sensor de presión. Asimismo, alternativa o adicionalmente resulta ventajoso si la presión en la mezcla de material viscoso y burbujas de gas, corriente abajo de la válvula de inyección de gas, puede medirse con un tercer sensor de gas.

Con vistas a una seguridad de proceso optimizada resulta especialmente ventajoso si en el dispositivo está previsto un circuito de regulación para la regular el flujo de burbujas de gas que desemboca en el material viscoso en el punto de desembocadura, mediante la excitación de la válvula de inyección de gas en función de un valor de medición medido con un sensor. Por lo tanto, dicho de otra manera, esto significa que la válvula de inyección de gas sirve de elemento de regulación en el circuito de regulación y que la excitación de la válvula de inyección de gas se modifica en función de un sensor previsto en el circuito de regulación, conforme a una estrategia de regulación predeterminada. Por ejemplo, se pueden medir la presión del material viscoso antes del punto de desembocadura y la presión del gas antes de la válvula de inyección de gas, y los parámetros de ajuste de la válvula de inyección de gas pueden regularse en función de estos dos valores de sensor conforme a una estrategia de regulación predeterminada.

Para hacer salir la mezcla de material viscoso y burbujas de gas de forma homogénea en el dispositivo de salida, resulta especialmente ventajoso si corriente abajo del punto de desembocadura está prevista al menos una bomba transportadora con la que la mezcla sometida a presión puede transportarse hacia el dispositivo de salida. Como bomba transportadora puede emplearse por ejemplo una bomba de pistón.

Especialmente en caso de usar bombas de pistón como bomba transportadora para transportar la mezcla de material viscoso y burbujas de gas hacia el dispositivo de salida, resulta especialmente ventajoso si corriente abajo del punto de desembocadura están previstas no sólo una, sino al menos dos bombas transportadoras en secciones de conducto paralelas. Con las dos bombas transportadoras dispuestas paralelamente una respecto a otra, la mezcla de material viscoso y burbujas de gas, sometida a presión, puede transportarse entonces de forma alterna al dispositivo de salida, de manera que especialmente también al alcanzar la posición de fin de carrera de una bomba

de pistón no se interrumpa el flujo de transporte, sino que la mezcla sea transportada homogéneamente hacia el dispositivo de salida.

5 Como dispositivo de salida para el uso en el dispositivo según la invención han resultado ser especialmente adecuadas las toberas con cierre de aguja. Estas deberían ser preferentemente de accionamiento neumático. Las toberas con cierre de aguja de este tipo permiten una salida dosificada con seguridad de proceso y regulada de la mezcla de material viscoso y burbujas de gas.

10 De acuerdo con el procedimiento genérico, el gas sometido a una presión de transporte se inyecta por medio de una válvula de inyección de gas en el material viscoso sometido a una presión de transporte. La mezcla de material viscoso y burbujas de gas formada de esta manera se hace salir entonces, corriente abajo del punto de desembocadura, a un dispositivo de salida bajo reducción de presión, de manera que el material viscoso se espuma por la expansión de las burbujas de gas mezcladas con este, por la reducción de presión.

La presión de transporte del material viscoso hacia el punto de desembocadura en el que las burbujas de gas se inyectan por medio de la válvula de inyección de gas se sitúa según la invención den de 80 bares a 120 bares.

15 Para incrementar la distribución homogénea de las burbujas de gas en el material viscoso resulta ventajoso si la mezcla de material viscoso y burbujas de gas se homogeneiza con un equipo mezclador después de la inyección de las burbujas de gas y antes de la salida.

20 El gas inyectado al material viscoso igualmente debe estar bajo alta presión, teniendo que ser la presión de gas al menos 1 bar superior a la presión de transporte del material viscoso, ya que en caso contrario no es posible una inyección de gas. En el procesamiento a alta presión según la invención, el gas presenta una presión de transporte de 90 bares a 130 bares. Según la invención está previsto que la válvula de inyección de gas comprenda un cierre de aguja.

La diferencia de presión entre la presión de transporte del material viscoso por una parte y la presión de transporte del gas por otra parte debe ser, según la invención, de al menos 1 bar para hacer posible una inyección con seguridad de proceso de las burbujas de gas al material viscoso.

25 Con vistas a un control o una regulación del proceso de inyección con seguridad de proceso, es según la invención que el tamaño de las burbujas de gas puede modificarse durante la inyección de las burbujas de gas. Esto puede efectuarse mediante la modificación de la carrera de un cierre de aguja en la válvula de inyección de gas. Alternativa o adicionalmente, el tamaño de las burbujas de gas también puede modificarse durante la inyección de las burbujas de gas mediante la modificación de la diferencia de presión entre la primera presión de transporte en el material viscoso y la segunda presión de transporte en el gas.

30 Asimismo, resulta especialmente ventajoso si el número de burbujas de gas por unidad de tiempo puede modificarse durante la inyección de las burbujas de gas. Esto se puede conseguir por ejemplo mediante la modificación de la frecuencia de carreras del cierre de aguja en una válvula de inyección de gas.

35 La máxima seguridad de proceso en la producción de la espuma deseada se consigue si la inyección de las burbujas de gas con la válvula de inyección de gas se modifica en un circuito de regulación en función de al menos un valor de medición medido con un sensor.

Como sensores pueden emplearse sensores para la medición de la presión en el material viscoso o sensores para la medición de la presión en el gas y/o sensores para la medición de la presión en la mezcla de material viscoso y gas.

40 El tipo de material viscoso que se use para el procedimiento según la invención básicamente es discrecional y depende de los requisitos relativos al material que ha de ser espumado. Con vistas a la procesabilidad, según la invención está previsto que la inyección de las burbujas de gas con la válvula de inyección de gas se realiza a una presión de 80 bares a 120 bares, usándose como material viscoso un material pastoso endurecedor del tipo monocomponente. El material pastoso endurecedor debería presentar a 20 °C una característica de viscosidad comprendida dentro de una zona definida por los puntos A, B, C y D. El punto A de la zona de viscosidad preferible presenta a una velocidad de cizallamiento de 0,43 s<sup>-1</sup> una viscosidad aparente de 5 Pa s. El punto B presenta a una velocidad de cizallamiento de 0,43 s<sup>-1</sup> una viscosidad aparente de 3.000 Pa s. El punto C presenta a una velocidad de cizallamiento de 783 s<sup>-1</sup> una viscosidad aparente de 2 Pa s y el punto D presenta a una velocidad de cizallamiento de 783 s<sup>-1</sup> una viscosidad aparente de 200 Pa s. Los valores de viscosidad indicados pueden determinarse según la medida de DIN EN ISO 3219.

50 Distintas formas de realización de la invención están representadas esquemáticamente en los dibujos y se describen a continuación a título de ejemplos.

Muestran:

la **figura 1**, una primera forma de realización de un dispositivo según la invención en una representación esquemática;

la **figura 2**, una segunda forma de realización de un dispositivo según la invención en una representación esquemática;

5 la **figura 3**, una tercera forma de realización de un dispositivo según la invención en una representación esquemática.

La **figura 1** representa esquemáticamente un primer dispositivo 01 para espumar un material viscoso. El material viscoso 02 se bombea desde un depósito 03 usando un equipo transportador 04, en concreto, una bomba de pistón, a través de un primer conducto de transporte 05. El material viscoso 02 se encuentra en el conducto de transporte 10 05 bajo una presión de 100 + - 20 bares.

En el depósito 06 se encuentra un gas 07, por ejemplo, aire. El gas 07 se somete a una alta presión de por ejemplo 110 + - 20 bares por medio de un compresor de alta presión no representado. La presión de gas del gas 07 se elige respectivamente de tal forma que la presión de gas es al menos 1 bar superior a la presión de transporte del material viscoso 02 en el conducto de transporte 05. A través de un segundo conducto de transporte 08, el gas 07 llega a una 15 válvula de inyección de gas 09 con cierre de aguja. El cierre de aguja de la válvula de inyección de gas es controlado de manera regulada por un equipo regulador 10. El equipo regulador 10 evalúa en un circuito de regulación los valores de medición de los sensores 11, 12 y 13 con los que se pueden medir la presión del gas 07 en el segundo conducto de transporte 08 o la presión del material viscoso 02 en el conducto de transporte 05 o la presión de la mezcla 14. En función de estos valores de medición, el accionamiento 26 del cierre de aguja en la 20 válvula de inyección de gas 09 es excitado por el equipo regulador 10 para regular el proceso de inyección de gas conforme a los valores teóricos preajustados.

En el punto de desembocadura 15 en el que el segundo conducto de transporte 08 desemboca en el primer conducto de transporte 05, mediante inyección de gas por el funcionamiento de la válvula de inyección de gas 09 se inyectan burbujas de gas 25 de tamaño y número definidos al material viscoso 02 para producir de esta manera la 25 mezcla 14 de burbujas de gas 25 y material viscoso 02. En los dibujos, las burbujas de gas están representadas de forma aumentada sobreproporcionalmente, para facilitar la comprensión de la invención.

Mediante el funcionamiento de una bomba transportadora 16, la mezcla de material viscoso 02 y burbujas de gas 25 se transporta hacia un dispositivo de salida 17 con una tobera con cierre de aguja 18 accionada de forma neumática, donde la mezcla 14 puede hacerse salir de forma dosificada bajo reducción de presión y aplicarse sobre una pieza 30 de trabajo. La mezcla 14 que se hace salir de forma dosificada se espuma tras abandonar la tobera con cierre de aguja 18, ya que por la reducción de presión las burbujas de gas 25 contenidas en la mezcla 14 se expanden fuertemente en la atmósfera normal.

La **figura 2** muestra un segundo dispositivo 19 para espumar el material viscoso 02, que coincide en gran medida con el dispositivo 01. Adicionalmente al dispositivo 01, el dispositivo 19 presenta un equipo mezclador 20 dispuesto corriente abajo del punto de desembocadura 15 para homogeneizar la mezcla 14 de material viscoso 02 y las burbujas de gas 25 inyectadas a esta y desmenuzar las burbujas de gas 25. El equipo mezclador 20 presenta un árbol de accionamiento 21 con el que se accionan de forma rotatoria las palas mezcladoras 22. El flujo de la mezcla 14 entra en el equipo mezclador 20 paralelamente al plano de rotación de las palas mezcladoras 22.

La **figura 3** muestra un dispositivo 23 para espumar el material viscoso 02, que corresponde en gran medida al dispositivo 19. Adicionalmente al dispositivo 19, el dispositivo 23 comprende una segunda bomba transportadora 24, de manera que las bombas transportadoras 16 y 24 están dispuestas respectivamente en secciones de conducto que se extienden paralelamente. Mediante un funcionamiento alterno de las bombas transportadoras 16 y 24, la mezcla de material viscoso 02 con las burbujas de gas 25 inyectadas a este puede ser transportada sin interrupciones al dispositivo de salida 17.

45

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (01, 19, 23) para espumar un material viscoso (02), en donde el material viscoso (02) es transportado con un primer equipo transportador (04) bajo una primera presión de transporte a través de un primer conducto de transporte (05), y en donde un gas (07) es transportado bajo una segunda presión de transporte a través de un segundo conducto de transporte (08), y en donde el segundo conducto de transporte (08) desemboca en el primer conducto de transporte (05) en un punto de desembocadura (15) y en donde, corriente abajo del punto de desembocadura (15) está previsto un dispositivo de salida (17) para la salida con reducción de presión de la mezcla (14) de material viscoso (02) y gas (07), y en donde en el punto de desembocadura (15) está dispuesta una válvula de inyección de gas (09), pudiendo inyectar la válvula de inyección de gas (09) burbujas de gas (25) al material viscoso (02),
- 5  
10 **caracterizado porque**  
el equipo transportador (04) puede transportar el material viscoso con una presión de transporte de 80 bares a 120 bares, a través del primer conducto de transporte (05) al punto de desembocadura (15), porque el gas (07) puede ser transportado con una presión de transporte de 90 bares a 130 bares, a través del segundo conducto de transporte (08) a la válvula de inyección de gas (09), en el que la diferencia de presión entre la presión de transporte del material viscoso (02) y la presión de transporte del gas (07) es de al menos 1 bar, porque la válvula de inyección de gas (09) comprende un cierre de aguja y porque el tamaño de las burbujas de gas (25) puede modificarse mediante el ajuste de la carrera del cierre de aguja en la válvula de inyección de gas (09) y/o porque el tamaño de las burbujas de gas (25) inyectadas puede modificarse mediante la modificación de la diferencia de presión entre la primera presión de transporte en el material viscoso (02) y la segunda presión de transporte en el gas (07).
- 15  
20
2. Dispositivo según la reivindicación 1,  
**caracterizado porque**  
el número de burbujas de gas (25) inyectadas por unidad de tiempo puede modificarse mediante la modificación de la frecuencia de movimiento del cierre de aguja en la válvula de inyección de gas (09).
- 25
3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2,  
**caracterizado porque**  
el dispositivo (01, 19, 23) comprende un primer sensor de presión (12) para la medición de la presión en el material viscoso (02) antes del punto de desembocadura (15) y/o un segundo sensor de presión (11) para la medición de la presión en el gas (02) antes de la válvula de inyección de gas (09) y/o un tercer sensor de presión (13) para la medición de la presión en la mezcla (14) de material viscoso (02) y burbujas de gas (25).
- 30
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3,  
**caracterizado porque**  
en el dispositivo (01, 19, 23) está previsto un equipo regulador (10) para la regulación del flujo de burbujas de gas (25) que en el punto de desembocadura (15) desemboca en el material viscoso (02), mediante la excitación de la válvula de inyección de gas (09) en función de un valor de medición medido con un sensor (11, 12, 13).
- 35
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4,  
**caracterizado porque,**  
corriente abajo del punto de desembocadura (15), está prevista al menos una bomba transportadora (16, 24), con la que la mezcla (14) de material viscoso (02) y burbujas de gas (25), sometida a presión, puede ser transportada hacia el dispositivo de salida (17).
- 40
6. Dispositivo según la reivindicación 5,  
**caracterizado porque,**  
corriente abajo del punto de desembocadura (15), están previstas dos bombas transportadoras (16, 24) en secciones de conducto paralelas, con las que la mezcla (14) bajo presión de material viscoso (02) y burbujas de gas (25) puede ser transportada de forma alterna al dispositivo de salida (17).
- 45
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6,  
**caracterizado porque**  
el dispositivo de salida (17) comprende una tobera con cierre de aguja (18) accionada especialmente de forma neumática, con la que la mezcla (14) bajo presión de material viscoso (02) y burbujas de gas (25) puede hacerse salir de forma dosificada de manera regulada.
- 50
8. Procedimiento para espumar un material viscoso (02), en el que el material viscoso (02) es transportado bajo una primera presión de transporte, a través de un primer conducto de transporte (05), y en el que un gas (07) es transportado bajo una segunda presión de transporte, a través de un segundo conducto de transporte (08), a un punto de desembocadura (15), y en el que, en el punto de desembocadura (15), el segundo conducto de transporte (08) desemboca en el primer conducto de transporte (05), y en el que se inyecta el gas (07) en el punto de desembocadura (15), con una válvula de inyección de gas (09) en forma de burbujas de gas (25) en el material
- 55

viscoso (02), y en donde la mezcla (14) de material viscoso (02) y burbujas de gas (25) sale, corriente abajo del punto de desembocadura (15), en un dispositivo de salida (17), bajo reducción de presión, y se espuma debido a la expansión de las burbujas de gas,

**caracterizado porque**

- 5 el material viscoso (02) es transportado con una presión de transporte de 80 bares a 120 bares, a través el primer conducto de transporte (05), al punto de desembocadura (15), porque el gas es transportado con una presión de transporte de 90 bares a 130 bares a través del segundo conducto de transporte (08) a la válvula de inyección de gas (09), porque el gas (07) se inyecta con una sobrepresión de al menos 1 bar en el material viscoso (02), porque
- 10 la válvula de inyección de gas (09) comprende un cierre de aguja y porque el tamaño de las burbujas de gas (25) se modifica durante la inyección de las burbujas de gas (25).

9. Procedimiento según la reivindicación 8,

**caracterizado porque**

antes de su salida se homogeneiza la mezcla (14) de material viscoso (02) y burbujas de gas (25).

10. Procedimiento según la reivindicación 8 o 9,

15 **caracterizado porque**

el número de burbujas de gas (25) por unidad de tiempo se modifica durante la inyección de las burbujas de gas (25).

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 10,

**caracterizado porque**

- 20 la inyección de las burbujas de gas (25) con la válvula de inyección de gas (09) se regula en un circuito de regulación en función de la presión medida en el material viscoso (02) y/o en función de la presión medida en el gas (07) y/o en función de la presión medida en la mezcla (14) de material viscoso (02) y burbujas de gas (25).

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 11,

**caracterizado porque**

- 25 como material viscoso (02) se usa un material pastoso endurecedor del tipo monocomponente, y en donde el material pastoso endurecedor presenta a 20 °C una característica de viscosidad una zona definida por los puntos A, B, C y D, presentando en el punto A a una velocidad de cizallamiento de  $0,43 \text{ s}^{-1}$  una viscosidad aparente de 5 Pa s y presentando el punto B a una velocidad de cizallamiento de  $0,43 \text{ s}^{-1}$  una viscosidad aparente de 3.000 Pa s, y presentando el punto C a una velocidad de cizallamiento de  $783 \text{ s}^{-1}$  una viscosidad aparente de 2 Pa s, y
- 30 presentando el punto D a una velocidad de cizallamiento de  $783 \text{ s}^{-1}$  una viscosidad aparente de 200 Pa s.

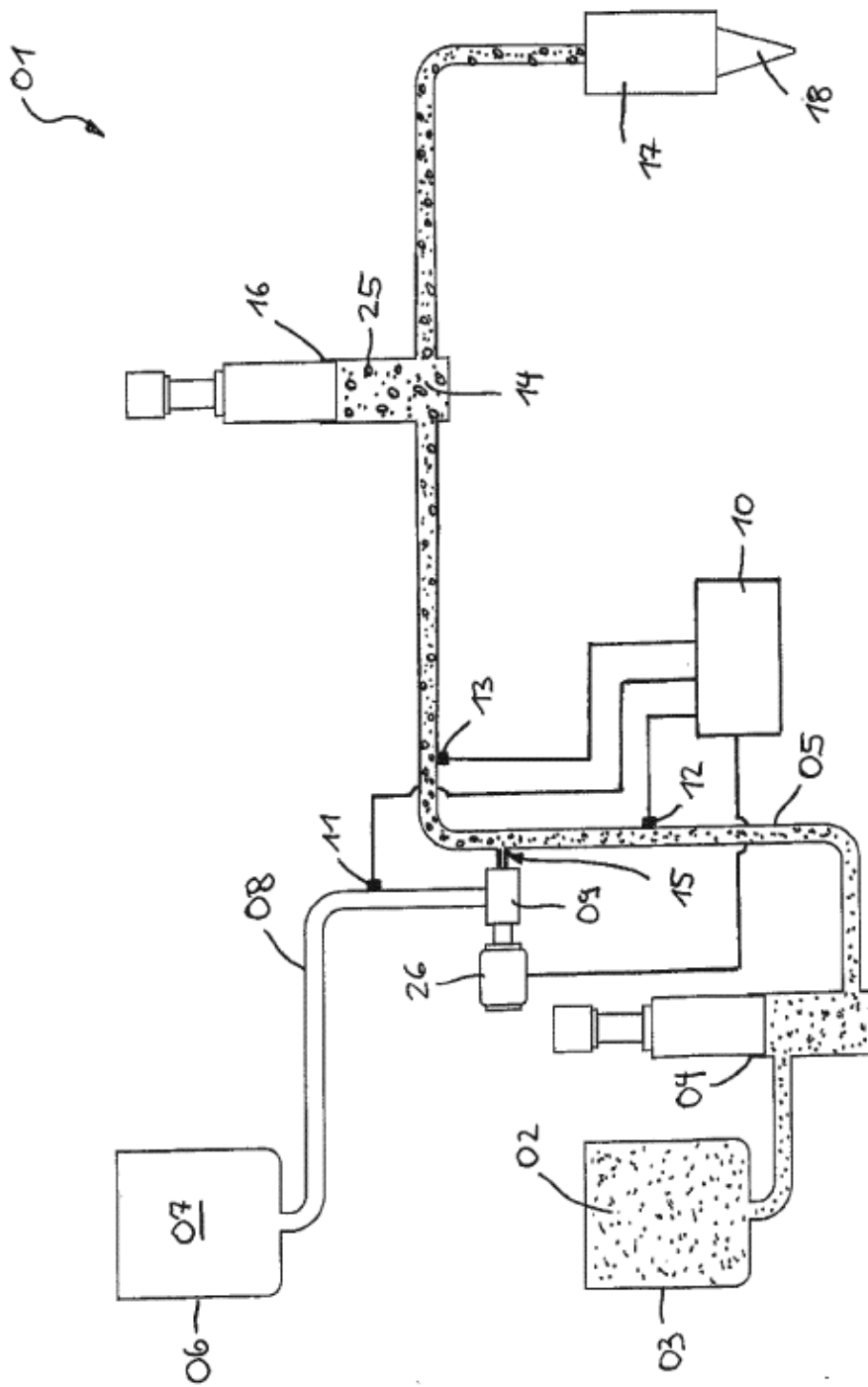


Fig. 1

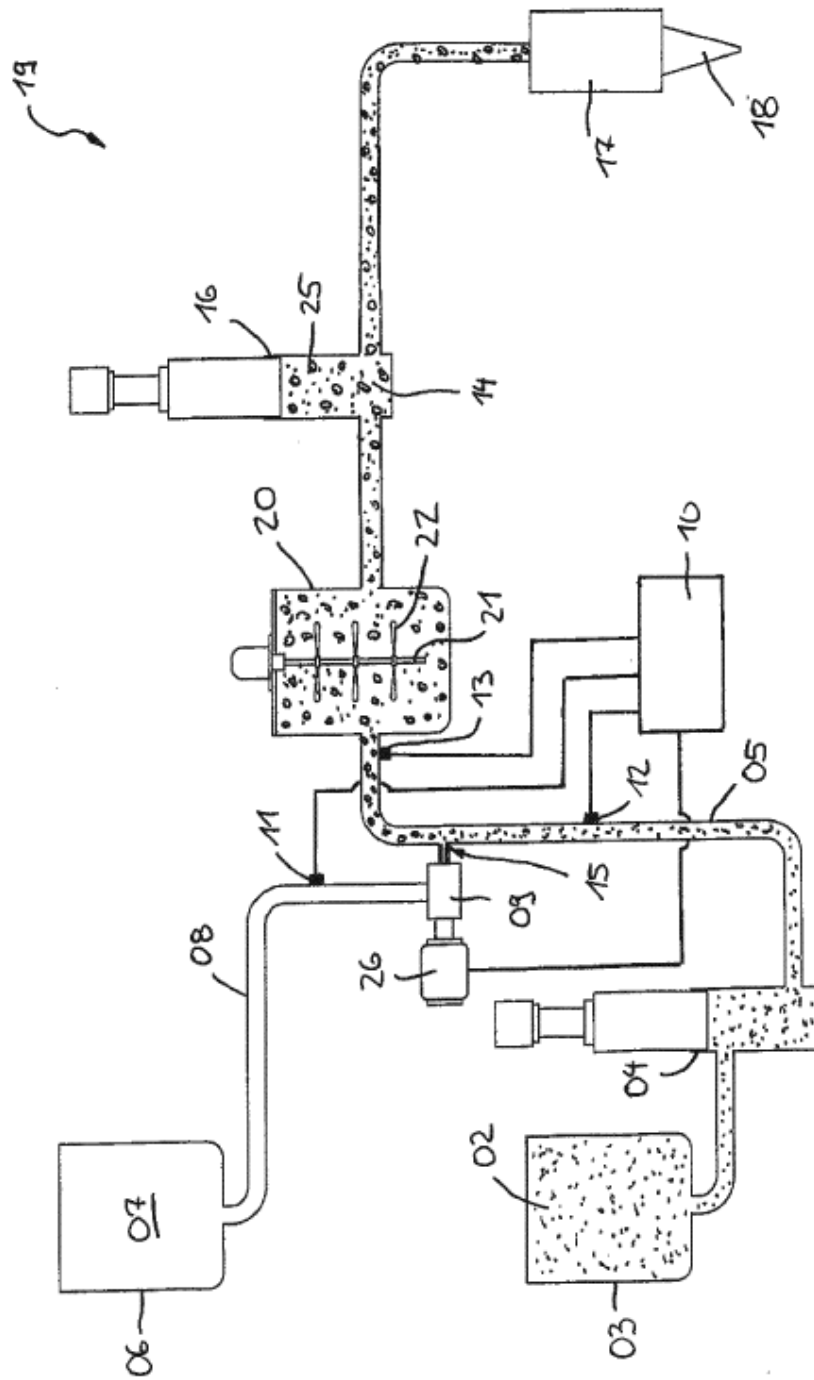


Fig. 2

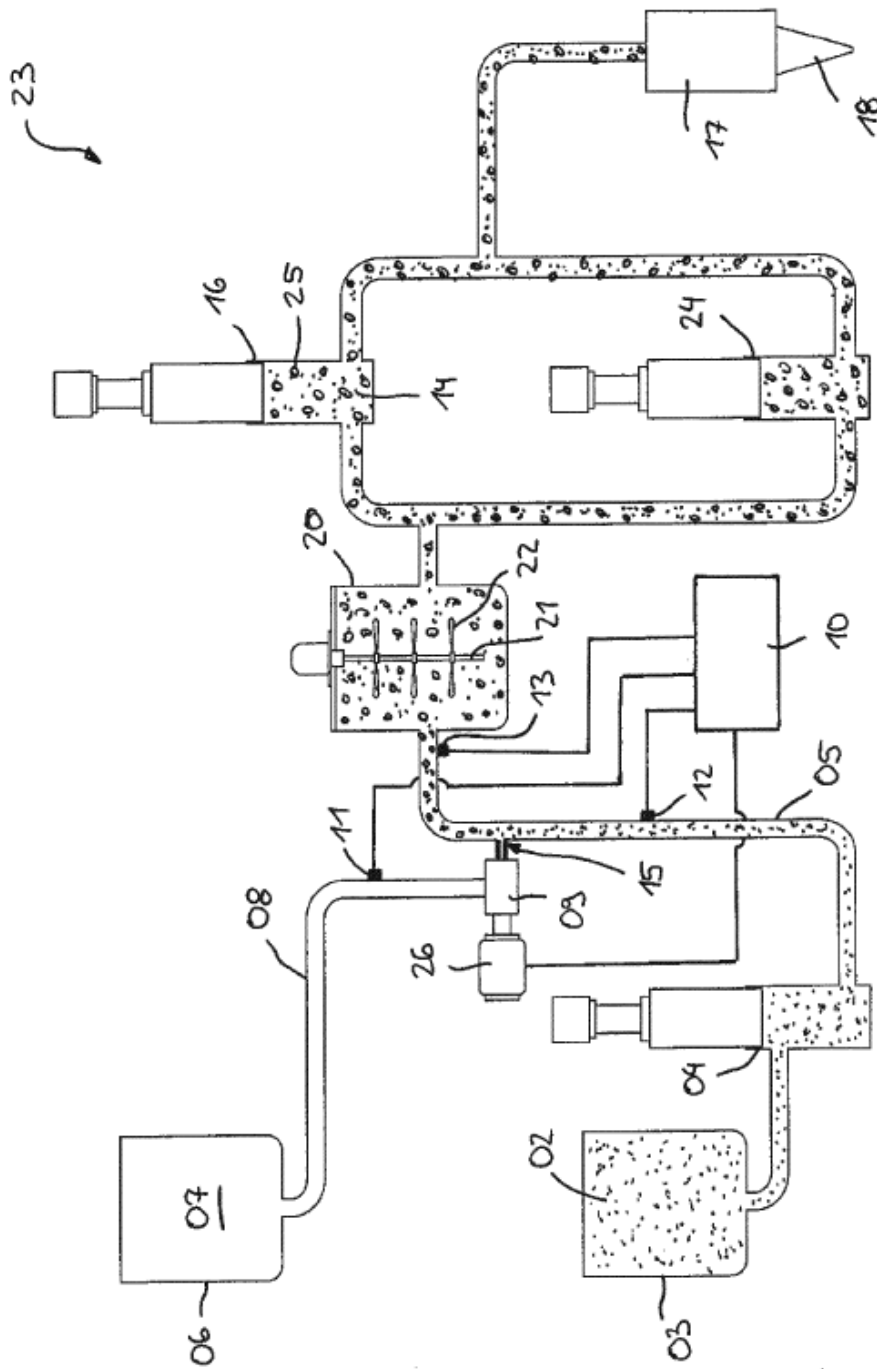


Fig. 3