

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 707 910 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

04.10.2006 Patentblatt 2006/40

(51) Int Cl.:

F26B 21/10 ^(2006.01)**F26B 17/10** ^(2006.01)(21) Anmeldenummer: **06090044.6**(22) Anmeldetag: **30.03.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

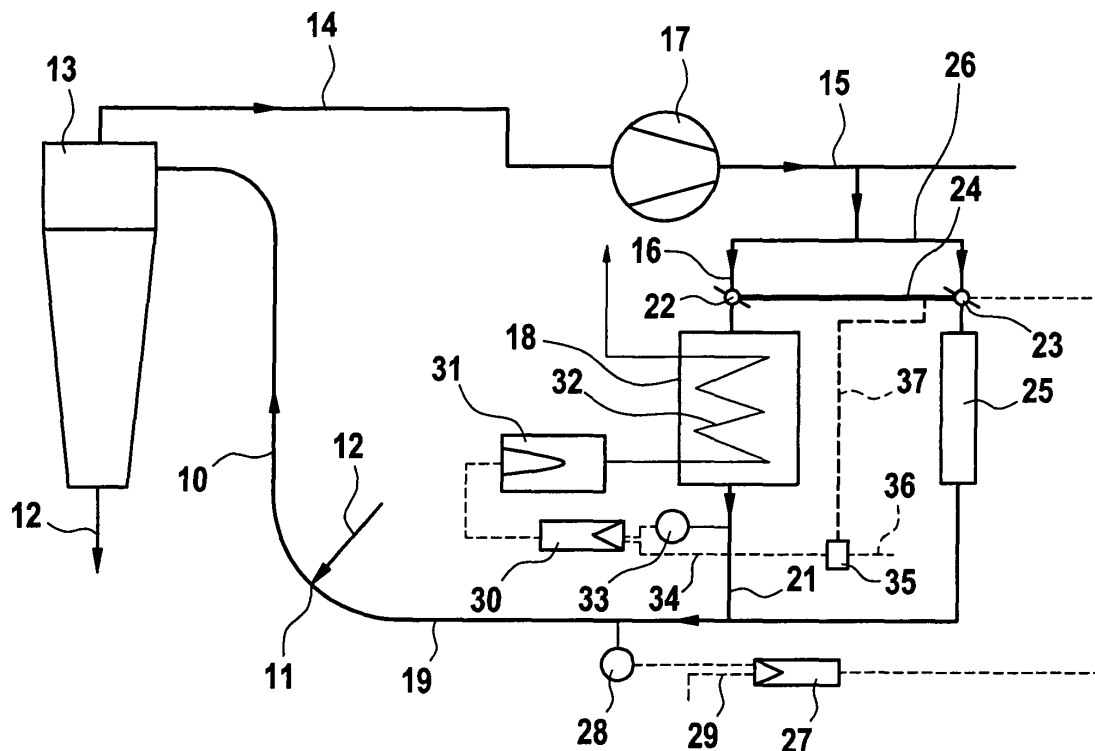
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR MK YU(30) Priorität: **01.04.2005 DE 102005015781**(71) Anmelder: **Hauni Maschinenbau AG****21033 Hamburg (DE)**(72) Erfinder: **Koch, Torsten****Bad Oldesloe (DE)**(74) Vertreter: **Wenzel & Kalkoff****Grubes Allee 26****22143 Hamburg (DE)****(54) Verfahren und Vorrichtung zum Trocken eines faserförmigen Gutes**

(57) Die Anmeldung betrifft ein Verfahren zum Trocknen eines faserförmigen Gutes mittels eines durch eine Rohrleitung (14-16, 19, 21) fließenden Prozessgasstroms, umfassend das Erhitzen des durch die Rohrleitung strömenden Prozessgases mittels eines Erhitzers (18) mit steuerbarer Heizleistung, und Leiten eines Teils des Prozessgasstroms durch eine den Erhitzer umgehende Bypassleitung (26), wobei das Verhältnis der

durch den Erhitzer (18, 31) und durch die Bypassleitung (26) fließenden Prozessgasmassenströme einstellbar ist, und zeichnet sich dadurch aus, dass die Heizleistung des Erhitzers (18, 31) je nach eingestelltem Verhältnis der Prozessgasmassenströme durch den Erhitzer (18, 31) und durch die Bypassleitung (26) gesteuert wird. Die Anmeldung betrifft weiterhin eine entsprechende Trocknungsvorrichtung.

**Fig. 1****EP 1 707 910 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trocknen eines faserförmigen Gutes nach dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 12.

[0002] Eine solche Vorrichtung ist aus der DE 33 05 670 C2 bekannt, die einen Regel-Bypass und einen zweiten parallelen Bereitschafts-Bypass aufweist. Der durch den Regel-Bypass fließende Prozessgasmassenstrom wird in Abhängigkeit der Temperatur des Verbrauchers geregelt. Der Brennstoff und die Verbrennungsluft für den Brenner werden in Abhängigkeit der Temperatur der von dem Brenner erzeugten Abgase geregelt. Ballastluft für den Brenner wird in Abhängigkeit der Temperatur des Prozessgasstroms hinter dem Wärmetauscher geregelt. Eine Reduzierung des durch den Regel-Bypass fließenden Prozessgasmassenstroms führt zu einer Erhöhung der Wandtemperatur in dem Wärmetauscher und daher aufgrund der hohen Trägheit des Wärmetauschers zu einer signifikanten Verzögerung der Regelung der Temperatur des Prozessgasstroms, und damit zu einer Verminderung der Effizienz der Trocknungsvorrichtung.

[0003] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Trocknungsverfahren und eine Trocknungsvorrichtung bereitzustellen, die eine schnelle Regelung und einen effizienten Betrieb ermöglichen.

[0004] Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen der Ansprüche 1 und 12. Die erfindungsgemäße Steuerung der Heizleistung des Erhitzers gestattet eine Anpassung insbesondere an den veränderlichen Prozessgasmassenstrom durch den Erhitzer. Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass Änderungen des Prozessgasmassenstroms durch den Erhitzer die Regeldauern in Bezug auf die Prozessgastemperatur verlängern können, und dass dem durch eine Steuerung der Heizleistung des Brenners entgegengewirkt werden kann.

[0005] Steuerung bedeutet nicht notwendigerweise ungeregelte Steuerung, sondern kann auch als Regelung ausgebildet sein. Steuerung ist daher im Rahmen dieser Anmeldung zu verstehen als Steuerung und/oder Regelung. Die Steuerung der Heizleistung kann unterschiedlich erfolgen, beispielsweise mittels einer Steuerung der Verbrennungsluftzufuhr, der Brennstoffzufuhr und/oder von Ballastluft.

[0006] Besonders nützlich ist die Anwendung der Erfindung für einen Erhitzer mit indirekter Beheizung, insbesondere mittels eines aufgrund der hohen Masse besonders träge reagierenden Wärmetauschers.

[0007] In einer bevorzugten Ausführungsform wird der Sollwert für eine bevorzugt vorgesehene Regelung der Heizleistung des Erhitzers in Abhängigkeit der Temperatur des aus dem Erhitzer austretenden Prozessgases je nach eingestelltem Prozessgasmassenstrom durch den Erhitzer geändert.

[0008] Weitere vorteilhafte Merkmale gehen aus den Unteransprüchen und der folgenden Beschreibung vorteilhafter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf

die beigelegten Zeichnungen hervor. Dabei zeigt

Fig. 1: eine schematische Darstellung einer Trocknungsvorrichtung für ein Tabakprodukt.

[0009] Die in Fig. 1 gezeigte Trocknungsvorrichtung umfasst einen rohrförmigen Stromtrockner 10, der von heißem Prozessgas mit oder ohne Dampfanteil, insbesondere Heißluft oder Heißdampf (überhitzter Dampf) mit einer Temperatur zwischen 130 °C und 500 °C durchströmt wird. Der Stromtrockner 10 ist Teil eines Rohrkreislaufs, durch den das Prozessgas in Pfeilrichtung strömt. Der Stromtrockner 10 weist einen Produkteinlass 11 für den zu trocknenden Tabak 12 auf. Der Tabak 12 wird von dem Prozessgasstrom mitgeführt und dabei in dem Stromtrockner 10 getrocknet. Der getrocknete Tabak wird mittels des Abscheiders 13 von dem Heißgas getrennt, welches über Rohrleitungen 14 bis 16 über einen Verdichter 17 einem Wärmetauscher 18 zugeleitet wird. Mit Hilfe des Wärmetauschers 18 wird das Prozessgas auf die gewünschte Trocknungstemperatur erhitzt, um die durch den Trocknungsprozess entzogene Wärme wieder zuzuführen. Zu diesem Zweck wird dem Wärmetauscher 18 mittels eines von einem Brenner 31 erzeugten Verbrennungsgasstroms 32 Wärme zugeführt. Das erhitzte Prozessgas wird über die Zulaufleitung 19 zu dem Stromtrockner 10 geleitet.

[0010] Parallel zu dem Wärmetauscher 18 ist eine Bypassleitung 26 mit einem Strömungswiderstand 25, beispielsweise einer Drossel, für einen Teil des Prozessgasstroms vorgesehen. Der Anteil des durch den Wärmetauscher 18 bzw. die Bypassleitung 26 fließenden Prozessgasstroms ist mittels einer in der Warmleitung 16 angeordneten Klappe 22 bzw. einer in der Bypassleitung 26 angeordneten Klappe 23 einstellbar. Die Klappen 22, 23 sind jeweils zwischen einer beinahe geschlossenen Position (beispielsweise 10 % Gasmassenstrom) und einer beinahe vollständig geöffneten Position (beispielsweise 90 % Gasmassenstrom) verstellbar. Der Verstellbereich kann auch zwischen 20 % und 80 % des totalen Gasmassenstroms liegen. Die Klappen 22 und 23 können beispielsweise mechanisch mit einem Verbindungsmittel 24 so miteinander verbunden sein, dass ein Öffnen einer Klappe zwangsläufig das Schließen der anderen Klappe bewirkt und umgekehrt (Doppelklappe). Die Erfindung ist aber keineswegs hierauf beschränkt. Das Verhältnis der Prozessgasmassenströme kann auch lediglich mittels einer in der Warmleitung 16 angeordneten Klappe 22, lediglich mittels einer in der Bypassleitung 26 angeordneten Klappe 23, mittels zweier unabhängig verstellbarer Klappen 22, 23 oder auf andere Weise einstellbar sein.

[0011] Durch Verstellen der Klappen 22, 23 können unterschiedliche Mischungsverhältnisse zwischen dem relativ kühlen, durch die Rücklaufleitung 15, 16 fließenden Rücklaufprozessgas und dem durch den Wärmetauscher 18 erhitzten heißen Prozessgas eingestellt werden. Wenn beispielsweise die Prozessgastemperatur in

der Rücklaufleitung 14, 15 140 °C und die Temperatur des von dem Wärmetauscher 18 erhitzten heißen Prozessgases in dem Leitungsstück 21 260 °C beträgt, dann kann durch Veränderung der Stellung der Klappen 22, 23 die Betriebstemperatur in der Zulaufleitung 19 grundsätzlich in einem Bereich zwischen 152 °C (10 % Gasmassenstrom durch den Wärmetauscher 18 und 90 % Gasmassenstrom durch die Bypassleitung 26) und 248 °C (90 % Gasmassenstrom durch den Wärmetauscher 18 und 10 % Gasmassenstrom durch die Bypassleitung 26) eingestellt werden.

[0012] Die Stellung der Klappen 22, 23 wird mittels eines ersten Regelglieds 27 so geregelt, dass die mittels eines ersten Temperaturfühlers 28 gemessene Temperatur in der Zulaufleitung 19 die über den Sollwerteingang 29 eingestellte Sollwert-Betriebstemperatur aufweist. Da Temperaturänderungen durch Mischung des erhitzten Prozessgasstroms und des abgekühlten Prozessgasstroms schnell erfolgen, handelt es sich bei diesem ersten Regelkreis um eine schnelle Temperaturregelung.

[0013] Wenn nun beispielsweise zum Absenken der Betriebstemperatur des Prozessgases in der Zulaufleitung 19 die Durchflussrate durch den Wärmetauscher 18 durch entsprechende Verstellung der Klappen 22, 23 gesenkt wird, steigt die Wandtemperatur der Rohre in dem Durchlauferhitzer und daher auch die Temperatur des aus dem Wärmetauscher 18 austretenden Prozessgases. Dieser Effekt läuft der gewünschten Absenkung der Betriebstemperatur des Prozessgases entgegen und beeinträchtigt daher die Regelung der Betriebstemperatur des Prozessgases mittels des beschriebenen ersten Regelkreises. Vorzugsweise ist daher ein zweiter Regelkreis mit einer zweiten Regeleinrichtung 30 vorgesehen, mit der die Heizleistung des Brenners 31 geregelt wird, so dass die mittels eines zweiten Temperaturfühlers 33 gemessene Temperatur in der Leitung 21 hinter dem Wärmetauscher 18 konstant gehalten wird, nämlich auf die über den entsprechenden Sollwerteingang 34 eingestellte Sollwerttemperatur, beispielsweise 260 °C. In dem obigen Beispiel, in dem die Durchflussrate durch den Wärmetauscher 18 durch entsprechende Verstellung der Klappen 22, 23 gesenkt wird, führt die Regelung des zweiten Regelkreises zu einer relativ schnellen Absenkung der Brennerleistung. So können die Temperaturänderungen in dem Wärmetauscher, insbesondere die Wandtemperatur der Wärmetauscherrohre, nahezu konstant gehalten werden, so dass die entsprechende Regelung in dem zweiten Regelkreis schnell reagiert.

[0014] Zur Erweiterung des Regelbereichs und zur Reduzierung der Regelungsdauer in dem zweiten Regelkreis ist vorgesehen, dass der Sollwert für das zweite Regelglied 30 entsprechend der Stellung der Klappen 22, 23 verändert wird. Im Beispiel der Fig. 1 geschieht dies mittels eines gesonderten Additionsgliedes 35, das ein ursprüngliches Sollwertsignal 36 mit einem von der Stellung der Klappen 22, 23 abhängigen Signal 37 aufsummiert (Sollwertaufschaltung).

[0015] Die Funktionsweise der Sollwertaufschaltung

sei an einem Beispiel erläutert. Dabei betrage die Prozessgastemperatur in der Rücklaufleitung 14, 15 140 °C und die Temperatur des von dem Wärmetauscher 18 erhitzten heißen Prozessgases in dem Leitungsstück 21 werde mittels des zweiten Regelkreises zunächst auf einen Sollwert von 260 °C geregelt. Die Position der Klappen 22, 23 ist so eingestellt, dass 50 % des Prozessgasmassenstroms durch den Wärmetauscher 18 und 50 % durch die Bypassleitung 26 fließt. Die Betriebstemperatur des Prozessgases in der Zulaufleitung 19 wird daher zunächst auf 200 °C geregelt. Wenn nun eine Absenkung der Betriebstemperatur in der Zulaufleitung 19 unter 200 °C erfolgen soll, wird wie oben beschrieben die Durchflussrate durch den Wärmetauscher 18 durch entsprechende Verstellung der Klappen 22, 23 mittels des ersten Regelkreises gesenkt. Wenn nun der Prozessgasmassenstrom durch den Wärmetauscher 18 unter einen bestimmten Wert fällt, vorzugsweise unter 30 % des gesamten Prozessgasmassenstroms, weiter vorzugsweise bereits unter 37 % des gesamten Prozessgasmassenstroms, wird der ursprüngliche Sollwert von 260 °C für das zweite Regelglied 30 durch Aufschaltung eines entsprechenden Signals 37 abgesenkt, wodurch die Heizleistung des Brenners 31 unmittelbar gesenkt wird. Im Ergebnis kann daher die erforderliche Senkung der Heizleistung des Brenners 31 sehr schnell nach einer Verstellung des Prozessgasmassenstroms durch den Wärmetauscher 18 erfolgen, insbesondere erheblich schneller als durch den zweiten Regelkreis alleine. Einer Temperaturänderung der Wände des Wärmetauschers wird dadurch von vornherein entgegengewirkt. Anders ausgedrückt ist es das Ziel der Sollwertaufschaltung, die Wandtemperatur an den Rohren in dem Wärmetauscher möglichst konstant zu halten. Insgesamt kann hierdurch die Regelungsdauer erheblich verkürzt werden.

[0016] Die Absenkung der Heizleistung des Brenners 31 wirkt dann auf eine Absenkung der Betriebstemperatur des Prozessgases in der Zulaufleitung 19 hin, was aufgrund des ersten Regelkreises eine Verstellung der Klappen 22, 23 bewirkt, um den Prozessgasmassenstrom durch den Wärmetauscher 18 wieder zu erhöhen. Aufgrund der gegenläufigen Arbeitsweise der ersten und zweiten Regelkreise werden die Klappen von ihren Extrempositionen wieder in Richtung zu einer Stellung in einem optimalen mittleren Arbeitsbereich, beispielsweise entsprechend $\pm 20\%$, vorzugsweise $\pm 13\%$ des totalen Prozessgasmassenstroms durch den Wärmetauscher 18 um einen mittleren Wert von beispielsweise 50 % zurückgestellt. In diesem Arbeitsbereich sind die Strömungsverhältnisse in dem Wärmetauscher 18 näherungsweise konstant und gestatten eine zuverlässige und effiziente Regelung. Weiterhin kann aufgrund der gegenläufigen Arbeitsweise der ersten und zweiten Regelkreise eine Verkürzung der Regelungszeit erreicht werden.

[0017] Vorzugsweise wird der Sollwert umso stärker gesenkt, je niedriger der durch den Wärmetauscher 18 fließende Prozessgasmassenstrom im Verhältnis zum

gesamten Prozessgasmassenstrom ist. Dies kann beispielsweise linear geschehen, wobei die Erfindung keinesfalls hierauf beschränkt ist. Besonders bevorzugt ist eine Sollwertaufschaltungsfunktion, die im Hinblick auf ein möglichst schnelles Gegenregeln zu dem ersten Regler 27, 28 gewählt oder empirisch bestimmt wird.

[0018] Das oben Gesagte kann entsprechend auf den Fall einer Erhöhung der Betriebstemperatur des Prozessgases in der Zulaufleitung 19 übertragen werden.

[0019] Andere Umsetzungen der beschriebenen Sollwertaufschaltung sind möglich. Beispielsweise kann eine programmierbare Steuereinrichtung, die die Klappen 22, 23 steuert und in der die aktuelle Stellung der Klappen 22, 23 gespeichert ist, ein entsprechendes Sollwertsignal erzeugen und an den Sollwerteingang 34 des zweiten Regelglieds 30 senden, ohne dass hierzu ein separates Additionsglied 35 erforderlich wäre.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Trocknen eines faserförmigen Gutes mittels eines durch eine Rohrleitung (14-16, 19, 21) fließenden Prozessgasstroms, umfassend das Erhitzen des durch die Rohrleitung strömenden Prozessgases mittels eines Erhitzers (18) mit steuerbarer Heizleistung, und Leiten eines Teils des Prozessgasstroms durch eine den Erhitzer umgehende Bypassleitung (26), wobei das Verhältnis der durch den Erhitzer (18, 31) und durch die Bypassleitung (26) fließenden Prozessgasmassenströme einstellbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizleistung des Erhitzers (18, 31) je nach eingestelltem Verhältnis der Prozessgasmassenströme durch den Erhitzer (18, 31) und durch die Bypassleitung (26) gesteuert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizleistung des Erhitzers (18, 31) in Abhängigkeit der Temperatur des aus dem Erhitzer (18, 31) austretenden Prozessgases geregelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelung der Heizleistung des Erhitzers (18, 31) durch den eingestellten Prozessgasmassenstrom durch den Erhitzer (18, 31) beeinflusst wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sollwert für die Regelung der Heizleistung des Erhitzers (18, 31) je nach eingestelltem Prozessgasmassenstrom durch den Erhitzer (18, 31) geändert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizleistung des Erhitzers (18, 31) infolge einer Verminderung des

durch den Erhitzer (18, 31) fließenden Prozessgasmassenstroms reduziert wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizleistung des Erhitzers (18, 31) infolge einer Erhöhung des durch den Erhitzer (18, 31) fließenden Prozessgasmassenstroms erhöht wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reduzierung bzw. Erhöhung der Heizleistung des Erhitzers (18, 31) umso größer ist, je geringer bzw. größer der durch den Erhitzer (18, 31) fließende Prozessgasmassenstrom ist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sollwertaufschaltung für die Steuerung der Heizleistung des Erhitzers (18, 31) bei einem Abweichen der Prozessgasmassenströme von einem Mittelwert um mehr als 20 %, vorzugsweise um mehr als 13 % einsetzt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis der Prozessgasmassenströme durch den Erhitzer (18, 31) und durch die Bypassleitung (26) in Abhängigkeit der Temperatur des zum Trocknen verwendeten Prozessgases geregelt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Erhitzer (18, 31) einen in der Rohrleitung angeordneten Wärmetauscher (18) umfasst.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizleistung des Erhitzers (18, 31) so gesteuert wird, dass Änderungen der Wandtemperatur in dem Wärmetauscher (18) infolge einer Änderung des durch den Erhitzer (18, 31) fließenden Prozessgasmassenstroms möglichst gering bleiben.
12. Vorrichtung zum Trocknen eines faserförmigen Gutes mittels eines durch eine Rohrleitung (14-16, 19, 21) fließenden Prozessgasstroms, mit einem in die Rohrleitung eingebauten Erhitzer (18, 31) zum Erhitzen des durch die Rohrleitung strömenden Prozessgases, wobei die Heizleistung des Erhitzers (18, 31) steuerbar ist, einer den Erhitzer (18, 31) umgehenden Bypassleitung (26) für einen Teil des Prozessgasstroms und einer steuerbaren Einrichtung (22, 23) zum Einstellen des Verhältnisses der durch den Erhitzer (18, 31) und durch die Bypassleitung (26) fließenden Prozessgasmassenströme, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung Steuermittel (35) zum Steuern der Heizleistung des Erhitzers (18, 31) je nach eingestelltem Verhältnis der

Prozessgasmassenströme durch den Erhitzer (18, 31) und durch die Bypassleitung (26) aufweist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Regelkreis (30, 33) zum Regeln der Heizleistung des Erhitzers (18, 31) auf eine konstante Temperatur des aus dem Erhitzer (18, 31) austretenden Prozessgases vorgesehen ist. 5
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuermittel (35) zum Beeinflussen des Regelkreises (30, 33) eingerichtet ist. 10
15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuermittel (35) zum Verändern des Sollwerts des Regelkreises (30, 33) je nach dem eingestellten Prozessgasmassenstrom durch den Erhitzer (18, 31) eingerichtet ist. 15
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Erhitzer (18, 31) einen in der Rohrleitung angeordneten Wärmetauscher (18) umfasst. 20
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung (22, 23) zum Einstellen des Verhältnisses der durch den Erhitzer (18, 31) und durch die Bypassleitung (26) fließenden Prozessgasmassenströme mindestens eine verstellbare Klappe umfasst. 25
30
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung der Heizleistung des Erhitzers (18, 31) in Abhängigkeit der Stellung der Klappe (22; 23) erfolgt. 35
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Regelkreis (27, 28) zum Regeln des Verhältnisses der Prozessgasmassenströme durch den Erhitzer (18, 31) und durch die Bypassleitung (26) in Abhängigkeit der Temperatur des zum Trocknen verwendeten Prozessgases vorgesehen ist. 40

45

50

55

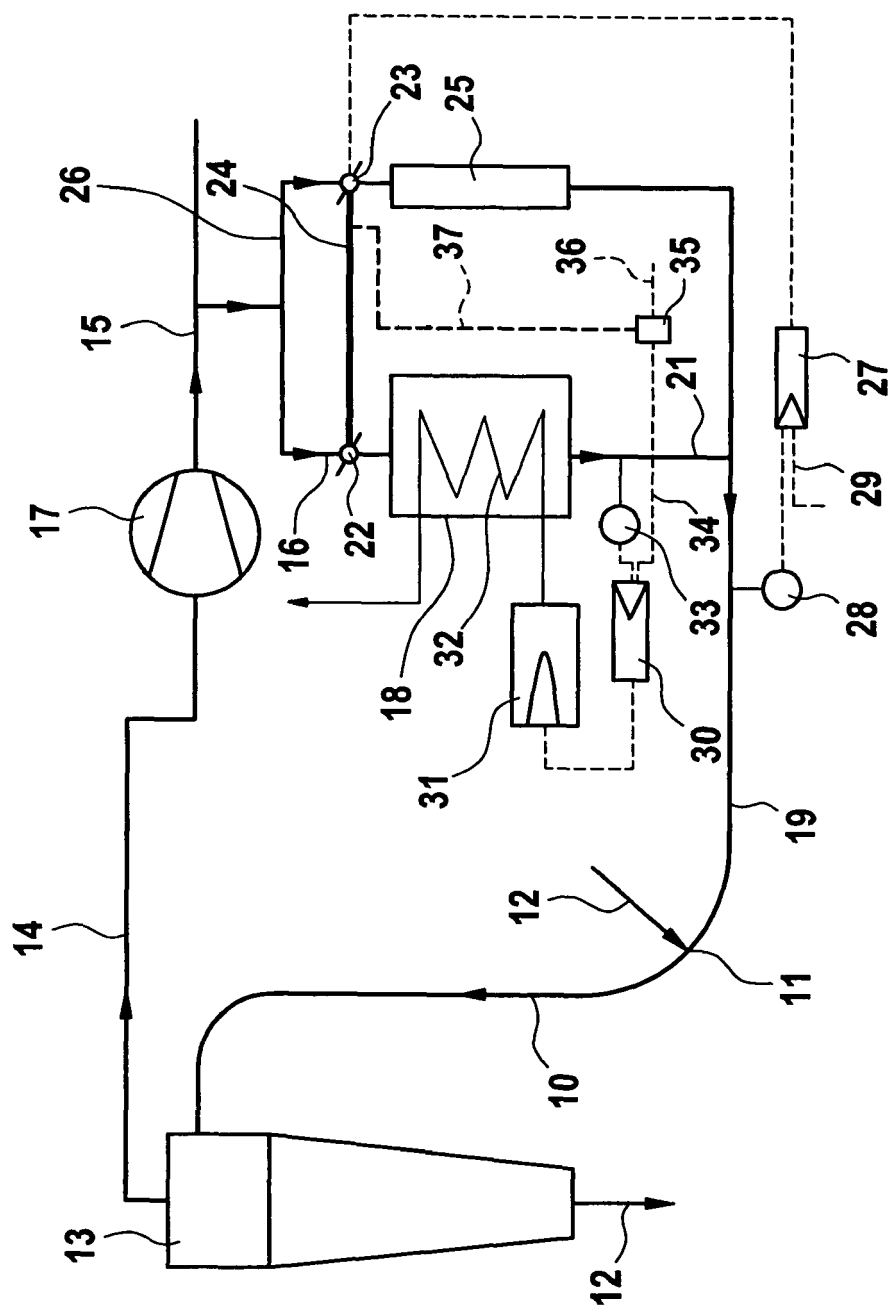


Fig. 1

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3305670 C2 [0002]