



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.12.2012 Patentblatt 2012/49

(51) Int Cl.:
F27B 5/16 (2006.01) **F27B 5/18** (2006.01)
C21D 1/74 (2006.01) **C21D 1/773** (2006.01)
C21D 11/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12004113.2**

(22) Anmeldetag: **25.05.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **Ipsen International GmbH**
47533 Kleve (DE)

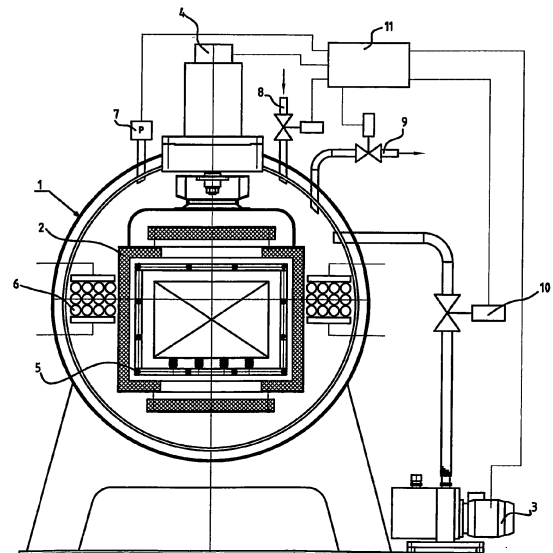
(72) Erfinder: **Mühlhaus, Thomas**
46446 Emmerich (DE)

(30) Priorität: **31.05.2011 DE 102011103748**

(54) **Verfahren zur Steuerung von Vakuumpumpen in einer Industrieofenanlage**

(57) Ein Verfahren und eine Industrieofenanlage sehen zur energieeffizienten Steuerung von mindestens einer in der Industrieofenanlage, insbesondere so genannten Vakuumofenanlage verwendeten Vakuumpumpe mit in einer Steuer- und Regeleinrichtung integrierten Pumpensteuerung sehen eine schrittweise Abschaltung oder Zuschaltung (Pa) der Vakuumpumpe für ein erforderliches oder nicht erforderliches Vakuum in Abhängigkeit von Druck-Zeit- Folgen vor und verwenden ein Programm mit mindestens einem der Programmschritte, wie einer Abfrage (S1), ob ein Wärmebehandlungsprozeß in der Industrieofenanlage aktiv ist, einer Abfrage (S2), ob die Vakuumpumpe in einem aktuellen Abschnitt des Wärmebehandlungsprozesses benötigt wird, einer Abfrage (S3), ob die Vakuumpumpe in einem zukünftigen Abschnitt des Wärmebehandlungsprozesses benötigt wird und/oder einer Abfrage, ob eine Zeit (T1) bis zu einem nächsten Einsatz der Vakuumpumpe größer als eine benötigte Vorlaufzeit (T2) der Vakuumpumpe ist (Fig. 1).

Fig. 2



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur intelligenten Steuerung von in einer Industrieofenanlage verwendeten Vakuumpumpen, insbesondere in so genannten Vakuumofenanlagen. Ferner betrifft die Erfindung eine diesbezügliche Industrieofenanlage.

Stand der Technik

[0002] Gemäß der DE 10152204 B4 wird die Aufgabe gestellt, eine Vakuumgasaufkohlungsanlage derart zu verbessern, um die Nachteile, eine Aufkohlungsatmosphäre während des Aufkohlungsvorgangs nicht überwachen und aufzeichnen zu können, zu vermeiden.

[0003] Dabei werden durch ein Verfahren zum Messen und/oder Regeln der Aufkohlungsatmosphäre in einer Aufkohlungskammer einer Vakuumgasaufkohlungsanlage folgende Schritte durchgeführt:

1. Schritt: Einbringen von Werkstücken in die Aufkohlungskammer ;
2. Schritt: Vorsehen und Aufrechterhalten eines Vakuums in der Aufkohlungskammer;
3. Schritt: Einbringen eines Aufkohlungsgases in die Aufkohlungskammer ;
4. Schritt: Messen der Atmosphäre in der Aufkohlungskammer mit einer vakuumdichten Sauerstoffsonde.

[0004] Bei dieser Regelung des Prozessgases kann nur der aktuelle Zustand der Ofenatmosphäre regelmäßig während der Aufkohlungsphase gemessen werden. Dieses Verfahren ist jedoch nicht für eine prozeßabhängige Abschaltung oder Zuschaltung der Vakuumpumpen während des gesamten Prozesses anwendbar.

[0005] Bekannt ist weiterhin entsprechend der DE 41 21 277 C2 eine selbsttätige Überwachung der Betriebssicherheit und Steuerung des Prozessablaufs bei einem Vakuumwärmebehandlungssofen, wobei ein den Druck im Gehäuse des Ofens messender Druckfühler und mindestens ein in der unmittelbaren Umgebung des Ofens angeordneter Gas-Sensor vorgesehen sind. Durch die jeweils in Verbindung mit einer Auswerteeinheit bei Nicht-Erreichen eines vorbestimmten Drucks im Innenraum des Gehäuses und einer sich gleichzeitig einstellenden Gaskonzentration in der Ofenumgebung wird ein Sicherheitsprogramm eingeleitet. Damit wird ein sofortiges Schließen des Kühlgaseinlassventils, ein Öffnen des Gasauslassventils und ein Öffnen eines Spülgaseinlassventils herbeigeführt. Besagtes Sicherheitsprogramm ist in eine Leitung eingeschaltet, die einen Spülgasvorratsbehälter mit dem Innenraum des Ofengehäuses verbindet. In Abhängigkeit der von einem in eine Zweigleitung zur Gasauslassleitung eingeschalteten Gas-Sensor registrierten Kühlgaskonzentration am Gas-

auslassventil wird ein Druckausgleich von einem Gehäuseinnenraum und der Ofenumgebung herbeigeführt.

[0006] Diese zusätzliche Sicherheitseinrichtung eines Vakuumofens mit Hochdruckwasserstoffabschreckung gewährleistet bei einer gemessenen Wasserstoff-Leckage, dass der Ofen mit einem inerten Gas gespült wird, so dass keine brennbare/explosive Gasmischung entstehen kann. Sie, hat aber keinen Einfluss auf eine dementsprechende Steuerung/Regelung der Vakuumpumpe.

[0007] Zusätzlich muss beim fachmännischen Suchen nach Lösungsmöglichkeiten noch die Vorrichtung gemäß EP 0524 368 B1 (analog der DE 41 21 277 C2) untersucht werden. Hier ist ebenfalls eine selbsttätige Überwachung und Steuerung des Prozessablaufs bei einem Vakuumwärmebehandlungssofen, insbesondere bei einem mit Wasserstoffgas als Kühlgas unter Überdruck betriebenen Ofen zum Härten metallischer Werkstücke, vorgesehen. Dabei ist eine Vakuumpumpe an einem Gehäuse angeschlossen. In die Heizkammer münden Gaseinlaß- und Gasauslassöffnungen. Eine Motor-Gebläse-Einheit, ein Kühlgasvorratsbehälter, ein Heizaggregat und ein Wärmetauscher im Kühlgaskreislauf sowie ein den Druck im Gehäuse des Ofens messender Druckfühler und mindestens ein in der unmittelbaren Umgebung des Ofens angeordneter Gassensor sind vorgesehen, die jeweils in Verbindung mit einer Auswerteeinheit bei Nicht-Erreichen eines vorbestimmten Drucks im Innenraum des Gehäuses und einer sich gleichzeitig einstellenden Gaskonzentration in der Ofenumgebung ein Sicherheitsprogramm einleiten.

[0008] Das oben erwähnte sofortige Schließen des Kühlgaseinlassventils, das Öffnen des Gasauslassventils und das Öffnen eines Spülgaseinlassventils werden bewirkt. Das Spülgaseinlassventil ist in eine Leitung eingeschaltet, die einen Spülgasvorratsbehälter mit dem Innenraum des Ofengehäuses verbindet und so schließlich in Abhängigkeit der von einem in eine Zweigleitung zur Gasauslassleitung eingeschalteten Gassensor registrierten Kühlgaskonzentration am Gasauslassventil den Druckausgleich von Gehäuseinnenraum und Ofenumgebung herbeiführt.

[0009] Demnach schließt sich mit dieser Lösung der Kreis zur schon oben untersuchten DE 41 21 277 C2 mit einer zusätzlichen Sicherheitseinrichtung eines Vakuumofens mit Hochdruckwasserstoffabschreckung, welche bei einer gemessenen Wasserstoff-Leckage sichert, dass der Ofen mit einem inerten Gas gespült wird, so dass keine brennbare oder explosive Gasmischung entsteht.

[0010] Der in beiden Patenten insgesamt dargestellte Prozeßablauf offenbart demnach auch nicht, wie die Vakuumpumpe gesteuert oder geregelt werden könnte.

[0011] In der DE 100 43 783 A1 ist ein Verfahren zur Regelung des Vakuums in einer Kammer offenbart, welche mit einer mehrere Pumpen in Serie enthaltenden Pumpvorrichtung verbunden ist. Dabei wird mindestens ein Saugparameter in Abhängigkeit von dem in der Kam-

mer herrschenden Hochvakuumdruck und einem vorgegebenen Solldruck verändert. Die Veränderung des Saugparameters erfolgt unter Verwendung mindestens eines Regelparameters, wobei der Regelparameter in Abhängigkeit von dem in der Kammer herrschenden Hochvakuumdruck bestimmt wird.

[0012] Diese Regelung der Saugleistung einer Pumpe ist zwar energiesparend ausgelegt, vermag aber nicht die Pumpen vom Rezipienten durch ein Ventil dann zu trennen, wenn Überdruckphasen in dem Vakuumofen bei einer z.B. Hochdruckgasabschreckung oder bei einem Konvektionsbetrieb auftreten.

[0013] Darüber hinaus wird in DE 198 16 241 C1 eine Membran- oder Kolbenpumpe oder kombinierte Membran-/Kolbenpumpe mit Einrichtung zur druckabhängigen Reduzierung der Schöpfraumvergrößerungsgeschwindigkeit beschrieben. Dort werden unterhalb eines vorgegebenen Ansaugdrucks oder Steuersignals die Drehzahl des Antriebs selbstständig variiert, die Druck- bzw. Steuersignal- und Drehzahl-Wertepaare in diesem Bereich gemessen und gespeichert und hieraus der Minimalwert des Ansaugdruckes ermittelt, bei dem das niedrigste Endvakuum erreichbar ist. In dieser Abhängigkeit wird die Drehzahl des Antriebs auf die zugehörige optimale Drehzahl eingestellt.

[0014] Bei einer derartigen energiesparend ausgelegten Regelung der Saugleistung einer Pumpe über die Variation des Schöpfraumes oder Drehzahl ist es nachteilig, dass das System ebenfalls nicht erkennen kann, wann die Pumpen vom Rezipienten durch ein Ventil getrennt werden. In den auftretenden Überdruckphasen eines Vakuumofens (Hochdruckgasabschreckung oder Konvektionsbetrieb) wird das jedoch erforderlich.

[0015] Auch in der DE 699 07 890 T2 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Druckregelung in Vakuumanlagen offenbart, bei denen folgende bekannte Schritte realisiert werden:

1. Schritt: Lesen eines Wertes eines gewünschten Drucks aus einem elektronischen Speicher, der ein gewünschtes Druckniveau für die Prozesskammer wiedergibt;
2. Schritt: Lesen eines Wertes einer gewünschten Gasströmung aus dem elektronischen Speicher, der eine gewünschte Gasströmrate durch die Prozesskammer darstellt;
3. Schritt: Einstellen eines Drosselventils in eine Anfangsstellung, wobei das Drosselventil zum Regeln des Drucks in der Prozesskammer eingesetzt wird;
4. Schritt: Messen des Druckes in der Prozesskammer;
5. Schritt: Berechnen eines Unterschieds zwischen dem gewünschten Druck und dem gemessenen Druck und
6. Schritt: Anschließend an den Einstellschritt zumindest einmal Neueinstellen des Drosselventils auf Grund des Unterschieds zwischen

dem gewünschten Druck und dem gemessenen Druck.

[0016] Dabei wird das Neueinstellen unter Verwendung einer proportionalen und integralen Regelung und deren Verzögerung für eine bestimmte Zeitdauer besonders herausgestellt.

[0017] Mit diesem Verfahren nebst Vorrichtung zur Druckregelung in Vakuumanlagen kann zwar die Saugleistung geregelt werden, deren angestrebte "Intelligenz" ist jedoch dadurch begrenzt, weil ein Abschalten in den auftretenden Prozeßphasen ohne Vakuum nicht gelöst wird.

[0018] Diesen Mangel (kein Abschalten in den auftretenden Prozeßphasen ohne Vakuum) kann auch nicht die Lösung gemäß der JP 2008002274 A beheben, in der eine Evakuierungseinrichtung zur Regelung des Ofendrucks im Vakuumofen mittels Drehzahlveränderung der Vakuumpumpe offenbart wird. Zum Zweck der Evakuierung wird eine erste Rezirkulationsleitung, die den Pumpenausgang mit dem Pumpeneingang verbindet, geöffnet, wenn die untere Drehzahl der Vakuumpumpe erreicht ist. Eine zweite Rezirkulationsleitung wird geöffnet, wenn trotz geöffneter erster Rezirkulationsleitung die untere Drehzahl der Vakuumpumpe wiederholt erreicht wird. Bei Erreichen des oberen Limits der Drehzahlregelung der Pumpe werden die Rezirkulationsleitungen geschlossen. Das Öffnen und Schließen der Rezirkulationsleitungen erfolgt durch entsprechende Ventile. Der Rezirkulationsfluß wird über Widerstände eingestellt.

[0019] Ein Ausblick auf ein anderes Gebiet gemäß der JP 2001214868 A gibt auch keine Anregung, ein Abschalten in den auftretenden Prozeßphasen ohne Vakuum zu lösen. Dort wird nur eine Vakuumsteuereinheit in einem Ofen zur einfachen Anpassung des Vakuumgrades im Ofen ohne Vergrößerung der Einrichtung und ohne Erhöhung der Vakuumpumpleistung während des Betriebs des Vakuumlichtbogenofens zur Verfügung gestellt. Dabei wird der Vakuumlichtbogenofen mit einer Vakuumpumpe ausgestattet, die über eine Saugleitung mit dem Ofeninnenraum verbunden ist. Eine Vakuumatmosphäre im Ofengehäuse bei gemeinsamer Nutzung einer mechanischen Boosterpumpe und einer Rotationspumpe wird geschaffen. Während des Betriebes des Schmelzofens wird die Drehzahlgeschwindigkeit der Pumpen durch einen Umrichter gesteuert. Durch Veränderung der Saugleistung wird das geforderte Vakuum im Ofen verändert. Erreicht das Signal der Vakuumanzeige die Steuerung, so wird die Steuerung der Pumpendrehzahl automatisch durch den Umrichter initiiert.

[0020] Die weitere Ausschau auf die US 3,736,360 lehrt dem Fachmann ein Kontrollsystem eines elektrisch beheizten Vakuumofens. Dieser ist u.a. mit einer Vakuumpumpe, die durch eine Saugleitung mit dem Ofeninnenraum verbunden ist, sowie weiterhin mit einer Vielzahl von Heizelementen für verschiedene Zonen und mit einem Temperaturmessgerät für jede Zone und einem

gesteuerten Messinstrument für die Masterzone ausgerüstet. Diese Instrumente sind mit einem Ofenhauptregler und Hilfsreglern für die einzelnen Zonen verbunden. Ein Regelventil in der Vakuumleitung oder ein gesteuerter Hahn, verbunden mit der Vakuumleitung, ermöglichen es, den Druck im Ofen konstant zu halten, wobei die Pumpe mit konstanter Geschwindigkeit fährt. Ein Druckmessgerät, angeschlossen an der Vakuumleitung, ist auch verbunden mit den Heizelementen.

[0021] Nach Auswertung dieser intelligenten Regelung der Saugleistung wird kein Ansatzpunkt für das Abschalten in den Phasen ohne Vakuum gefunden.

[0022] Aus der Gesamtschau des ausgewerteten Standes der Technik und den praktischen Erfahrungen aus dem Prozeßbetrieb von Vakuumanlagen sind zwar "Notfalleinrichtungen" und "Druckregeleinrichtungen" bekannt, die primär die Sicherheit oder den Druck als "Regelgröße" verwenden. Die Forderungen bei der Vakuumwärmebehandlung in einem modernen Vakuumofen gehen aber weiter, um neben den vorhandenen Temperatur-Zeit-Folgen im Voraus auf die Druck-Zeit-Folgen variabel reagieren zu können.

[0023] Daraus ist abzuleiten, dass das Problem, im jeweiligen Prozess Erkenntnis darüber zu erlangen, wann ab einem gewissen Zeitpunkt die Vakuumpumpen komplett abgeschaltet werden können, wenn zu gewissen Zeiten Prozeßgas evakuiert wird, noch nicht gelöst ist.

Darstellung des Wesens der Erfindung

[0024] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zur intelligenten Steuerung von in einer Industrieofenanlage verwendeten Vakuumpumpen, insbesondere in so genannten Vakuumofenanlagen, zu schaffen, bei dem durch eine schrittweise Abschaltung oder Zuschaltung der Pumpen während des gesamten Prozesses ein Einfluss auf eine dementsprechende Steuerung/Regelung der Vakuumpumpe derart ausgeübt wird, dass in Abhängigkeit der Druck-Zeit-Folgen ein Abschalten der Vakuumpumpen in den auftretenden Prozeßphasen ohne Vakuum erfolgt, um den Gesamt Ablauf des Behandlungsprozesses energiesparend betreiben zu können.

[0025] Dies unter Berücksichtigung der Tatsache, dass bestimmte Typen von Vakuumpumpen eine Vorlaufzeit benötigen um für den Einsatzzweck betriebsbereit zu sein.

[0026] Erfindungsgemäß wird dies mit einem Verfahren zur Steuerung von mindestens einer in einer Industrieofenanlage, insbesondere in so genannten Vakuumofenanlagen, verwendeten Vakuumpumpe und in einer Steuer- und Regeleinrichtung integrierten Pumpensteuerung gelöst, bei der

a) eine schrittweise Abschaltung oder Zuschaltung der Vakuumpumpe für ein erforderliches oder nicht erforderliches Vakuum in Abhängigkeit von Druck-Zeit-Folgen erfolgt und

b) ein Programm mit mindestens einem der Programmschritte einer

- Abfrage, ob ein Wärmebehandlungsprozeß in der Industrieofenanlage aktiv ist,
- Abfrage, ob die Vakuumpumpe in einem aktuellen Abschnitt des Wärmebehandlungsprozesses benötigt wird,
- Abfrage, ob die Vakuumpumpe in einem zukünftigen Abschnitt des Wärmebehandlungsprozesses benötigt wird, oder
- Abfrage, ob eine Zeit bis zu einem nächsten Einsatz der Vakuumpumpe größer als eine benötigte Vorlaufzeit der Vakuumpumpe ist,

verwendet wird.

[0027] Die schrittweise Abschaltung oder Zuschaltung der Vakuumpumpe unter Verwendung des Programms in der Prozeßsteuerung mit den vier logisch verknüpften Programmschritten ermöglicht es, ohne großen Investitionsumfang die Vakuumpumpen energieeffizient gemäß den Merkmalen der Ansprüche 1 bis 3 wie folgt zu steuern:

[0028] Ergibt die Abfrage in dem ersten Schritt, ob der Prozess in der Industrieofenanlage aktiv ist, ein nein, wird die Pumpensteuerung nicht gestartet; wenn ja, findet eine Überprüfung des aktuellen Prozessabschnitts statt.

[0029] Ergibt die Abfrage in dem zweiten Schritt, ob die jeweilige Vakuumpumpe im aktuellen Prozessabschnitt benötigt wird, ein ja, wird die Vakuumpumpe eingeschaltet und die

[0030] Prozessabfrage startet gemäß dem ersten Schritt. Ergibt die Abfrage nein, dann erfolgt eine Überprüfung aller zukünftigen Prozessabschnitte.

[0031] Ergibt die Abfrage in dem dritten Schritt, ob die jeweilige Vakuumpumpe in den zukünftigen Prozessabschnitten benötigt wird, ein nein, wird die Vakuumpumpe zum Zwecke der Energieeinsparung ausgeschaltet und die Abfrage wird wieder gemäß dem ersten Schritt gestartet. Ergibt die Abfrage ja, wird die Zeit bis zum nächsten erforderlichen Einsatz der Pumpe ermittelt und so dann eine benötigte Vorlaufzeit für eine einwandfreie Funktion der Vakuumpumpe bestimmt, und zwar als quasi Anwärmzeit.

[0032] Schließlich wird in einem vierten Schritt abgefragt, ob die Zeit bis zum nächsterforderlichen Einsatz der Vakuumpumpe größer als die benötigte Vorlaufzeit ist. Ergibt die Abfrage ein ja, wird die Vakuumpumpe zum Zwecke der Energieeinsparung ausgeschaltet, wenn nein, wird die Vakuumpumpe eingeschaltet und die Prozessabfrage startet gemäß dem ersten Schritt.

[0033] Die Folge dieser Abfrage von Schritten kann zweckmäßig in eine Steuer- und Regeleinrichtung als Regelkreis derart integriert werden, dass die Schaltung der Vakuumpumpe entsprechend der Beziehung $P_a = S_1 \neg S_2 (\neg S_3 \vee (S_3 (T_1 > T_2)))$ gesteuert wird.

[0034] Die Industrieofenanlage, insbesondere Vaku-

umofenanlage zur Durchführung des Verfahrens, umfasst eine Heizkammer, mindestens eine Vakuumpumpe und eine in einer Steuer- und Regeleinrichtung integrierte Pumpensteuerung, wobei mindestens ein Druckfühler, mindestens ein Gaseinlaß und ein Pumpenventil vorgesehen sind, die mit der Pumpensteuerung in einer Schaltlogik zu einer

- a) Abfrage eines Status im Wärmebehandlungsprozeß,
- b) Abfrage eines im aktuellen Abschnitt des Wärmebehandlungsprozesses erforderlichen Einsatzes und Abfrage eines im zukünftigen Abschnitt des Wärmebehandlungsprozesses Einsatzes der Vakuumpumpe und
- c) Abfrage einer Zeit für einen erforderlichen Einsatz und Abfrage einer Zeit für einen notwendigen Vorlauf der Vakuumpumpe

verbunden sind.

[0035] Gattungsgemäße Industrieofenanlagen, die in besonderen Fällen mindestens einen Gasablaß aufweisen, können auch nach dem erfindungsgemäßen Verfahren betrieben werden.

[0036] Die Erfindung wird an einem Ausführungsbeispiel an Hand der Zeichnungen beschrieben.

[0037] Es zeigen

Fig. 1 die erfindungsgemäßen Verfahrensschritte als Programmablauf und

Fig. 2 die im Querschnitt schematisch dargestellte Industrieofenanlage 1 zur Durchführung des Verfahrens.

Weg zur Ausführung der Erfindung

[0038] In einer in Fig. 2 dargestellten, eine Heizkammer 2 und eine Vakuumpumpe 3 aufweisenden und als Vakuumofenanlage betriebenen Industrieofenanlage 1 mit Heizaggregat 6 sind ein Druckfühler 7, ein Gaseinlaß 8 und ein Pumpenventil 10 zu einer Pumpensteuerung 11 in einer Schaltlogik verbunden. Eine Motor-Gebläse-Einheit 4 sorgt für die Umwälzung eines Kühlgases aus einem Kühlgasvorratsbehälter 5, welcher Teil-Prozess hier nicht näher zu erläutern ist.

[0039] Verfahrensgemäß erfolgt zur Steuerung der Vakuumpumpe 3 eine schrittweise Abschaltung oder Zuschaltung der Vakuumpumpe 3 für ein erforderliches oder nicht erforderliches Vakuum in Abhängigkeit von Druck-Zeit-Folgen. Gemäß Fig. 1 wird dazu ein Programm mit den Programmschritten einer

- Abfrage S1, ob ein Wärmebehandlungsprozeß in der Industrieofenanlage 1 aktiv ist,
- Abfrage S2, ob die Vakuumpumpe 3 in einem aktuellen Abschnitt des Wärmebehandlungsprozesses benötigt wird,

- Abfrage S3, ob die Vakuumpumpe 3 in einem zukünftigen Abschnitt des Wärmebehandlungsprozesses benötigt wird, oder
- Abfrage ob eine Zeit T1 bis zu einem nächsten Einsatz der Vakuumpumpe 3 größer als eine benötigte Vorlaufzeit T2 der Vakuumpumpe 3 ist,

verwendet.

[0040] Die Fig. 1 zeigt als Programmablauf im Einzelnen:

[0041] In einem ersten Programmschritt wird die Pumpensteuerung 11 dann nicht gestartet, wenn die Abfrage S 1 **nein** S1=0 ergibt, oder die Abfrage S2 des aktuellen Abschnitts findet statt, wenn die Prozessabfrage **ja** S1=1 ergibt.

[0042] In einem zweiten Programmschritt wird die Vakuumpumpe 3 eingeschaltet und die Abfrage S1 gemäß dem ersten Programmschritt gestartet, wenn die Abfrage **ja** S2=1 ergibt, oder es erfolgt dann eine Abfrage S3 aller zukünftigen Prozessabschnitte, wenn die Abfrage S2 **nein** S2=0 ergibt.

[0043] In einem dritten Programmschritt erfolgt dann zum Zwecke der Energieeinsparung eine Einschaltung Pa der Vakuumpumpe 3 und die Abfrage S 1 wird wieder gemäß dem ersten Programmschritt gestartet, wenn die Abfrage S3 **nein** S3=0 ergibt, oder es wird die Zeit T1 bis zum nächsten erforderlichen Einsatz der Vakuumpumpe 3 ermittelt und dann die benötigte Vorlaufzeit T2 als quasi Anwärmzeit der Vakuumpumpe 3 für deren Prozess gemäß Funktion bestimmt, wenn die Abfrage S3 **ja** S3=1 ergibt.

[0044] In einem vierten Programmschritt erfolgt zum Zwecke der Energieeinsparung eine Ausschaltung Pa der Vakuumpumpe 3, wenn die Abfrage S3 **nein** S3=0 ergibt, oder die Vakuumpumpe 3 wird eingeschaltet, oder die Abfrage S 1 wird gemäß dem ersten Programmschritt gestartet, wenn die Abfrage T1>T2? **ja** ergibt.

[0045] Der Programmablauf zeigt, dass mindestens einer dieser Schritte oder mehrere dieser Schritte oder der gesamte Ablauf die Steuerung bestimmen können, und zwar je nach der vorliegenden Bedingung, ob ein Wärmebehandlungsprozeß in der Industrieofenanlage 1 aktiv ist, ob die Vakuumpumpe 3 in einem aktuellen Abschnitt des Wärmebehandlungsprozesses benötigt wird, ob die Vakuumpumpe 3 in einem zukünftigen Abschnitt des Wärmebehandlungsprozesses benötigt wird, oder ob eine Zeit T1 bis zu einem nächsten Einsatz der Vakuumpumpe 3 größer als eine benötigte Vorlaufzeit T2 der Vakuumpumpe 3 ist.

[0046] Die Steuerung der Vakuumpumpe 3 kann dabei gemäß der Beziehung $Pa = S1 \neg S2 (\neg S3 \vee (S3 (T1 > T2)))$ in der Pumpensteuerung 11 eingestellt und betrieben werden.

[0047] In der Industrieofenanlage 1 wird zur Durchführung des Verfahrens die erfindungsgemäße Pumpensteuerung 11 zweckmäßig als Schaltlogik in eine regelmäßig vorhandene Steuer- und Regeleinrichtung integriert. Somit wird über den Druckfühler 7, den Gaseinlaß

8 und das Pumpenventil 10, welche mit der Pumpensteuerung 11 besagte Schaltlogik umfassen, die Abfrage S1 des Status im Wärmebehandlungsprozeß, die Abfrage S2 des im aktuellen Abschnitt des Wärmebehandlungsprozesses erforderlichen Einsatzes und die Abfrage S3 des im zukünftigen Abschnitt des Wärmebehandlungsprozesses erforderlichen Einsatzes der Vakuumpumpe 3 und/oder die Abfrage der Zeit T1 für den erforderlichen Einsatz und/oder die Abfrage der Zeit T2 für den notwendigen Vorlauf der Vakuumpumpe 3 gewährleistet.

[0048] Erforderlichenfalls besitzt die Industrieofenanlage 1 auch einen Gasablaß 9.

Gewerbliche Anwendbarkeit

[0049] Da die Erfindung eine schrittweise Abschaltung oder Zuschaltung der Pumpen während des gesamten Prozesses durch eine intelligente Steuerung/Regelung in Abhängigkeit der Druck-Zeit-Folgen ermöglicht, können der Gesamt Ablauf des Behandlungsprozesses energiesparend betrieben und eine kostensparende Nachrüstung vorhandener Anlagen realisiert werden.

Bezugszeichenliste

[0050]

1 = Industrieofenanlage
 2 = Heizkammer
 3 = Vakuumpumpe
 4 = Motor-Gebläse-Einheit
 5 = Kühlgasvorratsbehälter
 6 = Heizaggregat
 7 = Druckfühler
 8 = Gaseinlaß
 9 = Gasablaß
 10 = Pumpenventil
 11 = Pumpensteuerung integriert in Steuer- und Regeleinrichtung

Pa = Schaltung (ein/aus) der Vakuumpumpe 3

Pa = 1 Abschaltung aktiv

Pa = 0 Abschaltung nicht aktiv

S1 = Prozessabfrage, ob ein Prozess in der Industrieofenanlage 1 aktiv ist

S1 = 1 **ja**: es ist ein Prozess in der Anlage aktiv

S1 = 0 **nein**: es ist kein Prozess in der Anlage aktiv

S2 = Prozessabfrage, ob Vakuumpumpe 3 im aktuellen Prozessabschnitt benötigt wird

S2 = 1 **ja**, Vakuumpumpe 3 wird im aktuellen Prozessabschnitt benötigt

S2 = 0 **nein**, Vakuumpumpe 3 wird im aktuellen Prozessabschnitt nicht benötigt

S3 = Prozessabfrage, ob Vakuumpumpe 3 in einem

zukünftigen Prozessabschnitt benötigt wird
 S3 = 1 ja, Vakuumpumpe 3 wird in einem zukünftigen Prozessabschnitt benötigt

S3 = 0 **nein**, Vakuumpumpe 3 wird in einem zukünftigen Prozessabschnitt nicht benötigt

T1 = Zeit bis zum nächsten erforderlichen Einsatz der Vakuumpumpe 3

T2 = erforderliche Vorlaufzeit der Vakuumpumpe 3 bis zum nächsten Einsatz

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung von mindestens einer in einer Industrieofenanlage (1), insbesondere so genannten Vakuumofenanlage verwendeten Vakuumpumpe (3) mit in einer Steuer- und Regeleinrichtung integrierten Pumpensteuerung (11), **gekennzeichnet durch**

a) eine schrittweise Abschaltung oder Zuschaltung (Pa) der Vakuumpumpe (3) für ein erforderliches oder nicht erforderliches Vakuum in Abhängigkeit von Druck-Zeit-Folgen und
 b) die Verwendung eines Programms mit mindestens einem der Programmschritte einer

• Abfrage (S1), ob ein Wärmebehandlungsprozeß in der Industrieofenanlage (1) aktiv ist,

• Abfrage (S2), ob die Vakuumpumpe (3) in einem aktuellen Abschnitt des Wärmebehandlungsprozesses benötigt wird,

• Abfrage (S3), ob die Vakuumpumpe (3) in einem zukünftigen Abschnitt des Wärmebehandlungsprozesses benötigt wird oder
 • Abfrage ob eine Zeit (T1) bis zu einem nächsten Einsatz der Vakuumpumpe (3) größer als eine benötigte Vorlaufzeit (T2) der Vakuumpumpe (3) ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** mindestens einen der Programmschritte, dass

• in einem ersten Programmschritt dann die Pumpensteuerung (11) nicht gestartet wird, wenn die Abfrage (S1) **nein** (S1=0) ergibt, oder die Abfrage (S2) des aktuellen Abschnitts stattfindet, wenn die Prozessabfrage **ja** (S1=1) ergibt,

• in einem zweiten Programmschritt die Vakuumpumpe (3) eingeschaltet und die Abfrage (S1) gemäß dem ersten Programmschritt gestartet wird, wenn die Abfrage **ja** (S2=1) ergibt, oder dann eine Abfrage (S3) aller zukünftigen Prozessabschnitte erfolgt, wenn die Abfrage

- (S2) **nein** (S2=0) ergibt,
 • in einem dritten Programmschritt dann zum Zwecke der Energieeinsparung eine Einschaltung (Pa) der Vakuumpumpe (3) erfolgt und die Abfrage (S1) wieder gemäß dem ersten Programmschritt a) gestartet wird, wenn die Abfrage (S3) **nein** (S3=0) ergibt, oder die Zeit (T1) bis zum nächsten erforderlichen Einsatz der Vakuumpumpe (3) ermittelt wird und dann die benötigte Vorlaufzeit (T2) als quasi Anwärmzeit der Vakuumpumpe (3) für deren prozeßgemäße Funktion bestimmt wird, wenn die Abfrage (S3) **ja** (S3=1) ergibt,
 • in einem vierten Programmschritt zum Zwecke der Energieeinsparung eine Ausschaltung (Pa) der Vakuumpumpe (3) erfolgt, wenn die Abfrage (S3) **nein** (S3=0) ergibt, oder die Vakuumpumpe (3) eingeschaltet wird, oder die Abfrage (S1) gemäß dem ersten Programmschritt gestartet wird, wenn die Abfrage (T1>T2?) **ja** ergibt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vakuumpumpe (3) gemäß der Beziehung $Pa = S1 \neg S2 (\neg S3 \vee (S3 (T1 > T2)))$ in der Pumpensteuerung (11) betrieben wird.
4. Industrieofenanlage (1), insbesondere Vakuumofenanlage zur Durchführung des Verfahrens, umfassend eine Heizkammer (2), mindestens eine Vakuumpumpe (3) und eine in einer Steuer- und Regelungseinrichtung integrierte Pumpensteuerung (11), **gekennzeichnet durch** mindestens einen Druckfühler (7), mindestens einen Gaseinlaß (8) und ein Pumpenventil (10), welche mit der Pumpensteuerung (11) in einer Schaltlogik zu mindestens einer der Abfragen, wie
- a) Abfrage (S1) eines Status im Wärmebehandlungsprozeß,
 - b) Abfrage (S2) eines im aktuellen Abschnitt des Wärmebehandlungsprozesses erforderlichen Einsatzes und Abfrage (S3) eines im zukünftigen Abschnitt des Wärmebehandlungsprozesses Einsatzes der Vakuumpumpe (3) und
 - c) Abfrage einer Zeit (T1) für einen erforderlichen Einsatz und Abfrage einer Zeit (T2) für einen notwendigen Vorlauf der Vakuumpumpe (3) verbunden sind.
5. Industrieofenanlage (1) nach Anspruch 4, **gekennzeichnet durch** mindestens einen Gasablaß (9).

FIG. 1

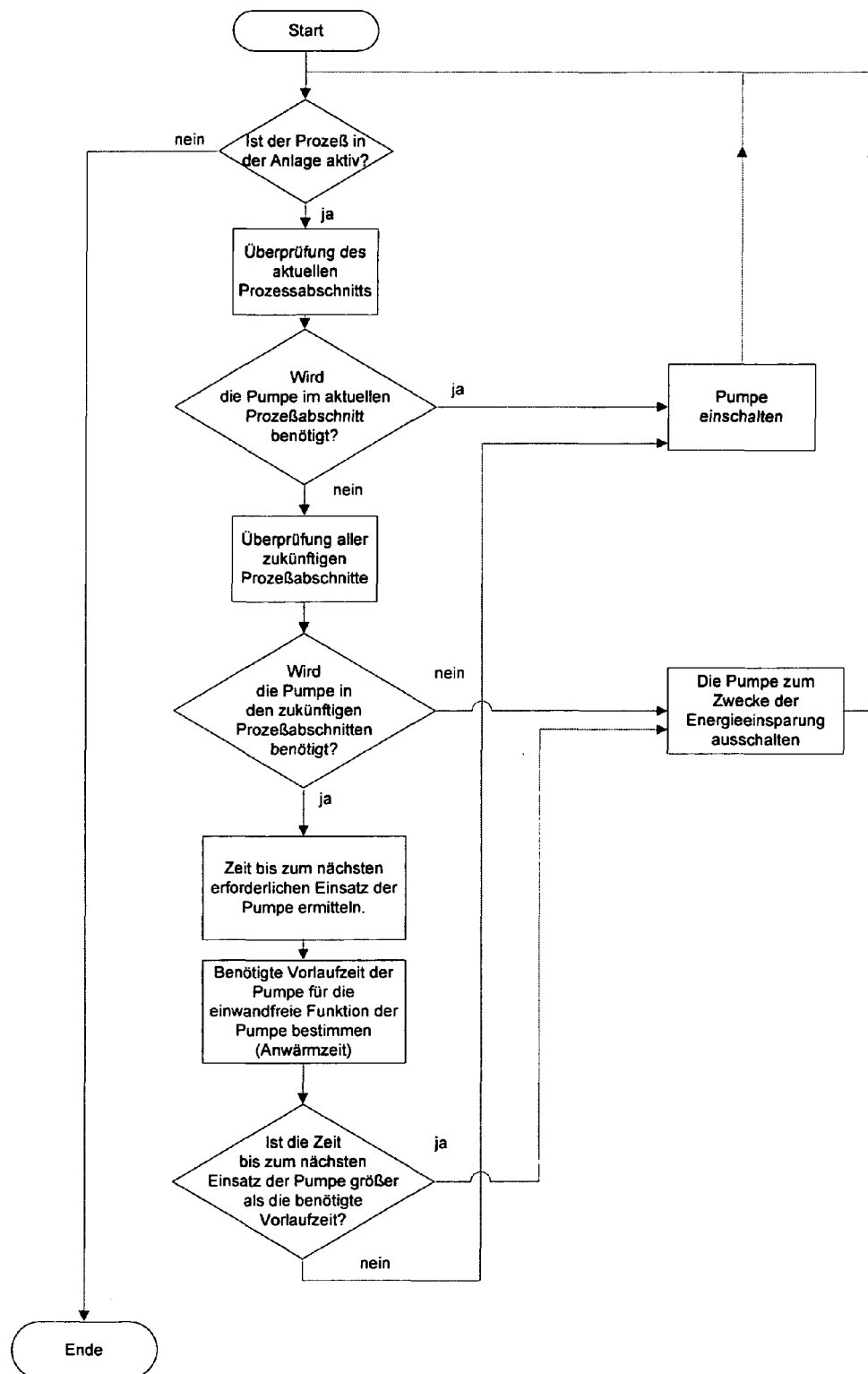
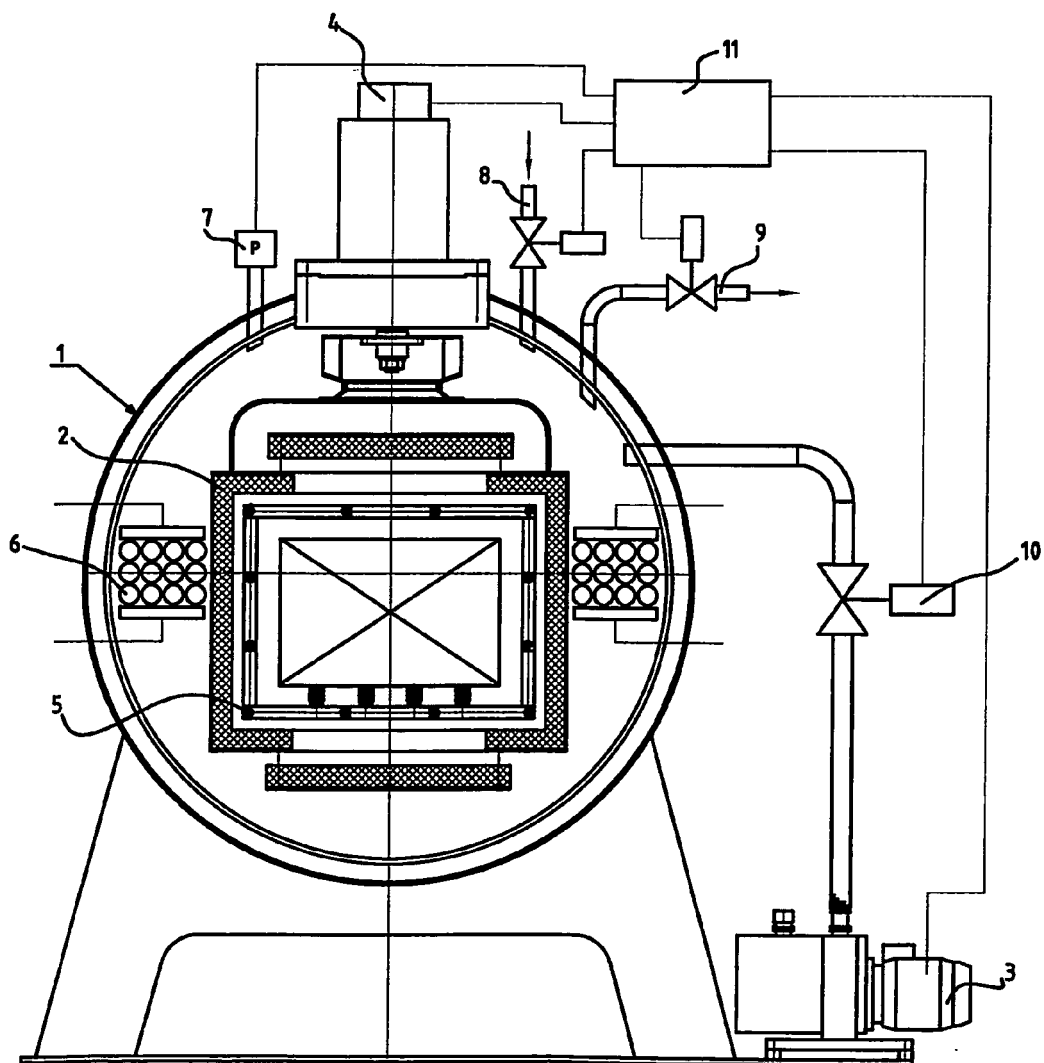


Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 12 00 4113

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 389 408 A (DEVOLK BURT [US]) 14. Februar 1995 (1995-02-14) * Abbildungen 1,5-7 * * Spalte 3, Zeile 26 - Zeile 34 * * Spalte 6, Zeile 44 - Zeile 55 * -----	1-5	INV. F27B5/16 F27B5/18 C21D1/74 C21D1/773 C21D11/00
X,D	DE 41 21 277 C2 (LEYBOLD DURFERRIT GMBH [DE] ALD VACUUM TECHN AG [DE]) 3. August 2000 (2000-08-03) * Abbildungen 1-3 * * Spalte 5, Zeile 16 - Zeile 28 * -----	1-5	
X,D	JP 2008 002274 A (DAIDO STEEL CO LTD) 10. Januar 2008 (2008-01-10) * Abbildung 1 * * Zusammenfassung * -----	1-5	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F27B C21D B22F F04D F24D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		10. September 2012	
		Prüfer	
		Peis, Stefano	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 00 4113

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-09-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5389408	A	14-02-1995	KEINE

DE 4121277	C2	03-08-2000	AT 117791 T 15-02-1995
			DE 4121277 A1 07-01-1993
			EP 0524368 A1 27-01-1993
			ES 2067260 T3 16-03-1995
			US 5225142 A 06-07-1993
			US 5362031 A 08-11-1994

JP 2008002274	A	10-01-2008	KEINE

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 10152204 B4 [0002]
- DE 4121277 C2 [0005] [0007] [0009]
- EP 0524368 B1 [0007]
- DE 10043783 A1 [0011]
- DE 19816241 C1 [0013]
- DE 69907890 T2 [0015]
- JP 2008002274 A [0018]
- JP 2001214868 A [0019]
- US 3736360 A [0020]