



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 697 36 263 T2 2007.07.12

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 823 469 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 697 36 263.9

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/JP97/00572

(96) Europäisches Aktenzeichen: 97 903 616.7

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 1997/031990

(86) PCT-Anmeldetag: 27.02.1997

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 04.09.1997

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 11.02.1998

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 05.07.2006

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 12.07.2007

(51) Int Cl.⁸: C10G 1/10 (2006.01)

B09B 3/00 (2006.01)

C08J 11/16 (2006.01)

A62D 3/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

6534896 27.02.1996 JP

6537196 27.02.1996 JP

6939096 29.02.1996 JP

6904996 29.02.1996 JP

(72) Erfinder:

HORIZOE, Mitsubishi Heavy Inds., Hirotoshi, Kanazawa-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 236, JP; AMARI, Mitsubishi Heavy Industries, Takeshi, Kanazawa-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 236, JP; NAGAI, Mitsubishi Heavy Industries, Hiroshi, Kanazawa-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 236, JP; YASUDA, Mitsubishi Heavy Industries, Shizuo, Naka-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 231, JP; KAIHARA, Mitsubishi Heavy Industries, Yuji, Naka-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 231, JP; KAWAMI, Mitsubishi Heavy Inds., Yoshimasa, Naka-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 231, JP; MATSUKAWA, Mitsubishi Heavy Inds., Yasumasa, Kanazawa-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 236, JP

(73) Patentinhaber:

Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Strehl, Schübel-Hopf & Partner, 80538 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR

(54) Bezeichnung: METHODE UND APPARAT ZUR WIEDERGEWINNUNG VON ÖL AUS PLASTIKABFÄLLEN

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingeleitet, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**TECHNISCHES GEBIET**

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Extrahieren von Öl aus Abfallkunststoff unter Verwendung von Pyrolyse. Genauer gesagt, betrifft sie ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Wiederaufbereiten von Öl entweder aus Abfallkunststoff, der getrennt als Teil von Stadtmüll gesammelt wurde, oder Abfallkunststoff, der als Industrieabfallprodukt gesammelt wurde. Das sich ergebende Öl kann dann als Brennstoff wiederverwendet werden.

TECHNISCHER HINTERGRUND

[0002] Bisher wurde Öl dadurch aus Kunststoff, der getrennt als Teil des Stadtmülls gesammelt wurde, oder aus Abfallkunststoff, der als Industrieabfall gesammelt wurde, extrahiert, dass das Kohlenstoffgerüst bei ungefähr 400°C gespalten wurde, um das Molekulargewicht zu senken, was zu verflüssigtem Öl führte.

[0003] Die bei diesem Verfahren benötigte Energie beträgt ungefähr 500 bis 1000 kcal/kg (an Kunststoff). Um diese Energie zuzuführen, wird der verflüssigte Kunststoff durch eine Pumpe umgewälzt, und im Umwälzpfad ist ein Ofen angebracht.

[0004] Um zu verhindern, dass wärmehärtende Harze oder harte Fremdmaterialien zu Schwierigkeiten in der Umwälzleitung der Pumpe führen, müssen diese Substanzen durch eine Vorverarbeitung vollständig entfernt werden. Dies treibt die Kosten hoch und führt zu einem Wirtschaftlichkeitsproblem.

[0005] Ferner ist Öl, das alleine durch Pyrolyse von Kunststoff erhalten wird, instabil. Diese Instabilität kann zu einer Verkokung an den Wänden innerhalb der Ofenrohre führen.

[0006] Bei thermoplastischen Harzen werden gewisse Kohlenstoffreste im Prozess der thermischen Polykondensation erzeugt, und diese Teilchen gehen in der Umwälzleitung der Pumpe in Suspension. Sie können dadurch aus der Flüssigkeit abgetrennt werden, dass der Kunststoff durch einen Filter geschickt wird, oder dass er zentrifugiert wird, jedoch existiert keine Vorgehensweise, um zu verhindern, dass Einges des Öls mit diesen Teilchen eine Kombination eingeht und verlorengeht. Der Kohlenstoffrest könnte auch eine wertvolle Energiequelle sein; jedoch besteht keine Vorgehensweise, um ihn effizient zu nutzen.

[0007] Da dieses flüssige Öl bei normaler Temperatur fest wird, muss die Umwälzleitung der Pumpe durch einen Dampfmantel isoliert sein. In der Verarbeitungslinie ist ein Schweröl-Schmiermittel erforder-

lich, das jedesmal dann ausgetauscht werden muss, wenn die Linie gestartet oder abgeschaltet wird. Dies erhöht die Betriebskosten.

[0008] WO 02/04423 offenbart ein Verfahren zur Wiederaufbereitung einer monomeren Komponente aus einem Polymermaterial, bei dem das Polymermaterial mit einer Rate von mindestens 500°C/Min. erwärmt wird, um die Monomerkomponente rückzu gewinnen. Als Pyrolyseeinheit kann ein Fließbettre aktor verwendet werden.

[0009] DE 42 43 063 A1 offenbart ein Verfahren zur Wiederaufbereitung von Öl aus Abfallkunststoff mit einem Pyrolyseprozess zum Erwärmen von Abfallkunststoff auf 300–600°C durch Vermischen mit erhitzen Sand und einem Zusatzstoff; und durch Verhindern der Bildung eines chlorhaltigen Gases durch Einleiten einer Lauge in die Pyrolysezelle; sowie eine Vorrichtung hierfür. Der Kunststoff wird bei einer Ausführungsform auf einen Durchmesser von 2 mm zer kleinert.

[0010] JP 48-361277A offenbart ein Verfahren zur Wiederaufbereitung von Öl aus Abfallkunststoff mit einem Entchlorungsprozess mit einem Schritt des Erhitzen des Abfallkunststoffs gemeinsam mit einem Fließmedium wie Sand unter Verwendung von heißem Gas; und einen Pyrolyseprozess, bei dem der entchlorte Abfallkunststoff gemeinsam mit Sand in einem Fließbett erhitzt wird; sowie eine Vorrichtung hierfür.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG Aufgabe der Erfindung

[0011] Die Erfindung wurde unter Berücksichtigung der Probleme entwickelt, wie sie bei der bisherigen Technologie auftreten. Durch sie ist ein Verfahren zum problemlosen Extrahieren von Öl aus Abfallkunststoff, das wärmehärtende Harze und feste Fremdstoffe enthält, geschaffen. Durch dieses Verfahren wird die Belastung durch ein Vorsortieren des Mülls oder Industrieabfalls stark verringert.

[0012] Ein anderes Ziel der Erfindung besteht im Schaffen eines Verfahrens und einer Vorrichtung zum Extrahieren von Öl, durch die das Auftreten einer Verkokung während des Prozesses des Zuführens von Energie zum Abfallkunststoff verringert wird, und die es ermöglichen, die festen Reste der Pyrolyse effizient als Wärmequelle zu verwenden, ohne dass sie abgetrennt werden müssen.

[0013] Noch ein anderes Ziel der Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Extrahieren von Öl zu schaffen, bei denen der Prozess, durch den der oben genannte Abfallkunststoff pyrolysiert wird, um sein Öl zu extrahieren, einfacher gestartet und abgeschaltet werden kann.

[0014] Ein weiteres Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Extrahieren von Öl zu schaffen, die die gasförmige Komponente, wie sie aus dem pyrolysierten Kunststoff erhalten wird, effizient in Öle mit hohem und niedrigem Siedepunkt und ein niedermolekulares Gas auftrennen können und die auf einfache und effiziente Weise Öle hoher Qualität mit niedrigen Siedepunkten liefern können.

[0015] Noch ein anderes Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Extrahieren von Öl zu schaffen, die es ermöglichen, die Größe der Komponenten zu verkleinern, die beim Pyrolyseprozess für den oben genannten Abfallkunststoff eine Rolle spielen, und die effizient die gasförmigen Pyrolyseprodukte liefern können.

[0016] Ein anderes Ziel der Erfindung ist es, den oben erörterten Pyrolyseprozess unter Verwendung einer horizontalen Rührvorrichtung, wie eines Reaktors mit horizontaler Einspeisung, zu konzipieren, um die Pyrolysevorrichtung zu vereinfachen und ihre Größe zu verringern.

[0017] Ein anderes Ziel der Erfindung ist es, den oben genannten Pyrolyseprozess mit einem Entchlорungsprozess in einem einzelnen Schritt dadurch zu kombinieren, dass eine einzelne mechanische Rührvorrichtung zum Ausführen beider Prozesse konstruiert wird. Dies ermöglicht es, die Größe der Pyrolysevorrichtung stark zu verringern.

[0018] Eine weitere Aufgabe besteht darin, einen verbesserten Prozess zur Wiederaufbereitung von Öl mittels Pyrolyse aus Abfallkunststoff zu schaffen, um zu verhindern, dass der Zusatzstoff (der Katalysator) beeinträchtigt wird oder die Komponenten korrodieren.

Konfiguration

[0019] Um die oben skizzierten Ziele zu erreichen, ist die Erfindung wie folgt konzipiert. Der Schutzmfang der Erfindung ist durch die eingeschlossenen Ansprüche definiert. Ihr erstes Unterscheidungsmerkmal besteht darin, dass sie einen Entchlорungsprozess vor einem Pyrolyseprozess enthält, der entchlort Produkte liefert, zu denen ein Gemisch von Abfallkunststoff und Sand gehört. Dieser Prozess wird dann verwendet, wenn Öl dadurch zu erhalten ist, dass Abfallkunststoff, der Chlorverbindungen, wie Vinylchlorid enthalten kann, einer Pyrolyse unterzogen wird. Vor dem Pyrolyseprozess wird der Abfallkunststoff, während er extrudiert wird und vorwärts getrieben wird, mit erhitztem Sand und wahlweise einem Zusatzstoff kombiniert. Das Erhitzen des Feststoffanteils des Abfallkunststoffs, der auf einen Durchmesser von nicht über 100–200 mm zerkleinert wird, auf eine Temperatur im Bereich zwischen 250 und 350°C führt zu einem Gemisch von im Wesentli-

chen entchlortem Abfallkunststoff und Sand.

[0020] Der Abfallkunststoff, der durch den oben genannten Prozess im Wesentlichen gechlort wurde, wird dann dem Pyrolyseprozess unterzogen. Das zweite Unterscheidungsmerkmal der Erfindung besteht darin, dass dieser Pyrolyseprozess das direkte Zuführen von Wärme zum Gemisch aus Kunststoff und erhitztem Sand, das Erhöhen der Temperatur des Gemischs auf zwischen 350 und 500°C, idealerweise zwischen 400 und 480°C, sowie das Halten des Gemischs auf dieser Temperatur, um zu Pyrolyse zu führen, beinhaltet.

[0021] Das dritte Unterscheidungsmerkmal der Erfindung besteht darin, dass sie einen Rückstands-Brennprozess zum Brennen des Rückstands des pyrolysierten Kunststoffs beinhaltet. Um die festen Rückstandsderivate der Pyrolyse effizient zu nutzen, werden sie in einem Fließbett unter Verwendung pneumatisch umgewälzten Sands als Medium, oder eines mit hoher Geschwindigkeit umgewälzten Fließbetts, gebrannt. Es wird erhitzter Sand erzeugt, von dem dann ein Teil entweder zum oben genannten Pyrolyseprozess oder zum Entchlорungsprozess, der der Pyrolyse vorangeht, zurückgeführt wird. So wird der Rückstand unter Verwendung einer Rezirkulation gebrannt.

[0022] Ein weiterer Erscheinungsform der Erfindung besteht darin, dass, um Öl hoher Qualität mit niedrigem Siedepunkt zu erhalten, das aus dem oben genannten Pyrolyseprozess erhaltene Produkt durch eine erste Trennvorrichtung in eine Fraktion flüssigen Öls mit hohem Siedepunkt, eine Fraktion gasförmigen Öls mit niedrigem Siedepunkt und niedermolekulares Gas aufgetrennt wird. Ein erster Prozess, bei dem Öle mit hohen Siedepunkten zum oben genannten Pyrolyseprozess zurückgeführt werden, ist direkt und in Reihe mit einem zweiten Prozess verbunden, bei dem eine zweite Trennvorrichtung flüssiges Öl mit niedrigem Siedepunkt von niedermolekularem Gas trennt.

[0023] Eine weitere Erscheinungsform der Erfindung besteht darin, dass das Gesamtsystem zum Extrahieren von Öl durch Pyrolyseren von Abfallkunststoff das Folgende ist. Die oben genannten Prozesse des Entchloringens, der Pyrolyse und des Brennens des Rückstands sind miteinander gekoppelt. Die erste Gas/Flüssigkeit-Trennvorrichtung trennt das aus dem oben genannten Pyrolyseprozess erhaltene Produkte in flüssiges Öl mit hohem Siedepunkt, gasförmiges Öl mit niedrigem Siedepunkt und niedermolekulares Gas. Nachdem Pyrolyseprozess geschehen zwei weitere Prozesse: ein Rezirkulationsprozess, bei dem das Öl mit hohem Siedepunkt zum Pyrolyseprozess rezirkuliert wird, und ein Trennprozess, bei dem die zweite Gas/Flüssigkeit-Trennvorrichtung das Öl in eine Flüssigkeit mit niedrigem Siedepunkt und ein

niedermolekulares Gas trennt.

[0024] Dabei erfährt das Produkt aus dem oben genannten Pyrolyseprozess den ersten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess, bei dem eine Kühleinheit über der Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit installiert ist. Das Produkt wird in 1) eine Flüssigkeit mit hohem Siedepunkt, 2) ein gasförmiges Öl mit niedrigem Siedepunkt und ein niedermolekulares Gas getrennt. Die Öle mit hohem Siedepunkt können zum oben genannten Pyrolyseprozess rezirkuliert werden.

[0025] Der erste und der zweite Gas/Flüssigkeit-Trennprozess sind in Reihe miteinander verbunden. Der erste Gas/Flüssigkeit-Trennprozess sollte eine Flüssigkeitsverteileinheit enthalten, die über der Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit platziert ist. Die Flüssigkeit, die an die oben genannte Flüssigkeitsverteileinheit geliefert wird, sollte ein Öl mit niedrigem Siedepunkt sein, das durch den zweiten Trennprozess abgetrennt wurde, vorzugsweise nachdem es abgekühlt wurde.

[0026] Der oben genannte erste und zweite Gas/Flüssigkeit-Trennprozess sind in Reihe miteinander verbunden. Der oben genannte zweite Gas/Flüssigkeit-Trennprozess sollte einen Turm mit mehreren in ihm angeordneten Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheiten verwenden. Das gasförmige Pyrolyseprodukt des ersten Gas/Flüssigkeit-Trennprozesses sollte zwischen den zwei Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheiten geleitet werden.

[0027] Der oben genannte erste Gas/Flüssigkeit-Trennprozess beinhaltet eine eine Grenzfläche bildende Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit und, über dieser Einheit, eine Flüssigkeitsverteileinheit. Die an diese Flüssigkeitsverteileinheit gelieferte Flüssigkeit sollte das Öl mit niedrigem Siedepunkt sein, das durch den zweiten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess abgetrennt und dann abgekühlt wurde.

[0028] Gemäß der Erfindung sollten der oben genannte erste und zweite Gas/Flüssigkeit-Trennprozess über eine Leitung in Reihe verbunden sein. Das durch die oben genannte Entchlorungsvorrichtung ausgeblasene, chlorhaltige Gas sollte zum Einlass des zweiten Gas/Flüssigkeit-Trennprozesses geführt werden.

[0029] Der oben genannte zweite Gas/Flüssigkeit-Trennprozess sollte einen Vertikalturm verwenden, der, vom Boden her, über einen Aufkocher, eine untere Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit, eine obere Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit und eine Kühleinheit verfügt. Das gasförmige Pyrolyseprodukt des ersten Gas/Flüssigkeit-Trennprozesses kann zwischen der oberen Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit, die hauptsächlich dazu dient, das Öl mit nied-

rigem Siedepunkt zu sammeln, und der unteren Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit, die als Flüssigkeitsverteilungsverstärker für das niedermolekulare Gas dient, geleitet werden.

[0030] Der oben genannte Pyrolyseprozess sollte allgemein einen Fließbettöfen verwenden, um den Kunststoff mit erhitztem Sand zu mischen, um ihn direkt zu erhitzen und seine Temperatur auf 350 bis 500°C zu halten. Für eine Umwälzung des Kunststoffs könnte auch durch Inertgas gesorgt werden, jedoch ist es bevorzugt, ihn durch eine mechanische Rührvorrichtung umzuwälzen.

[0031] Die oben genannte mechanische Rührvorrichtung zum Mischen des Sands, eines Zusatzstoffs und von Abfallkunststoff könnte ein Vertikalreaktor vom in den [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) dargestellten Typ, ein Rotationsofen, wie er in den [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) dargestellt ist, oder ein Reaktor mit horizontaler Einspeisung sein.

[0032] Die Verwendung einer mechanischen Rührvorrichtung erlaubt es, den Abfallkunststoff direkt mit erhitztem Sand mit relativ großer Oberfläche zu erwärmen. Da die Temperatur des Kunststoffs auf zwischen 400 und 480°C erhöht werden kann und dort gehalten werden kann, erfährt das System keine Probleme auf Grund einer Koksbildung an der Wärmeleitungsfläche, wie dies bei einem indirekten Wärmetauscher bei bekannten Vorrichtungen auftritt. Da der Sand durch die mechanische Rührvorrichtung bei der Erfindung zwangsgerührt wird, kann selbst Sand, an dessen Oberfläche Kohlenstoffteilchen anhaften, leicht wiederaufbereitet werden, wenn er beim oben genannten Rückstandsbrennprozess gebrannt wird, um den Pyrolyserest zu brennen (d.h. beim Wiederaufbereitungsprozess für den Sand). Dadurch werden Schwierigkeiten verhindert, bevor sie auftreten können.

[0033] Beim bei der Erfindung verwendeten Pyrolyseprozess werden der Zusatzstoff und der Umwälzungssand, die auf eine Temperatur von 500 bis 950°C erhitzt wurden, mit der zu verarbeitenden Substanz (d.h. dem Abfallkunststoff) gemischt, was dann auf einer Temperatur zwischen 350 und 500°C, vorzugsweise zwischen 400 und 480°C, gehalten wird.

[0034] Beim oben genannten Pyrolyseprozess kann ein Zusatzstoff verwendet werden. Die Funktion dieses Stoffs besteht darin, als Katalysator zum Beschleunigen der weiteren Pyrolyse des Wachses zu dienen, wie es erzeugt wird, wenn der Abfallkunststoff pyrolysiert. Früher wurden zu diesem Zweck in der petrochemischen Industrie in weiter Verbreitung synthetische oder natürliche Zeolithe verwendet. Eine geeignete Wahl für einen Katalysator ist natürlicher Mordenit.

[0035] Durch die Verwendung eines geeigneten Katalysators wird die Verkokung minimiert, zu der es durch eine Polykondensation kommt, die gleichzeitig mit der Pyrolyse auftritt.

[0036] Beim oben genannten Pyrolyseprozess, der durch die oben genannte mechanische Rührvorrichtung verursacht wird, können die Öle mit hohem Siedepunkt, wie sie von der Gasauslassleitung ausgegeben werden und beim ersten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess auf zwischen 200 und 250°C gekühlt werden, rezirkuliert werden. Daher ist es wünschenswert, die Öle mit hohem Siedepunkt über eine Umwälzleitung zurück zum Pyrolyseprozess einer Rezirkulation zu unterziehen.

[0037] Auf diese Weise werden die Öle mit hohem Siedepunkt beim Pyrolyseprozess unter dem Einfluss des Zusatzstoffs erwärmt. Die Öle mit hohem Siedepunkt werden erneut pyrolysiert, um Öle mit niedrigem Siedepunkt zu liefern. Es ist der Anteil der extrahierten Öle mit niedrigem Siedepunkt erhöht, und die Qualität und die Stabilität des Öls während der Lagerung sind verbessert.

[0038] Eine tatsächlich realisierte Vorrichtung der Erfindung würde über eine Anzahl mechanischer Rührvorrichtungen, wie oben beschrieben, verfügen. Das Gemisch aus erhitzen Sand und unpyrolysiertem Rückstoff (Abfallkunststoff) würde aufeinanderfolgend an die Rührvorrichtungen jeder Stufe geliefert werden, und die Pyrolyseprozesse würden abfolgend ausgeführt werden. Die gasförmige Produkte dieser aufeinanderfolgenden Pyrolysestufen könnten parallel an den Gas/Flüssigkeit-Trennprozess geliefert werden.

[0039] Nicht pyrolysierte Feststoffe könnten aufeinanderfolgend an jede der mechanischen Rührvorrichtungen geliefert werden, damit der Kunststoff ausreichend pyrolysiert würde. Dies würde die Ausbeute des gesammelten gasförmigen Produkts verbessern.

[0040] Die gasförmigen Produkte der mehreren Pyrolysestufen würden parallel direkt an den ersten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess geliefert werden, ohne über die mechanischen Rührvorrichtungen, die in der vorigen Stufe verwendet werden, zurückgeführt zu werden. Dies erlaubt es, die Pyrolyseprodukte effizienter zu sammeln.

[0041] Die beim oben genannten ersten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess abgetrennten Öle mit hohem Siedepunkt werden nicht parallel an jede der Rührvorrichtungen geliefert. Diese Öle werden mit einer Anzahl mechanischer Rührvorrichtungen, die aufeinanderfolgend angeordnet sind, so an die erste mechanische Rührvorrichtung zurückzirkuliert, dass sie über eine mechanische Rührvorrichtung nach der an-

deren transportiert werden, bis sie ausreichend pyrolysiert sind. Durch dieses Verfahren wird die Ausbeute an Ölen mit niedrigem Siedepunkt deutlich verbessert.

[0042] Bei der Erfindung kann auch ein Verfahren verwendet werden, bei dem Abfallkunststoff und erhitzen Sand von stromaufwärts nach stromabwärts transportiert werden und der Kunststoff pyrolysiert wird, während er mechanisch gerührt wird. Die verwendete Pyrolysevorrichtung wird als horizontaler Schraubenreaktor bezeichnet. In diesem Fall ist mindestens eine Leitung, die die gasförmigen Pyrolyseprozesse zum ersten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess führt, mit dem stromabwärtigen Teil der oben genannten mechanischen Rührvorrichtungen verbunden. Die Leitung, die die im oben genannten ersten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess abgetrennten Öle mit hohem Siedepunkt zurück zum oben genannten Pyrolyseprozess zirkuliert, ist mit der stromaufwärtigen Seite der mechanischen Rührvorrichtungen verbunden.

[0043] Bei der Erfindung wird das entchlort Produkt zum stromaufwärtigen Teil der oben genannten mechanischen Rührvorrichtungen geleitet, so dass der Kunststoff, wenn er stromabwärts anlangt, ein ausreichendes Röhren erfahren hat. Anders gesagt, tritt er ausreichend pyrolysiert aus.

[0044] Die nach dem oben genannten ersten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess umgewälzten Öle mit hohem Siedepunkt werden an einem Punkt stromaufwärts in Bezug auf die mechanischen Rührvorrichtungen zurückgeführt, damit auch diese Öle ausreichend pyrolysiert werden. Dies erhöht den Sammlungswirkungsgrad für Öle mit niedrigem Siedepunkt beträchtlich.

[0045] Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung kann eine einzelne mechanische Rührvorrichtung sowohl zum Entchlören als auch zum Pyrolyseren des Kunststoffs dienen. Wenn der Abfallkunststoff mit erhitzen Sand gemischt wird, ist der obere Raum in der mechanischen Rührvorrichtung für Gase reserviert. In der mechanischen Rührvorrichtung, durch die der Kunststoff horizontal von stromaufwärts nach stromabwärts transportiert werden kann, der oben genannte obere Raum in einen stromaufwärtigen und einen stromabwärtigen Bereich unterteilt. Für jeden Bereich ist eine Auslassleitung vorhanden.

[0046] Die Gemischtemperatur im stromaufwärtigen Teil der mechanischen Rührvorrichtung wird zwischen 250 und 350°C gehalten; die Gemischtemperatur im stromabwärtigen Teil wird zwischen 350 und 500°C, vorzugsweise zwischen 400 und 480°C gehalten. Im Ergebnis kann der Entchlorungsprozess im stromaufwärtigen Teil bewerkstelligt werden, und

der Pyrolyseprozess kann im stromabwärtigen Teil bewerkstelligt werden. Das Produkt, das ein Gemisch aus Sand und Abfallkunststoff, der im stromaufwärtige Teil entchlort wurde, enthält, wird stromabwärts transportiert, während es mechanisch berührt wird. Dies führt zur Bildung gasförmiger Öle mit hohem Siedepunkt, Ölen mit niedrigem Siedepunkt und einem niedermolekularen Gas, die die Pyrolyseprodukte sind, sowie einem festen Rückstand. Es ist keine gesonderte Linie zum Pyrolyserien des Abfallkunststoffs erforderlich. So kann eine einzelne mechanische Rührvorrichtung sowohl zum Entchlören als auch zum Pyrolyserien des Kunststoffs dienen. Dieses Verfahren erlaubt es, das Pyrolysesystem kleiner auszubilden, und es benötigt weniger Komponenten als bisherige Systeme.

Detaillierte Erläuterung der Erfindung

[0047] Als Nächstes erfolgt eine detaillierte Erläuterung der Erfindung.

[0048] Der in dieser Anmeldung verwendete Begriff "Abfallkunststoff" beinhaltet die meisten Kunststoffe, wie sie aus Stadtmüll aussortiert werden. Die meisten derselben sind thermoplastische Harze (Polyethylen, Polypropylen, Polystyrol usw.⁹), die in einem gewissen Prozentsatz mit Polyvinylchlorid, verschiedenen PETs, wärmehärtenden Harzen oder Papier sowie verschiedenen Typen von Fremdstoffen, wie sie sich typischerweise in Müll finden, vermischt sein können.

[0049] Viel dieses Abfallkunststoffs, wie er sich typischerweise in der Industrie findet, enthält einen Rückstand aus spritzgegossenen Kunststofferzeugnissen. Wenn der Abfallkunststoff ein solcher ist, der Chlor enthält, wie Polyvinylchlorid, ist das durch Pyrolyse extrahierte Öl von schlechter Qualität, und das Chlor kann bewirken, dass der Katalysator beeinträchtigt wird oder die Komponenten korrodieren. Um Sicherheit hier genügend zu erzielen, muss das Chlor abgetrennt werden und entfernt werden, bevor der Kunststoff pyrolysiert wird.

[0050] Praktisch alles Chlorid in Abfallkunststoff ist in Polyvinylchlorid und Polyvinylidenchlorid enthalten. Wie es gut bekannt ist, kann dieses Chlor dadurch nach Wunsch abgetrennt und entfernt werden, dass die Temperatur des Kunststoffs auf zwischen 250 und 350°C erhöht wird.

[0051] Die Erfindung sorgt für einen Entchlорungsprozess als Vorverarbeitungsschritt vor der Pyrolyse. Die Vorgehensweise zum Erhöhen der Temperatur des festen Anteils des Abfallkunststoffs, der auf einen Durchmesser von nicht über 100–200 mm zerkleinert wurde, auf zwischen 250 und 350°C besteht im direkten Erwärmen desselben unter Verwendung erhitzten Sands. Da der Sand über eine große Oberfläche verfügt, sorgt er für eine extrem große Wärmeleitungs-

fläche, die die Temperatur des Kunststoffs leicht erhöhen kann.

[0052] Um die Entchlорungsrate zu optimieren, wird der Entchlорungsprozess (der erste Prozess) durch eine Vorrichtung ausgeführt, die den Kunststoff mit einem kontinuierlichen Strom vorwärts bewegen kann. Für diesen Zweck ist ein Rotationsofen ideal.

[0053] Bei diesem Prozess kann das abgetrennte Gas, dessen Hauptbestandteil HCl ist, in Wasser oder einer alkalischen Absorptionsflüssigkeit gesammelt werden, oder es kann, wie oben angegeben, zum zweiten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess geleitet werden. Die Öle mit niedrigem Siedepunkt, die beim oben genannten Entchlорungsprozess verdampfen, können ebenfalls gesammelt werden, um die Ausbeute an Öl mit niedrigem Siedepunkt weiter zu erhöhen.

[0054] Dann wird der entchlorten Kunststoff pyrolysiert. Beim Pyrolyseprozess wird der Kunststoff direkt durch den erhitzten Sand, der über eine relativ große Oberfläche verfügt, direkt erwärmt. Genauer gesagt, wird das zu verarbeitende Material (d.h. der Abfallkunststoff) mit einem Zusatzstoff und umgewälztem Sand vermischt, der auf eine Temperatur von 500 bis 950°C erhitzt wurde. Der Kunststoff wird auf eine Temperatur zwischen 400 und 480°C erwärmt und auf dieser Temperatur gehalten. Durch dieses Verfahren werden Probleme auf Grund einer Koksbildung an den Wärmeleitungsflächen verhindert, wie dies bei den im Stand der Technik verwendeten indirekten Wärmetauschern auftritt. Selbst wenn Kohlenstoffteilchen an der Oberfläche des Sands anhaften, wird der Sand dauernd umgewälzt, und er wird beim oben genannten Prozess gebrannt, um den Pyrolyserest zu brennen und den Sand rückzugewinnen (dritter Prozess). Der Sand kann leicht rückgewonnen werden, und es können Schwierigkeiten vermieden werden.

[0055] Zur Verwendung als Pyrolysevorrichtung ist ein mechanische Rührbehälter gut geeignet, der den Sand, den Zusatzstoff und den Abfallkunststoff gleichmäßig mischen kann.

[0056] Beim Pyrolyseprozess gemäß der Erfindung werden der Zusatzstoff und der umgewälzte Sand, der auf eine Temperatur zwischen 500 und 950°C erhitzt wurde, nach Bedarf mit der zu verarbeitenden Substanz (d.h. dem Abfallkunststoff) gemischt. Dann wird der Kunststoff auf einer Temperatur zwischen 350 und 500°C, vorzugsweise zwischen 400 und 480°C gehalten.

[0057] Der Zusatzstoff ist ein Katalysator zum Fördern der Pyrolyse von Wachs, das beim Pyrolyserien von Kunststoff erzeugt wird. Bisher wurden in der petrochemischen Industrie synthetische oder natürliche

Zeolithe für diesen Zweck verwendet; natürlicher Mordenit ist eine geeignete Wahl.

[0058] Die Erfinder erkennen, dass die Verkokung, zu der es durch die Polykondensation kommt, wie sie gleichzeitig mit der Pyrolyse auftritt, ebenfalls durch den Zusatzstoff minimiert werden kann, jedoch der Zusatzstoff nicht absolut erforderlich ist.

[0059] Das Gas mit niedrigem Siedepunkt innerhalb der beim Pyrolyseprozess erzeugten Produkte, die gasförmigen Gase mit niedrigem Siedepunkt (Siedepunkt unter 250°C) und die Öle mit hohem Siedepunkt (Siedepunkt von 250°C oder höher) werden aus der Gasentlüftung der Pyrolysevorrichtung ausgestoßen. Sie werden im ersten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess auf zwischen 200 und 250°C abgekühlt, wobei nur die Öle mit hohem Siedepunkt verflüssigen. Diese können dann über die Umwälzleitung zum Pyrolyseprozess rezirkuliert werden. Wenn die Öle mit hohem Siedepunkt beim Pyrolyseprozess wieder erhitzt werden, werden sie weiter aufgespalten und in Öle mit niedrigem Siedepunkt umgesetzt. Durch dieses Verfahren wird die Ausbeute der Öle mit niedrigem Siedepunkt erhöht, und es führt zu Öl mit verbesserter Qualität und Stabilität bei der Lagerung.

[0060] Die Temperaturgrenzen für den Siedepunkt von 250°C können irgendwo im Bereich zwischen 200 und 400°C, nach Bedarf, eingestellt werden.

[0061] Beim oben genannten ersten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess sollte eine Kühleinheit mit dem oberen Ende der Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit verbunden sein. Die oben genannte Kühleinheit kann indirektes Kühlen durch kaltes Wasser verwenden; oder sie kann, wie es aktuell hinsichtlich einer bevorzugten Ausführungsform erörtert wird, direkte Kühlung durch die abgekühlten Öle mit niedrigem Siedepunkt verwenden.

[0062] Genauer gesagt, verwendet der oben genannte erste Gas/Flüssigkeit-Trennprozess zwei Einheiten: eine Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit und, über dieser Einheit, eine Flüssigkeitsverteileinheit, die die Flüssigkeit verteilt. Die an die oben genannte Flüssigkeitsverteileinheit gelieferte Flüssigkeit ist das Öl mit niedrigem Siedepunkt, das im zweiten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess abgetrennt und gekühlt wurde. Alternativ kann über der Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit ein Umwälzpfad für Kühlwasser vorhanden sein.

[0063] Bei der Erfindung erfolgt die Trennung von Ölen mit hohem Siedepunkt, Ölen mit niedrigem Siedepunkt und niedermolekularem Gas durch die Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit. Diese Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit verfügt über eine Destillationskolonne wie einen gefüllten Turm

oder einen Schalenturm. Über der Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit befindet sich eine Flüssigkeitsverteileinheit für die abgekühlten Öle mit niedrigem Siedepunkt. Wenn die im zweiten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess abgetrennten Öle mit niedrigem Siedepunkt an diese Flüssigkeitsverteileinheit geliefert werden, sorgt die durch die Verdampfung dieser flüssigen Öle mit niedrigem Siedepunkt dafür, dass die verdampften Öle mit hohem Siedepunkt kondensieren, wodurch mehr Wärme freigesetzt wird. So werden die verdampften Öle mit hohem Siedepunkt durch Kühlung mittels eines effektiven Wärmeaustauschs verflüssigt. Der wachsartige Anteil (d.h. die Öle mit hohem Siedepunkt) können an die Pyrolysevorrichtung rezirkuliert werden, ohne dass die Möglichkeit besteht, dass sie zur Seite des Öls mit niedrigem Siedepunkt transportiert werden. Da die oben genannten Öle mit hohem Siedepunkt auf effiziente Weise zur Pyrolysevorrichtung rezirkuliert werden, können sie effizient erneut pyrolysiert werden. Dies verbessert die Ausbeute der Öle mit niedrigem Siedepunkt.

[0064] Der erste Gas/Flüssigkeit-Trennprozess und der zweite Gas/Flüssigkeit-Trennprozess, der die Öle mit hohem Siedepunkt in Öle mit niedrigem Siedepunkt und niedermolekulares Gas trennt, sind aufeinanderfolgend verbunden. Das gasförmige Pyrolyseprodukt, besteht, wenn es einmal dem zweiten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess zugeführt ist, alleine aus dem niedermolekularen Gas und Ölen mit niedrigem Siedepunkt. Demgemäß werden, wenn das gasförmige Produkt bei diesem zweiten Prozess auf ungefähr 30°C abgekühlt wird, auf einfache Weise Öle mit niedrigem Siedepunkt und niedermolekulares Gas abgetrennt.

[0065] Gemäß der Erfindung werden die Öle mit hohem Siedepunkt, die sich aus dem ersten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess ergeben, zum oben genannten Pyrolyseprozess rezirkuliert, und der erste und der zweite Gas/Flüssigkeit-Trennprozess sind aufeinanderfolgend verbunden. Diese Anordnung verhindert, dass die wachsartigen Komponenten (die Öle mit hohem Siedepunkt) mit den beim genannten zweiten Prozess abgetrennten Ölen mit niedrigem Siedepunkt vermischt werden, wodurch für Öle hoher Qualität mit niedrigem Siedepunkt gesorgt ist.

[0066] Gemäß der Erfindung ist die an die oben genannte Flüssigkeitsverteileinheit gelieferte Flüssigkeit das beim zweiten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess abgetrennte Öl mit niedrigem Siedepunkt. Wenn sich im verteilten Öl mit niedrigem Siedepunkt irgendwelche verdampften Öle mit hohem Siedepunkt befinden, können sie leicht verflüssigt und gesammelt werden. Die abgekühlten Öle mit niedrigem Siedepunkt können dazu verwendet werden, die Verflüssigung und Zirkulation der oben genannten gasförmigen Öle mit hohem Siedepunkt durch Kondensieren

derselben zu fördern. Die Öle mit hohem Siedepunkt können auf effiziente Weise erneut pyrolysiert werden, was die Ausbeute an Öl mit niedrigem Siedepunkt fördert.

[0067] Gemäß der Erfindung erfolgt die Trennung flüssiger Öle mit hohem Siedepunkt, gasförmiger Öle mit niedrigem Siedepunkt und niedermolekularem Gas durch die Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit. Diese Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit verfügt über eine Destillationskolonne wie einen gefüllten Turm oder einen Schalenturm. In dem obersten Teil dieser Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit ist eine Kühleinheit verbunden. Wenn es einer kleinen Menge an Öl mit hohem Siedepunkt gelingt, die oben genannte Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit zu durchlaufen, wird es völlig verflüssigt, so dass es zum Pyrolyseprozess rezirkuliert werden kann. Der wachsartige Anteil (d.h. die Öle mit hohem Siedepunkt) können nicht zur Seite des Öls mit niedrigem Siedepunkt transportiert werden. Da die oben genannten Öle mit hohem Siedepunkt auf effiziente Weise zurück zum zweiten Prozess zirkuliert werden, können sie effizient erneut pyrolysiert werden. Dies verbessert die Ausbeute an Ölen mit niedrigem Siedepunkt.

[0068] Der oben genannte erste Gas/Flüssigkeit-Trennprozess verwendet eine Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit und eine über dieser platzierte Flüssigkeitsverteileinheit. Die an die oben genannte Flüssigkeitsverteileinheit gelieferte Flüssigkeit sollte das durch den zweiten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess abgetrennte Öl mit niedrigem Siedepunkt, vorzugsweise nach einer Abkühlung, sein.

[0069] Der zweite Gas/Flüssigkeit-Trennprozess gemäß der Erfindung verwendet eine obere Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit, die dazu dient, die Öle mit niedrigem Siedepunkt zu sammeln, und eine untere Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit, die dazu dient, das niedermolekulare Gas zu verteilen. Wenn im durch die untere Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit (die Flüssigkeitsverteileinheit für das niedermolekulare Gas) verteilten Gas irgendwelche Ölrückstände mit niedrigem Siedepunkt existieren, werden sie durch die obere Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit (die Sammeleinheit für die Öle mit niedrigem Siedepunkt) gesammelt.

[0070] Die in der oben genannten oberen Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit gesammelten Öle mit niedrigem Siedepunkt fallen in die untere Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit, die direkt unter der oberen Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit platziert ist. In der Flüssigkeitsverteileinheit wird jegliches Restgas aus den Ölen mit niedrigem Siedepunkt entfernt, und diese werden im Reservoir am Boden der Einheit gesammelt. Sowohl niedersiedende Öle als auch niedermolekulares Gas werden effizient gesammelt.

[0071] Der oben genannte zweite Gas/Flüssigkeit-Trennprozess sollte einen Vertikalturm verwenden, der, vom Boden her, über einen Aufkocher, eine untere Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit (die Einheit zum Verteilen des Gases mit niedrigem Siedepunkt) eine obere Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit (die Sammeleinheit für Öle mit niedrigem Siedepunkt) und eine Kühleinheit verfügt. Die gasförmigen Produkte des ersten Gas/Flüssigkeit-Trennprozesses sollten zwischen der oberen Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit (der Sammeleinheit für die Öle mit niedrigem Siedepunkt) und der unteren Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit (der Verteileinheit für das niedermolekulare Gas) geleitet werden.

[0072] Zusätzlich zu den oben beschriebenen Effekten gewährleistet die an der Oberseite der oberen Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit (der Sammeleinheit für Öle mit niedrigem Siedepunkt) vorhandene Kühleinheit dafür, dass alle verdampften Öle mit niedrigem Siedepunkt, denen es gelingt, durch die obere Gas/Flüssigkeit-Grenzflächeneinheit zu laufen, vollständig verflüssigt und gesammelt werden. Diese Öle mit niedrigem Siedepunkt können effizient gesammelt werden, so dass die Ausbeute verbessert ist.

[0073] Da am Boden des Vertikalturms ein Aufkocher vorhanden ist, wird jegliches niedermolekulares Gas, das in den Ölen mit niedrigem Siedepunkt gelöst ist, in den Dampfzustand zurückgebracht, um zu gewährleisten, dass die Qualität der Öle mit niedrigem Siedepunkt hoch bleibt.

[0074] Der durch den Pyrolyseprozess erzeugte Feststoffrest (Kohlenstoff), feste Fremdstoffe und nicht verflüssigte wärmehartende Harze werden durch einen Schraubenförderer oder dergleichen ausgegeben und zum Rückstands-Brennprozess (dritter Prozess) geführt. In diesem Prozess wird Luft eingeleitet, um unter Verwendung von Sand als Medium ein Fließbett zu erzeugen. Die oben genannten organischen Substanzen, einschließlich derjenigen, die an Sandkörnern anhaften, werden vollständig verbrannt. Ein Teil des Sands, dessen Temperatur auf 500 bis 950°C gehalten wird, wird von einer Linie **20** zurück zum ersten Prozess, der Pyrolyse, rezirkuliert.

[0075] Eine bevorzugte Vorrichtung zur Verwendung beim Rückstands-Brennprozess ist ein in einem Luftstrom suspendiertes Fließbett oder ein Fließbett von beliebigem Typ, das schnell zirkuliert.

[0076] Gemäß der Erfindung verwenden alle drei oben genannten Prozesse, die Entchlorung, die Pyrolyse und das Brennen des Rückstands, Sand als Medium. Da dies der Fall ist, verstopft die Linie nicht, wenn der Feststoffanteil des Abfallkunststoffs auf einen Durchmesser nicht über 100–200 mm zerkleinert

wird. Die einzige erforderliche Vorverarbeitung ist das Zerkleinern des Kunststoffs, der nicht sortiert werden muss.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0077] Die [Fig. 1](#) ist eine vereinfachte Darstellung einer Vorrichtung zur Wiederaufbereitung von Öl aus Abfallkunststoff, bei der es sich um eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung handelt. Sie verwendet zwei Kondensatoren zum Ausführen der zwei Gas/Flüssigkeit-Trennprozesse zum Trennen von Gasen von Flüssigkeiten.

[0078] Die [Fig. 2](#) ist eine vereinfachte Darstellung einer Vorrichtung zur Wiederaufbereitung von Öl aus Abfallkunststoff, die eine zweite bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist. Sie verwendet eine Destillationskolonne und eine Kondensationseinheit zum Ausführen der zwei Gas/Flüssigkeit-Trennprozesse zum Trennen von Gasen von Flüssigkeiten.

[0079] Die [Fig. 3](#) ist eine vereinfachte Darstellung einer Vorrichtung zur Wiederaufbereitung von Öl aus Abfallkunststoff, die eine dritte bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist. Sie verwendet eine Destillationskolonne oder eine Kombination aus einer solchen und einem Verdampfungsturm zum Ausführen der zwei Gas/Flüssigkeit-Trennprozesse zum Trennen von Gasen von Flüssigkeiten.

[0080] Die [Fig. 4](#) ist eine bevorzugte Ausführungsform einer Vorrichtung zum Ausführen des Pyrolyseprozesses, wie er bei jeder der oben genannten Vorrichtungen zur Wiederaufbereitung von Öl verwendet wird. Die vereinfachte Zeichnung zeigt den Rührtank und die Gas/Flüssigkeit-Trenneinheit zum Ausführen des ersten Prozesses zum Trennen von Gasen von Flüssigkeiten, die mit dem Rührtank verbunden ist.

[0081] Die [Fig. 5](#) ist eine bevorzugte Ausführungsform einer Vorrichtung zum Ausführen des Pyrolyseprozesses, wie er bei jeder der oben genannten Vorrichtungen zur Wiederaufbereitung von Öl verwendet wird. Die Pyrolysevorrichtung verfügt über einen Vertikalreaktor.

[0082] Die [Fig. 6](#) ist eine bevorzugte Ausführungsform einer Vorrichtung zum Ausführen des Pyrolyseprozesses, wie er bei jeder der oben genannten Vorrichtungen zur Wiederaufbereitung von Öl verwendet wird. Die Pyrolysevorrichtung verfügt über mehrere Vertikalreaktoren.

[0083] Die [Fig. 7](#) ist eine bevorzugte Ausführungsform einer Vorrichtung zum Ausführen des Pyrolyseprozesses, wie er bei jeder der oben genannten Vorrichtungen zur Wiederaufbereitung von Öl verwendet wird. Die Pyrolysevorrichtung verwendet einen horizontalen Rührtank.

[0084] Die [Fig. 8](#) ist eine bevorzugte Ausführungsform einer Vorrichtung zum Ausführen des Entchlörungsprozesses und des Pyrolyseprozesses, wie sie in jeder der oben genannten Vorrichtungen zur Wiederaufbereitung von Öl verwendet werden. Der horizontale Rührtank ist in zwei Abschnitte unterteilt, um die zwei Prozessstufen als einzelnen, kontinuierlichen Prozess auszuführen.

[0085] Die [Fig. 9](#) ist eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung zum Ausführen des Rührvorrichtungs-Brennprozesses, wie er in jeder der oben genannten Vorrichtungen zur Wiederaufbereitung von Öl verwendet wird. Die vereinfachte Zeichnung zeigt ein Fließbett, das in einem Luftstrom suspendiert ist.

BEVORZUGTE AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0086] In diesem Abschnitt erfolgt eine detaillierte Erläuterung der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen, wobei bevorzugte Ausführungsformen zur Veranschaulichung verwendet werden. In dem Ausmaß, in dem die Abmessungen, Materialien, die Form und die Relativposition der bei diesen Ausführungsformen beschriebenen Komponenten nicht definitiv festgelegt sein müssen, ist der Schutzmfang der Erfindung nicht auf die hier beschriebenen Ausführungsformen, die lediglich als Beispiele dienen sollen, eingeschränkt.

[0087] Als Erstes wird, um die diese Ausführungsform enthaltenden Vorrichtungen zu erläutern, die Konfiguration der in diesen Vorrichtungen verwendeten Hauptkomponenten erörtert.

[0088] Die [Fig. 1](#) ist eine vereinfachte Darstellung einer Vorrichtung zur Wiederaufbereitung von Öl aus Abfallkunststoff, bei der es sich um eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung handelt. Diese Vorrichtung verwendet zwei Kondensatoren zum Ausführen der zwei Prozesse, die Gase von Flüssigkeiten trennen.

[0089] In dieser Zeichnung ist **1** ein Rotationsofen zum Entfernen von Chloriden aus dem Kunststoff (der Entchlörungsprozess). Der Abfallkunststoff, der gemeinsam mit Umwälzungssand **7**, der auf eine Temperatur von 400–950°C erhitzt wurde, durch eine Zuführlinie **6** zugeführt wird, wird gepresst und gemischt, um die Temperatur dieses Kunststoffs **P** auf 250–350°C zu erhöhen.

[0090] Dies dient zur Abtrennung von mehr als 95% des Chlors aus dem Kunststoff. Ein Gas, dessen Hauptkomponente HCl ist, wird über eine Leitung **8** entfernt, die an der Oberseite des Ofens **1** vorhanden ist, um dieses HCl-reiche Gas zu entfernen. Dieses Gas wird in einem Absorptionstank unter Verwendung von entweder Wasser oder einer alkalischen

Absorptionsflüssigkeit gesammelt. Das Gemisch aus dem Umwälzungssand und dem entchlorten Kunststoff (dem Produkt des Entchlorungsprozesses) wird über eine Linie 9, die aus einem Schraubenförderer oder dergleichen bestehen kann, an den zweiten Prozess, die Pyrolyse, geliefert.

[0091] Im Entchlorungsprozess wird der Kunststoff dadurch direkt erhitzt, dass er mit dem erhitzten Sand in Kontakt gelangt. Da die Wärmeleitungsfläche der Oberfläche des Sands entspricht, kann der Abfallkunststoff leicht erhitzt werden.

[0092] Die den zweiten Prozess, die Pyrolyse, ausführende Vorrichtung verfügt über einen Röhrtank 2, der den Sand, einen Zusatzstoff und den Abfallkunststoff gleichmäßig mischen kann. Der über eine Linie 10 zugeführte Zusatzstoff und der Umwälzungssand, der vor der Lieferung durch die Linie 11 auf 500–950°C erhitzt wurde, werden mit dem über die Linie 9 zugeführten, entchlorten Produkt gemischt. Dieses Gemisch wird auf einer Temperatur von 350–500°C, vorzugsweise 400–480°C, gehalten, und es erfolgt Pyrolyse.

[0093] Der oben genannte Zusatzstoff kann synthetischer oder natürlicher Zeolith, vorteilhafterweise natürlicher Mordenit, sein; jedoch ist ein Zusatzstoff nicht absolut erforderlich.

[0094] Im zweiten Prozess wird der Abfallkunststoff direkt durch einen Stoff mit relativ großer Oberfläche, nämlich erhitzten Sand in Form eines Fließbetts, erwärmt. Die Temperatur des Kunststoffs wird leicht auf 400–480°C erhöht und dort gehalten.

[0095] An der Oberfläche des Sands können auf Grund der Wirkung des Röhrtanks Kohlenstoffteilchen anhaften. Da der Sand kontinuierlich umgewälzt wird, wird er über eine Linie 17 entfernt. Bei diesem dritten Prozess, dem Prozess zum Brennen des Rückstands aus der Pyrolyse, wird der Kohlenstoff verbrannt, und der Sand wird regeneriert. Durch dieses Verfahren werden eine Verkokung und die damit einhergehenden Probleme verhindert.

[0096] Der zweite Gas/Flüssigkeit-Trennprozess, 5A, ist darauffolgend über eine Leitung 13, die die nicht kondensierten Gase entfernt, an den Auslass hinter dem ersten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess, 4A, angeschlossen.

[0097] Das niedermolekulare Gas, gasförmige Öle mit niedrigem Siedepunkt (Siedepunkt unter 250°C) und Öle mit hohem Siedepunkt (Siedepunkt mindestens 250°C), die sich unter den Produkten des oben genannten Pyrolyseprozesses befinden, werden über die Leitung 12 entfernt und durch die erste Gas/Flüssigkeit-Trenneinheit, einen Kondensator oder dergleichen, entfernt. Dies bewirkt nur eine Ver-

flüssigung der Öle mit hohem Siedepunkt. Diese Öle werden über die Leitung 14 und/oder die Leitung 12 an den zweiten Prozess, die Pyrolyse, rezirkuliert. Das Rückzirkulieren der Öle mit hohem Siedepunkt über die Leitung 12 verhindert eine Belagbildung im Inneren der Leitung.

[0098] Durch dieses Verfahren werden die zirkulierenden Öle mit hohem Siedepunkt im zweiten Prozess erneut erwärmt, so dass sie erneut aufgebrochen werden und in Öle mit niedrigem Siedepunkt umgesetzt werden. Diese Anordnung erhöht die Ausbeute der Öle mit niedrigem Siedepunkt, und sie verbessert die Qualität der Öle und ihre Stabilität bei der Lagerung.

[0099] Das niedermolekulare Gas und die Öle mit niedrigem Siedepunkt werden über die oben genannte Leitung 13 erhalten. Wenn sie beim zweiten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess 5A, der einen Kondensator oder dergleichen verwendet, auf ungefähr 30°C abgekühlt werden, werden über die Leitung 15 Öle mit niedrigem Siedepunkt erhalten. Jegliches nicht kondensierte, niedermolekulare Gas wird über die Leitung 16 zum dritten Prozess, dem Brennen des Rückstands, transportiert.

[0100] Der durch den zweiten Prozess erzeugte feste Rückstand (Kohlenstoff) wird, gemeinsam mit allen festen Fremdstoffen und nicht verflüssigten, wärmeähnenden Harzen durch einen Schraubenförderer oder dergleichen über die Linie 17 ausgegeben und zum dritten Prozess, dem Brennen des Rückstands, geleitet.

[0101] Der dritte Prozess wird durch ein schnell zirkulierendes Fließbett oder ein in einem Luftstrom suspendiertes Fließbett, wie es in der [Fig. 9](#) dargestellt ist, ausgeführt. Wie es aus der [Fig. 9](#) erkennbar ist, wird Luft über eine Zuführleitung 18 eingeleitet, um ein Fließbett unter Verwendung von Sand als Medium zu erzeugen. Die Temperatur beim Rückstand-Brennprozess wird auf 500–950°C, vorzugsweise 750–950°C, gehalten. Alle über die Linie 17 transportierten organischen Materialien werden vollständig verbrannt. Durch die zweite Einleitung von Luft über eine Leitung 180 wird das Abgas auf 850–950°C erhitzt, um die Dioxinbildung zu minimieren. Das Abgas aus dem Brennvorgang wird über eine Leitung 21 entfernt und nach Bedarf verarbeitet.

[0102] Substanzen, die beim dritten Prozess nicht verbrennen, wie Metalle oder Glas, werden über eine Leitung 19 entfernt. Ein Teil des Sands im Fließbett, der auf 750–950°C erhitzt wurde, wird durch Schwerkraft über eine Leitung 20 in einen Unterdrucktopf 30 transportiert. Gemeinsam mit der über eine Zweigleitung 18' zu einer Lufteinlassleitung 301 gelieferten Luft wird dieser Sand über eine Leitung 20 zu einem Zyklon 32 geführt. Die vom Sand getrennte, erhitzte Luft wird

über eine Leitung 33 zum dritten Prozess zurückgeführt, wo sie zur Verbrennung beiträgt und hilft, die Temperatur des Fließbetts aufrechtzuerhalten.

[0103] Der durch den Zyklon 32 abgetrennte Sand gelangt in einen Trichter 34, aus dem er über die Linien 7 und 11 zum ersten und zweiten Prozess rezirkuliert werden kann.

[0104] Wenn der zirkulierende Sand nicht ausreichend heiß ist, kann das über die Leitung 16 entfernte niedermolekulare Gas oder ein Teil des Öls von der Leitung 15 als Brennstoff für den Brennprozess verwendet werden.

[0105] Bei dieser Ausführungsform wird Sand als Material für das Fließbett bei allen drei Prozessen, der Entchlorung, der Pyrolyse und dem Brennen des Rückstands, verwendet. Wenn die Feststoffkomponente des Abfallkunststoffs auf einen Durchmesser von nicht mehr als 100–200 mm zerkleinert wird, können alle Störungen in Zusammenhang mit einem Verstopfen vermieden werden. Die einzige erforderliche Vorverarbeitung ist das Zerkleinern des Kunststoffs, der nicht sortiert werden muss.

[0106] Die [Fig. 2](#) ist eine vereinfachte Darstellung einer Vorrichtung zur Wiederaufbereitung von Öl aus Abfallkunststoff, die eine andere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist. Sie verwendet eine Destillationskolonne oder eine Kombination aus einer Destillationskolonne und einem Verdampfungsturm gemeinsam mit einem Kondensator zum Ausführen des ersten und des zweiten Gas/Flüssigkeit-Trennprozesses, die die Gase von den Flüssigkeiten trennen.

[0107] Hier wird eine Erörterung derjenigen Gesichtspunkte der Zeichnung weggelassen, die identisch mit Komponenten in der [Fig. 1](#) sind, und es wird nur anderen Gesichtspunkten Aufmerksamkeit geschenkt.

[0108] Der erste Gas/Flüssigkeit-Trennprozess, 4B, ist mit einer Verdampfungsentlüftung 2A verbunden, durch deren Öffnung die Produkte des zweiten Prozesses, der Pyrolyse, verdampfen. Der zweite Gas/Flüssigkeit-Trennprozess, 5A, ist darauffolgend über die Leitung 13 mit der Öffnung der ersten Gas/Flüssigkeit-Trenneinheit verbunden, wo die Gase entlüftet werden. Das niedermolekulare Gas, die gasförmigen Öle mit niedrigem Siedepunkt (beispielsweise Öle mit einem Siedepunkt unter 250°C) und Öle mit hohem Siedepunkt (beispielsweise Öle mit einem Siedepunkt von mindestens 250°C), die sich unter den durch den oben genannten zweiten Prozess, die Pyrolyse, befinden, werden durch die Entlüftung 2A entfernt. Wenn sie beim ersten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess, 4B, auf ungefähr 250°C abgekühlt sind, wird das Kondensat, das die

Öle mit hohem Siedepunkt enthält, durch die Entlüftung 2A zum zweiten Prozess rezirkuliert.

[0109] Niedermolekulares Gas und Öle mit niedrigem Siedepunkt werden über die oben genannte Leitung 13 erhalten. Sie werden in der zweiten Gas/Flüssigkeit-Trenneinheit 5A, einem Kondensator oder dergleichen, auf ungefähr 30°C abgekühlt. Von der Leitung 15 werden Öle mit niedrigem Siedepunkt erhalten. Jegliches niedermolekulares Gas, das noch nicht kondensiert ist, wird über die Leitung 16 zum dritten Prozess, dem Brennen von Rückständen, transportiert.

[0110] Der erste Gas/Flüssigkeit-Trennprozess, 4B, verfügt über eine Flüssigkeitsverteileinheit 42, die eine Sprühdüse oder dergleichen sein kann, die an der Oberseite einer Destillationskolonne 41, eines gefüllten Turms oder eines Schalenturms, der dazu dient, die Gase von den Flüssigkeiten zu trennen, angeordnet ist. Die Flüssigkeit, die über die oben genannte Flüssigkeitsverteileinheit 42 über die Leitung 15' geliefert wird, ist das im Prozess 5A abgetrennte und nach Bedarf durch eine Kühleinheit (nicht dargestellt) abgekühlte Öl mit niedrigem Siedepunkt. Ein Teil des Öls mit niedrigem Siedepunkt wird über die Leitung 15' durch die Flüssigkeitsverteileinheit 42 zum ersten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess, 4B, zurückzirkuliert. Öle mit hohem Siedepunkt fehlen im Wesentlichen in der Leitung 13.

[0111] Bei dieser Ausführungsform erfolgt der zweite Gas/Flüssigkeit-Trennprozess, 5A, unter Verwendung eines Kondensators; jedoch kann auch die bereits beschriebene Destillationskolonne oder ein Verdampfungsturm verwendet werden.

[0112] Die [Fig. 3](#) ist eine vereinfachte Darstellung einer Vorrichtung zur Wiederaufbereitung von Öl aus Abfallkunststoff, die eine andere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist. Sie verwendet eine Destillationskolonne oder eine Kombination aus einer Destillationskolonne und einem Verdampfungsturm zum Ausführen der zwei Prozesse zum Trennen von Gasen von Flüssigkeiten.

[0113] In der [Fig. 3](#) ist 1 ein Reaktor mit horizontaler Einspeisung, der Chlor entfernt (das heißt der Entchlorungsprozess). Genau wie in der [Fig. 1](#) werden Abfallkunststoff und Umwälzsand, der auf eine Temperatur von 400–950°C erhitzt wurde, gepresst und miteinander gemischt, um die Temperatur des Kunststoffs auf 250–350°C zu erhöhen.

[0114] Dies dient zu einer Abtrennung von mehr als 95% des Chlors vom Kunststoff. Ein Gas, dessen Hauptkomponente HCl ist, wird über die Leitung 8 entfernt, die an der Oberseite des Reaktors 1 mit horizontaler Einspeisung vorhanden ist, um dieses HCl-reiche Gas zu entfernen. Dieses Gas wird unter

Verwendung von entweder Wasser oder einer alkalischen Absorptionsflüssigkeit in einem Absorptionstank **81** gesammelt. Das Gemisch aus Umwälzsand und entchlortem Kunststoff (das Produkt aus dem Entchlорungsprozess) wird, über die Linie **9**, die aus einem Schraubenförderer oder dergleichen bestehen kann, an den zweiten Prozess, die Pyrolyse, geliefert.

[0115] Da im ersten Prozess der Kunststoff auf eine Temperatur von 250–350°C erwärmt wird, enthält das über die Leitung **8** entlüftete Gas Öle mit niedrigem Siedepunkt sowie niedermolekulares Gas zusätzlich zu HCl. Aus diesem Grund ist es bevorzugt, dass dieses Gas durch den zweiten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess, **5B**, statt im Absorptionstank **81** gesammelt wird.

[0116] Bei dieser Ausführungsform läuft das in der Leitung transportierte Gas durch die Verbindung zur Leitung **13**, nachdem das HCl in der Leitung **8** nach Bedarf durch den Absorptionstank **81** absorbiert wurde. Das Gas wird über die Leitung **13** an den zweiten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess, **5B**, geleitet.

[0117] Es wäre auch akzeptierbar, dass die Leitung **8** in Reihe mit der Leitung **13** verbunden ist, damit das Restgas in der Leitung **8** darauffolgend zur Leitung **13** geleitet wird, nachdem das HCl durch den Absorptionstank **81** absorbiert wurde.

[0118] Mit dem oben genannten Pyrolyseprozess **2** ist eine Destillationskolonne **41**, in der der erste Gas/Flüssigkeit-Trennprozess, **4B**, ausgeführt wird, über eine Leitung **12** verbunden. Der zweite Gas/Flüssigkeit-Trennprozess, **5B**, ist seriell über die Leitung **13** mit dem Prozess **2** verbunden.

[0119] Genau wie in der [Fig. 2](#), verfügt die den oben genannten ersten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess **4B** ausführende Vorrichtung über eine Flüssigkeitsverteileinheit **42**, eine Sprühdüse oder dergleichen, die an der Oberseite der Destillationskolonne **41**, einem gefüllten Turm oder einem Schalenturm, der dazu dient, die Gase von den Flüssigkeiten zu trennen, angeordnet ist. Die Flüssigkeit, die über die Leitung **15'** an die oben genannte Flüssigkeitsverteileinheit **42** geliefert wird, ist das im Prozess **5B** abgetrennte und durch die Einheit **42** abgekühlte Öl mit niedrigem Siedepunkt.

[0120] Gemäß dieser Ausführungsform ist das an die oben genannte Luftstrom-Verringerungsabschnitt **42** gelieferte Flüssigkeit das im Prozess **5B** abgetrennte Öl mit niedrigem Siedepunkt. Alle verdampften Ölkomponenten mit hohem Siedepunkt, die sich in der verteilten Ölfraktion mit niedrigem Siedepunkt finden, können leicht verflüssigt und gesammelt werden. Ferner können, wenn die abgekühlten Öle mit niedrigem Siedepunkt dazu verwendet werden, die oben genannten gasförmigen Öle mit hohem Siede-

punkt abzukühlen, die Letzteren effizienter verflüssigt und umgewälzt werden. So werden die Öle mit hohem Siedepunkt effizienter pyrolysiert, und es können mehr Öle mit niedrigem Siedepunkt gesammelt werden.

[0121] Niedermolekulares Gas und Öle mit niedrigem Siedepunkt werden über die Leitung **13** an der Auslassöffnung des Prozesses **4B** erhalten. Nachdem die Gase im zweiten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess, **5B**, auf ungefähr 30°C abgekühlt wurden, werden von der Leitung **15** Öle mit niedrigem Siedepunkt erhalten. Jegliches niedermolekulares Gas, das noch nicht kondensiert ist, wird über die Leitung **16** zum dritten Prozess, der dem Brennen des Rückstands, transportiert.

[0122] Die Vorrichtung, die den oben genannten zweiten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess, **5B**, ausführt, verfügt über einen Vertikalturm, der, vom Boden aus, einen Aufkocher **53**; eine untere Gas/Flüssigkeit-Trenneinheit **51A** (die Flüssigkeitsverteileinheit für niedermolekulares Gas); die obere Gas/Flüssigkeit-Trenneinheit **51B** (die Sammeleinheit für Öle mit niedrigem Siedepunkt); und die Kühleinheit **52** enthält. Die nicht kondensiertes Gas liefernde Leitung **13** ist zwischen die Gas/Flüssigkeit-Trenneinheiten **51B** und **51A** angeschlossen.

[0123] Die Öle mit niedrigem Siedepunkt, die über die Leitung **15** vom Boden der Vorrichtung **5B** entfernt werden, werden durch die Kühleinheit **22** abgekühlt und wiederverwendet. Ein Teil dieser Öle wird über die Zweigleitung **15'** an die Flüssigkeitsverteileinheit **42** im ersten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess, **4B** geliefert.

[0124] Nun werden die Konfigurationen der bevorzugten Ausführungsformen zum Ausführen des Gas/Flüssigkeit-Trennprozesses in diesem System unter Bezugnahme auf die Zeichnungen in den [Fig. 4](#) bis [Fig. 8](#) erörtert.

[0125] Die [Fig. 4](#) zeigt den oben genannten Pyrolyseprozess. Die Vorrichtung, in der dieser Prozess ausgeführt wird, verfügt über einen Röhrtank **120** und eine Gas/Flüssigkeit-Trenneinheit **41**, in der der erste Prozess zum Trennen von Gasen und Flüssigkeiten ausgeführt wird. Die Gas/Flüssigkeit-Trenneinheit **41** ist eine Destillationskolonne wie ein gefüllter oder ein Schalenturm. An der Oberseite der Gas/Flüssigkeit-Trenneinheit **41** befindet sich die Kühleinheit **43**.

[0126] Der untere Teil des oben genannten Röhrtanks **120** verfügt über ein kegelförmiges Gefäß **124** und eine mechanische Rührvorrichtung **121**, die sich entlang der Innenwand dieses Gefäßes **124** dreht. Die mechanische Rührvorrichtung **121** wird mittels einer Welle **122** durch einen über ihr platzierten Motor **123** gedreht.

[0127] Im oben genannten Röhrtank **120** werden der durch die Linie **9** zugeführte entchlort Kunststoff, der durch die Linie **10** zugeführte Zusatzstoff und der durch die Linie **11** zugeführte, auf 500–950°C erhitzte Umwälzsand miteinander gemischt. Das Gemisch wird auf einer Temperatur von 400–480°C gehalten, und es tritt Pyrolyse auf. Die gasförmigen Pyrolyseprodukte werden über die Leitung **12** zum Gas/Flüssigkeit-Trennprozess **4B** geleitet. Der feste Rückstand der Pyrolyse wird über die Linie **12** zum dritten Prozess, dem Brennen des Rückstands, geführt.

[0128] Die Leitung **12**, die die Pyrolyseprodukte entfernt, wird auch als Leitung **14** zum Rezirkulieren der Öle mit hohem Siedepunkt (des Kondensats) aus dem Prozess **4B** verwendet. Das Rezirkulieren von Ölen mit hohem Siedepunkt durch diese Leitung verhindert die Ausbildung eines Belags im Inneren derselben.

[0129] Bei dieser Ausführungsform verfügt die Leitung **12/14** über einen relativ großen Durchmesser, und von ihr steigt ein zylindrischer Turm vertikal auf. Im unteren Teil dieses Turms befindet sich die Gas/Flüssigkeit-Trenneinheit **41**, ein gefüllter oder Schalenturm. Im Raum über der Gas/Flüssigkeit-Trenneinheit **41** befindet sich die Kühleinheit **43** oder die Flüssigkeitsverteilseinheit **42**.

[0130] Bei dieser Anordnung werden Öle mit hohem Siedepunkt, die durch die Gas/Flüssigkeit-Trenneinheit **41** nicht kondensiert wurden, dadurch sicher verflüssigt, dass sie mit der Kühleinheit **43** in Kontakt gelangen.

[0131] Diese Öle werden über die Leitung **12/14** zurück zum Röhrtank **120** rezirkuliert. Sie werden im zweiten Prozess erneut erhitzt und erfahren wiederum Pyrolyse, wodurch Öle mit niedrigem Siedepunkt erzeugt werden. Dieses Verfahren verbessert die Ausbeute an Ölen mit niedrigem Siedepunkt weiter.

[0132] Die [Fig. 5](#) veranschaulicht eine andere Ausführungsform eines Pyrolyseprozesses, der einen vertikalen Röhrtank verwendet. Der untere Teil des oben genannten Röhrtanks **220** verfügt über ein kegelförmiges Gefäß **224**. Mechanische Rührvorrichtungen **221A** und **221B** sind Doppelhelixbänder, die sich entlang der Innenwand des Gefäßes **224** drehen. Die oben genannten mechanischen Rührvorrichtungen **221A** und **221B** werden über eine Welle **222** durch einen über dieser platzierten Motor **223** gedreht. Im oben genannten Röhrtank **220** werden der durch die Linie **9** zugeführte entchlort Kunststoff, der durch die Linie **10** zugeführte Zusatzstoff und der auf 500–950°C erhitze Umwälzsand, der durch die Linie **11** zugeführt wird, miteinander gemischt. Das Gemisch wird auf einer Temperatur von 400–480°C gehalten, und es tritt Pyrolyse auf. Die gasförmigen Produkte der Pyrolyse werden über die Leitung **12/14**

an den Gas/Flüssigkeit-Trennprozess **4B** geleitet, und die im Prozess **4B** abgetrennten Öle mit hohem Siedepunkt werden über dieselbe Leitung an den Röhrtank zurückgeliefert.

[0133] Die Verwendung derselben Leitung sowohl als Leitung **12** zum Entfernen der Pyrolyseprodukte als auch als Leitung **14** zum Umwälzen der im Prozess **4B** kondensierte Öle mit hohem Siedepunkt hat den Effekt eines Auswaschens der Leitung, um eine Belagsbildung zu verhindern.

[0134] Der feste Rückstand aus der Pyrolyse wird über die Linie **17**, nachdem er durch ein Rohr **170** gelaufend ist, zum dritten Prozess, dem Brennen des Rückstands, geführt. Innerhalb des Rohrs **170** befindet ein Schraubenförderer **174**, der durch einen Motor **172** gedreht wird.

[0135] In der [Fig. 6](#) sind drei Röhrtanks vorhanden: **2A**, **2B** und **2C**. Nicht pyrolysierte Feststoffe werden, gemeinsam mit erhitzen Sand, aufeinanderfolgend an die drei mechanischen Rührvorrichtungen, beginnend mit dem Tank **2A**, geliefert. Sie werden vom Tank **2A** zum Tank **2B** und von dort über Rohre **170A** und **170B**, die beide mit Schraubenförderern versehen sind, wie es in der [Fig. 5](#) dargestellt ist, gespeist. Es wird Pyrolyse induziert, und die gasförmigen Produkte werden über die Leitungen **12A**, **12B** und **12C** an den Tanks **2A**, **2B** bzw. **2C** parallel zum Gas/Flüssigkeit-Trennprozess **4B** geleitet.

[0136] Da die nicht pyrolysierten Feststoffe sequenziell an die drei getrennten Röhrtanks **2A**, **2B** und **2C** geliefert werden, und da drei mal Pyrolyse induziert wird, ist die Ausbeute an gasförmigen Produkten verbessert.

[0137] Die gasförmigen Pyrolyseprodukte laufen nicht durch die Tanks **2A** und **2B** zurück, sondern sie werden über die Leitungen **12A**, **12B** und **12C** parallel (d.h. direkt) an den Gas/Flüssigkeit-Trennprozess **4B** geliefert.

[0138] Bei dieser Ausführungsform verfügt die Leitung **12A** über einen relativ großen Durchmesser, und ihr oberes Ende ist direkt mit dem Boden der Destillationskolonne verbunden, in der der Gas/Flüssigkeit-Trennprozess **4B** ausgeführt wird. Da die Leitung **12A** als Rezirkulationsleitung für den Prozess **4B** fungiert, werden die im Prozess **4B** abgetrennten Öle mit hohem Siedepunkt nur zum Tank **4A**, dem ersten der Reihe von Röhrtanks, rezirkuliert.

[0139] Als Ergebnis dieser Anordnung werden die umgewälzten Öle mit hohem Siedepunkt sequenziell an die Tanks **2A**, **2B** und **2C** geliefert. Sie werden in jedem Tank pyrolysiert, um die Ausbeute an Ölen mit niedrigem Siedepunkt zu verbessern. **11**, **11'** und **11''** sind die Versorgungslinien, die den erhitzen Sand zu

den Röhrtanks **2A**, **2B** bzw. **2C** bringen.

[0140] Die [Fig. 7](#) zeigt einen horizontalen Röhrtank vom Reaktortyp, bei dem es sich um eine andere bevorzugte Ausführungsform zum Ausführen des Pyrolyseprozesses handelt. Der Röhrtank **25** führt Pyrolyse herbei, während der Abfallkunststoff und der erhitze Sand vom oberen (linken) zum unteren (rechten) Teil des Tanks transportiert werden, wobei sie gleichzeitig mechanisch gerührt werden. Beispielsweise kann er über zwei Achsen verfügen, die sich im Tank, dessen Querschnitt wie die Zahl **8** (acht) geformt ist, in derselben Richtung drehen. An jeder der rotierenden Achsen ist eine Anzahl, dicker, schraubenförmiger Exzenterscheiben (Rotoren) befestigt. Wenn sich der Motor dreht, drehen sich auch die Rotoren. Das Gemisch im Tank **25** kann entlang der Länge desselben nach unten transportiert werden, während es durch die Rotoren gerührt wird; oder ein Schraubenförderer kann durch den Motor **28** und die rotierende Achse **27**, wie beim Schraubenförderer **26**, gedreht werden.

[0141] Der durch die Linie **10** zugeführte Zusatzstoff, der durch die Linie **9** zugeführte entchlort Kunststoff und der auf eine Temperatur von 500–950°C erhitze Umwälzsand, der durch die Linie **11** geliefert wird, werden über einen Einlass **25a** am oberen Teil des Röhrtanks **25** zugeführt. Der Umwälzsand wird auch über die Linie **11'** zugeführt und gemischt, um die Temperatur des gesamten Sands gleichmäßig zu machen. Das Gemisch wird auf einer Temperatur von 400–480°C gehalten, um es zu ermöglichen, dass Pyrolyse auftritt. Die gasförmigen Pyrolyseprodukte werden über die Leitung **12'** zum Gas/Flüssigkeit-Trennprozess **4B** geführt. Die im Prozess **4B** abgetrennten Öle mit hohem Siedepunkt werden über die Leitung **14** (**12**) rückgeführt.

[0142] Das Volumen des in den Tank gespeisten Gemischs **29** und das Volumen der nicht pyrolysierten Feststoffe, die aus ihm ausgegeben werden, werden so kontrolliert, dass im oberen Teil des Tanks ein Raum **29A** verbleibt, in dem sich die gasförmigen Pyrolyseprodukte bewegen können.

[0143] Der Boden der Destillationskolonne, in der der Gas/Flüssigkeit-Trennprozess **4B** ausgeführt wird, ist direkt mit der Oberseite der Umwälzleitung **14** verbunden, die aus der Oberseite des Röhrtanks **25** herausführt. So fungiert die Leitung **14** auch als Leitung **12**, als Versorgungsleitung für die Pyrolyseprodukte zum Gas/Flüssigkeit-Trennprozess **4B**.

[0144] Bei dieser Ausführungsform kann die Leitung **12'**, die auch gasförmige Pyrolyseprodukte zum Gas/Flüssigkeit-Trennprozess **4B** leitet, auch mit dem stromabwärtigen Teil des Röhrtanks **25** verbunden sein.

[0145] Bei dieser Ausführungsform werden der entchlort Kunststoff und/oder der Zusatzstoff in den stromaufwärtigen Teil des horizontalen Röhrtanks eingeleitet, und beim Transport nach stromabwärts erfolgt ein gemeinsames Röhren. Anders gesagt, ist das Gemisch angemessen pyrolysiert, wenn die Pyrolyseprodukte über die Auslassleitung im stromabwärtigen Teil des Tanks entfernt werden.

[0146] Die Öle mit hohem Siedepunkt, die aus dem oben genannten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess **4B** umgewälzt werden, werden über die Leitung **14** zum stromaufwärtigen Teil des horizontalen Röhrtanks **25** zurückgeführt, so dass sie ebenfalls angemessen pyrolysiert. Diese Anordnung fördert die Ausbeute an Ölen mit niedrigem Siedepunkt weiter.

[0147] Die [Fig. 8](#) zeigt eine Vorrichtung, bei der der Entchlorungsprozess als Teil des Pyrolyseprozesses ausgeführt wird. Sie verfügt über zwei Horizontalreaktoren, wie oben beschrieben, oder zwei Schraubenförderer. Die Horizontalreaktoren oder die Schraubenförderer **26A** und **26B** transportieren das Gemisch im Inneren des horizontalen Röhrtanks **2** (**25A** und **25B**) über die Länge des Tanks nach unten, während es durch einen Rotor gerührt wird. Dieser Gesichtspunkt der Vorrichtung ist identisch mit der [Fig. 7](#). Jedoch ist das Gas im zentralen Teil dicht eingeschlossen, und eine Trennwand, **25C**, gewährleistet, dass der Sand in den unteren Teil des Tanks fließt. Die Trennwand unterteilt den Raum für Gas an der Oberseite des Tanks (**29A**) zwischen dem stromaufwärtigen und dem stromabwärtigen Bereich.

[0148] Der Abfallkunststoff und der Umwälzsand, die auf 400–950°C erhitzen wurden, werden über Versorgungslinien **6** und **7** durch die Öffnung **25A** im stromaufwärtigen Teil **25A** eingeleitet. Erhitzter Sand wird auch über die Versorgungslinie **7'**, wie es erforderlich ist, um eine gleichmäßige Wärmeverteilung aufrechtzuerhalten, in die Mitte des stromaufwärtigen Teils **25A** eingeleitet. Der Kunststoff und der Sand werden weggedrückt und miteinander gemischt, um die Temperatur des Kunststoffs auf 250–350°C anzuheben.

[0149] Dies führt zu einer Abtrennung von mehr als 95% des Chlors vom Kunststoff. Das HCl-reiche Gas kann über die Leitung **8** am stromabwärtigen Teil des Segments **25A** entfernt werden.

[0150] Das verarbeitete Material, das über ein Gemisch von Sand und Kunststoff verfügt, aus dem im oben genannten Teil des Segments **25A** das Chlor im Wesentlichen entfernt wurde, wird durch eine Öffnung am Boden der Trennwand **25C** zum stromabwärtigen Teil des Tanks transportiert. Im stromaufwärtigen Teil des Segments **25B** wird Umwälzsand, der auf 500–950°C erhitzt wurde, gemeinsam mit einem Zusatzstoff, nach Bedarf, in das Gemisch einge-

leitet. (Der Stoff ist nicht absolut erforderlich.) Diese Substanzen werden durch eine Öffnung am stromaufwärtigen Teil des Segments **25B** über Linien **10** und **11** eingeleitet. Der erhitzte Sand wird auch über die Linie **11'** an das Zentrum dieses Segments dieses Tanks geliefert.

[0151] Der Kunststoff wird auf einer Temperatur von 400–480°C gehalten, um Pyrolyse zu induzieren. Die gasförmigen Pyrolyseprodukte werden durch die Leitung **12'** zum Gas/Flüssigkeit-Trennprozess **4B** geleitet. Die im Prozess **4B** abgetrennten Öle mit hohem Siedepunkt werden über die Leitung **14** (**12**) rückgeführt.

[0152] Der Boden der Destillationskolonne, in der der Prozess **4B** ausgeführt wird, ist seriell über die Leitung **14** mit der Oberseite des stromaufwärtigen Teils des Segments **25B** verbunden.

[0153] Bei den in den [Fig. 6](#) bis [Fig. 8](#) dargestellten Ausführungsformen ist eine Kühleinheit **42'** an Stelle der Flüssigkeitsverteileinheit an der Oberseite der Gas/Flüssigkeit-Trenneinheit **41** beim oben genannten Gas/Flüssigkeit-Trennprozess **4B** vorhanden. Diese Anordnung gewährleistet es, dass die Öle mit hohem Siedepunkt rezirkuliert werden.

[0154] Bei dieser Ausführungsform wird der Kunststoff im stromaufwärtigen Teil **25A** entchlort und er wird im stromabwärtigen Teil **25B** pyrolysiert. Nachdem das Material verarbeitet wurde, das aus einem Gemisch von Sand und Kunststoff besteht, aus dem im Segment **25A** das Chlor im Wesentlichen entfernt wurde, wird zum stromabwärtigen Teil, **25B**, transportiert. Im Segment **25B** werden gasförmige Produkte, nämlich gasförmige Öle mit hohem und niedrigem Siedepunkt sowie niedermolekulares Gas, und fester Rückstand gebildet, wenn der Abfallkunststoff und der erhitzte Sand stromabwärts transportiert werden, während sie mechanisch gerührt werden, um Pyrolyse zu induzieren.

EFFEKTE DER ERFINDUNG

[0155] Wie es oben erörtert ist, betrifft die Erfindung die Wiederaufbereitung von Öl aus Abfallkunststoff. Das verwendete System kann mit einer Zumischung fester Fremdstoffe fertig werden. Es vermeidet das Erfordernis eines Vorsortierens des Kunststoffs, und es vereinfacht einen kontinuierlichen Langzeitbetrieb sowie den Start und das Abschalten durch Minimieren einer Verkokung. Insoweit sie eine effiziente Nutzung des Rückstands als Wärmequelle erlaubt und es die Ausbeute an Öl hoher Qualität mit niedrigem Siedepunkt erhöht, ist diese Erfindung für die Gesellschaft von extremem Nutzen.

[0156] Bei jeder der oben erörterten Ausführungsformen ist die Vorrichtung, die den Pyrolyseprozess

ausführt, kleiner als beim Stand der Technik, und sie ist effizienter, um die gasförmigen Pyrolyseprodukte zu erhalten.

[0157] Bei der in der [Fig. 3](#) dargestellten Ausführungsform ist eine Rührvorrichtung vom horizontalen Typ, wie ein Reaktor mit horizontaler Einspeisung, dazu verwendet, Pyrolyse zu induzieren. So ist die den Pyrolyseprozess ausführende Vorrichtung kleiner als beim Stand der Technik, und sie ist effizienter, um die gasförmigen Pyrolyseprodukte zu erhalten.

[0158] Bei der in der [Fig. 8](#) dargestellten Ausführungsform werden sowohl der Entchlorungsprozess als auch der Pyrolyseprozess in einem einzelnen Röhrtank ausgeführt, so dass kein Erfordernis für Verbindungsleitungen besteht. Die Vorrichtung ist deutlich kleiner als diejenigen gemäß dem Stand der Technik, und sie benötigt viel weniger Komponenten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Wiederaufbereitung von Öl mittels Pyrolyse aus Abfallkunststoff, einschließlich Kunststoff, der Chlorverbindungen enthält, welches ein Pyrolyseverfahren zur Erhitzung des Gemisches aus im wesentlichen entchlortem Abfallkunststoff und Sand durch Mischen mit erhitztem Sand und gegebenenfalls einem Zusatzstoff, was zu gasförmigen Pyrolysegemischprodukten aus gasförmigen Ölen mit hohem und niedrigem Siedepunkt und niedermolekulares Gas und zu einem Rückstandsgemischprodukt aus festem Rückstand und Sand führt, und ein Entchlorungsverfahren vor dem Pyrolyseverfahren umfaßt,

wobei das Entchlorungsverfahren eine Stufe umfaßt, bei der der feste Anteil des Abfallkunststoffs, der bei der Vorverarbeitung auf einen Durchmesser von nicht mehr als 100–200 mm zerstoßen wird, durch Mischen mit erhitztem Sand und gegebenenfalls einem Zusatzmittel auf eine Temperatur von 250–350°C erhitzt wird, während der Abfallkunststoff in einem kontinuierlichen Strom vorwärts befördert wird, was zu einem Gemisch aus im wesentlichen entchlortem Abfallkunststoff und Sand führt, und wobei das Pyrolyseverfahren die folgende Stufe umfaßt:

direktes Erhitzen des entchlorten Abfallkunststoffs in einem Fließbettöfen durch Mischen mit erhitztem Sand; und

Halten des entchlorten Abfallkunststoffs bei einer Temperatur von 350–500°C, wobei Pyrolyseprodukte erhalten werden.

2. Verfahren zur Wiederaufbereitung von Öl mittels Pyrolyse aus Abfallkunststoff nach Anspruch 1, wobei in dem Pyrolyseverfahren ein vertikaler Reaktor, ein Rotationsofen oder ein Reaktor mit horizontaler Einspeisung als mechanische Bewegungsvorrichtung eingesetzt wird, um den Sand zu rühren, wobei

wiederaufbereiter Sand mit an seiner Oberfläche anhaftenden Kohlenstoffteilchen erhalten wird.

3. Verfahren zur Wiederaufbereitung von Öl mittels Pyrolyse aus Abfallkunststoff nach Anspruch 2, wobei das Pyrolyseverfahren in einer Anzahl von in Reihe angeordneten mechanischen Rührvorrichtungen verarbeitet wird, um den entchlorten Abfallkunststoff kontinuierlich zu pyrolyseren, wobei die erste mechanische Rührvorrichtung für die Entchlorung erhitzten Sand zu dem Abfallkunststoff mischt, der in einer Vorstufe auf einen Durchmesser von nicht mehr als 100 bis 200 mm zerstoßen worden ist, während der Abfallkunststoff in einem kontinuierlichen System nach vorne befördert wird, was zu einem Gemisch von im wesentlichen entchlortem Abfallkunststoff führt, wobei die nachgelagerte mechanische Rührvorrichtung für die Pyrolyse Erhitzung direkt auf das Gemisch von erhitztem Sand und dem Abfallkunststoff, der in dem Entchlorungsverfahren entchlort worden ist, ausübt, um den Abfallkunststoff zu pyrolyseren, und dann werden die nicht pyrolysierten Feststoffe neben dem erhitzten Sand auf die nachgelagerten mechanischen Rührvorrichtungen gegeben, um sie nacheinander einer Zersetzung durch Erhitzen zu unterwerfen, wobei gasförmige Produkte, die in den genannten mechanischen Rührvorrichtungen erhalten werden, parallel von der ersten und den nachgelagerten Rührvorrichtungen zu einem Gas/Flüssigauftrennverfahren, welches dem Pyrolyseverfahren nachfolgt, geleitet werden.

4. Verfahren zur Wiederaufbereitung von Öl mittels Pyrolyse aus Abfallkunststoff nach Anspruch 3, wobei das Gas/Flüssigauftrennverfahren die folgende Stufe umfaßt:

Auftrennen der gasförmigen Produkte der Pyrolyse in flüssiges Öl mit hohem Siedepunkt, gasförmiges Öl mit niedrigem Siedepunkt und niedermolekulares Gas; und

Zurückführen des flüssigen Öls mit niedrigem Siedepunkt zu einer ersten mechanischen Rührvorrichtung der mechanischen Rührvorrichtungen, die in Reihe angeordnet sind.

5. Verfahren zur Wiederaufbereitung von Öl aus Abfallkunststoff mittels Pyrolyse nach Anspruch 1, welches ein Verbrennungsverfahren umfaßt, wobei das Verbrennungsverfahren die folgenden Stufen umfaßt:

Bereitstellen von erhitztem Sand durch Verbrennen eines festen Rückstands eines pyrolysierten Abfallkunststoffs auf einem Wirbelbett unter Verwendung von pneumatisch zirkuliertem Sand als Medium; und Zurückführen eines Teils des erhitzten Sandes in das Entchlorungsverfahren.

6. Verfahren zur Wiederaufbereitung von Öl aus Abfallkunststoff mittels Pyrolyse nach Anspruch 1, welches ein Auf trennungsverfahren nach dem Pyro-

lyseverfahren umfaßt, wobei das Auf trennungsverfahren die folgenden Stufen umfaßt:

ein erstes Gas/Flüssigauftrennverfahren, welches die Produkte, die durch Pyrolyse erhalten werden, in flüssiges Öl mit hohem Siedepunkt, gasförmiges Öl mit niedrigem Siedepunkt und niedermolekulares Gas auf trennt, und Zurückführen des flüssigen Öls mit hohem Siedepunkt zu dem Pyrolyseverfahren; und

ein Gas/Flüssigauftrennverfahren, welches das gasförmige Öl mit niedrigem Siedepunkt und das niedermolekulare Gas in ein flüssiges Öl mit niedrigem Siedepunkt und niedermolekulares Gas auf trennt und in Reihe zu dem ersten Gas/Flüssigauftrennverfahren angeordnet ist.

7. Verfahren zur Wiederaufbereitung von Abfallkunststoff mittels Pyrolyse nach Anspruch 6, welches die folgende Stufe umfaßt:

ein Verbrennungsverfahren, wobei die Rückstandsgemischprodukte des festen Rückstandes und des Sandes, erhalten durch das Pyrolyseverfahren, und das niedermolekulare Gas, erhalten durch das zweite Gas/Flüssigauftrennverfahren, auf einem Fließbett unter Verwendung von pneumatisch zirkuliertem Sand als Medium verbrannt werden, wobei erhitzter Sand erhalten wird, und mindestens ein Teil des erhitzten Sandes sowohl in das Entchlorungsverfahren als auch das Pyrolyseverfahren zurückgeführt wird.

8. Verfahren zur Wiederaufbereitung von Öl aus Abfallkunststoff mittels Pyrolyse nach Anspruch 7, wobei das Zusatzmittel, das in dem Pyrolyseverfahren eingesetzt wird, ein Katalysator ist, um die Pyrolyse des Wachses zu verstärken, und ein synthetisches oder natürliches Zeolith ist.

9. Verfahren zur Wiederaufbereitung von Öl aus Abfallkunststoff mittels Pyrolyse nach Anspruch 1, welches außerdem ein Auf trennverfahren umfaßt, welches die folgenden Stufen aufweist:

Durchführen eines Gas/Flüssigauftrennverfahrens mit gasförmigen Pyrolysegemischprodukten, erhalten durch das Pyrolyseverfahren, wobei ein Kühlverfahren über einem Gas/Flüssiggrenzflächenverfahren angeordnet ist;

Auftrennen der gasförmigen Pyrolysegemischprodukte in flüssiges Öl mit hohem Siedepunkt, gasförmiges Öl mit niedrigem Siedepunkt und niedermolekulares Gas; und

Zurückführen des flüssigen Öls mit hohem Siedepunkt in das Pyrolyseverfahren.

10. Verfahren zur Wiederaufbereitung von Öl aus Abfallkunststoff mittels Pyrolyse nach Anspruch 1, das außerdem ein Auf trennverfahren mit den folgenden Stufen umfaßt:

ein erstes Gas/Flüssigauftrennverfahren, bei dem gasförmige Pyrolysegemischprodukte, erhalten durch das Pyrolyseverfahren, in flüssiges Öl mit ho-

hem Siedepunkt, gasförmiges Öl mit niedrigem Siedepunkt und niedermolekulares Gas aufgetrennt werden, und das flüssige Öl mit hohem Siedepunkt in das Pyrolyseverfahren zurückgeführt wird; ein zweites Gas/Flüssigauftrennverfahren, bei dem das gasförmige Öl mit niedrigem Siedepunkt und das niedermolekulare Gas in flüssiges Öl mit niedrigem Siedepunkt und niedermolekulares Gas aufgetrennt wird und das mit dem ersten Gas/Flüssigauftrennverfahren in Reihe geschaltet ist; wobei das erste Gas/Flüssigauftrennverfahren eine Gas-/Flüssiggrenzflächeneinheit und eine über der Gas/Flüssiggrenzflächeneinheit angeordnete Flüssigkeitsdispergiereinheit enthält, um eine Flüssigkeit zu dispergieren, wobei die Flüssigkeit, die in die Flüssigkeitsdispergiereinheit gegeben wird, das flüssige Öl mit niedrigem Siedepunkt ist, das in dem zweiten Gas/Flüssigauftrennverfahren abgetrennt worden ist.

11. Verfahren zur Wiederaufbereitung von Öl aus Abfallkunststoff, welches eine Pyrolysevorrichtung zum Mischen von Abfallkunststoff, der entweder als Ergebnis einer vorherigen Aufbereitung oder aufgrund der ursprünglichen Zusammensetzung des Abfallkunststoffs im wesentlichen frei von Chlorverbindungen ist, mit erhitztem Sand und gegebenenfalls einem Zusatzmittel, und Erhitzen auf eine Temperatur von 350 bis 500°C, was zur Bildung von Pyrolyseprodukten, die gasförmige Öle mit hohem und niedrigem Siedepunkt und niedermolekulares Gas enthalten, und eines festen Rückstands führt, wobei die Vorrichtung zusätzlich enthält: eine erste Gas/Flüssigauftrennvorrichtung, um die in der Pyrolysevorrichtung erhaltenen Pyrolyseprodukte in flüssiges Öl mit hohem Siedepunkt, gasförmiges Öl mit niedrigem Siedepunkt und niedermolekulares Gas aufzutrennen, und das flüssige Öl mit hohem Siedepunkt in das Pyrolyseverfahren zurückzuführen; eine zweite Gas/Flüssigauftrennvorrichtung, um das gasförmige Öl mit niedrigem Siedepunkt und das niedermolekulare Gas in flüssiges Öl mit niedrigem Siedepunkt und niedermolekulares Gas aufzutrennen, wobei die Vorrichtung in Reihe zu der ersten Gas/Flüssigauftrennvorrichtung geschaltet ist; und eine Entchlorungsvorrichtung, die eine Vorrichtung ist, welche den Kunststoff in einem kontinuierlichen Strom nach vorne befördern kann, bevor die Pyrolysevorrichtung den Abfallkunststoff auf eine Temperatur von 250–350°C erhitzt, wobei ein Gemisch aus im wesentlichen entchlortem Abfallkunststoff erhalten wird; wobei die Vorrichtung so ausgerichtet ist, daß chlorreiches Gas aus der Entchlorungsvorrichtung, die den Kunststoff in einem kontinuierlichen Strom nach vorne befördern kann, als Abgas entfernt wird, oder ein Rückstand des chlorreichen Gases, aus dem Chlorverbindungen entfernt worden sind, zu einem Einlaß der zweiten Gas/Flüssigauftrennvorrichtung bewegt wird.

12. Vorrichtung zur Wiederaufbereitung von Abfallkunststoff nach Anspruch 11, wobei die zweite Gas/Flüssigauftrennvorrichtung einen Turm mit einer Vielzahl von Gas/Flüssiggrenzflächeneinheiten, die in dem Turm angeordnet sind, umfaßt und das gasförmige Öl mit niedrigem Siedepunkt und das niedermolekulare Gas, erhalten in der ersten Gas/Flüssigauftrennvorrichtung, zwischen der Vielzahl von Gas/Grenzflächeneinheiten bewegt.

13. Vorrichtung zur Wiederaufbereitung von Abfallkunststoff nach Anspruch 11, wobei: die Pyrolysevorrichtung eine mechanische Rührvorrichtung zum Rühren und Bewegen des Abfallkunststoffs und des erhitzten Sandes von einem stromaufwärtigen Teil zu einem stromabwärtigen Teil der Pyrolysevorrichtung umfaßt, wobei die gasförmigen Pyrolysegemischprodukte aus den gasförmigen Ölen mit hohem und niedrigem Siedepunkt und dem niedermolekularen Gas und ein fester Rückstand der Pyrolyse gebildet werden; und wobei mindestens eine Leitung, welche die gasförmigen Pyrolysegemischprodukte zu der Gas/Flüssigauftrennvorrichtung führt, an den stromabwärtigen Teil der Pyrolysevorrichtung verbunden ist, und eine Leitung, welche das Öl mit hohem Siedepunkt zu der Pyrolysevorrichtung zirkuliert, mit dem stromaufwärts liegenden Teil der Pyrolysevorrichtung verbunden ist.

14. Vorrichtung zur Wiederaufbereitung von Öl aus Abfallkunststoff nach Anspruch 11, wobei die mechanische Rührvorrichtung den Abfallkunststoff mit erhitztem Sand mischt und das erhaltene Gemisch horizontal von einem stromaufwärtigen Teil der Vorrichtung zu einem stromabwärtigen Teil der Vorrichtung bewegt wird, während ein oberer Bereich der stromaufwärtigen und stromabwärtigen Teile frei bleibt, um gasförmige Produkte aufzunehmen, wobei der obere Bereich der mechanischen Rührvorrichtung zwischen den stromaufwärtigen und stromabwärtigen Regionen aufgetrennt ist und der stromaufwärtige Bereich mit einem ersten Abgasweg versehen ist und der stromabwärtige Bereich mit einem zweiten Abgasweg versehen ist; wobei der stromaufwärtige Teil der mechanischen Rührvorrichtung zwischen 250 und 350°C gehalten wird und der stromabwärtige Teil zwischen 350 und 500°C gehalten wird; und der stromaufwärtige Teil der mechanischen Rührvorrichtung das Gemisch entchlort, und der stromabwärtige Teil das entchlorte Gemisch pyrolysiert, was zu gasförmigen Pyrolysegemischprodukten aus gasförmigen Ölen mit hohem und niedrigem Siedepunkt und niedermolekularem Gas und einem festen Pyrolyserückstand führt.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

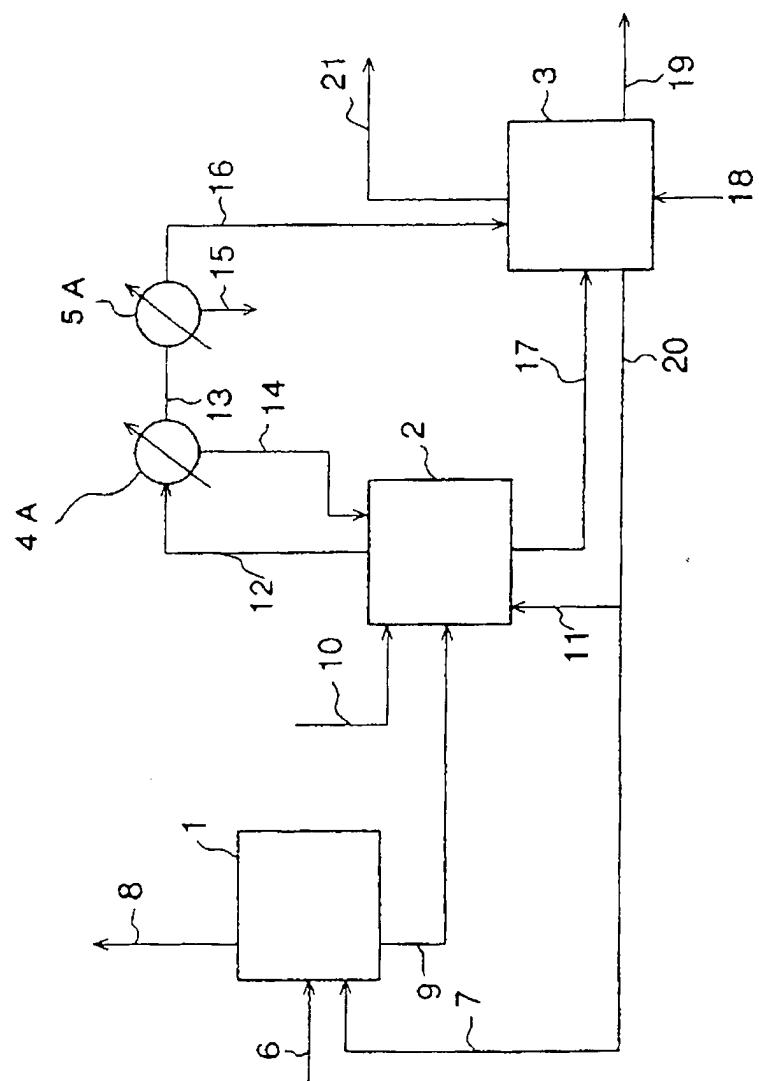


Fig. 2

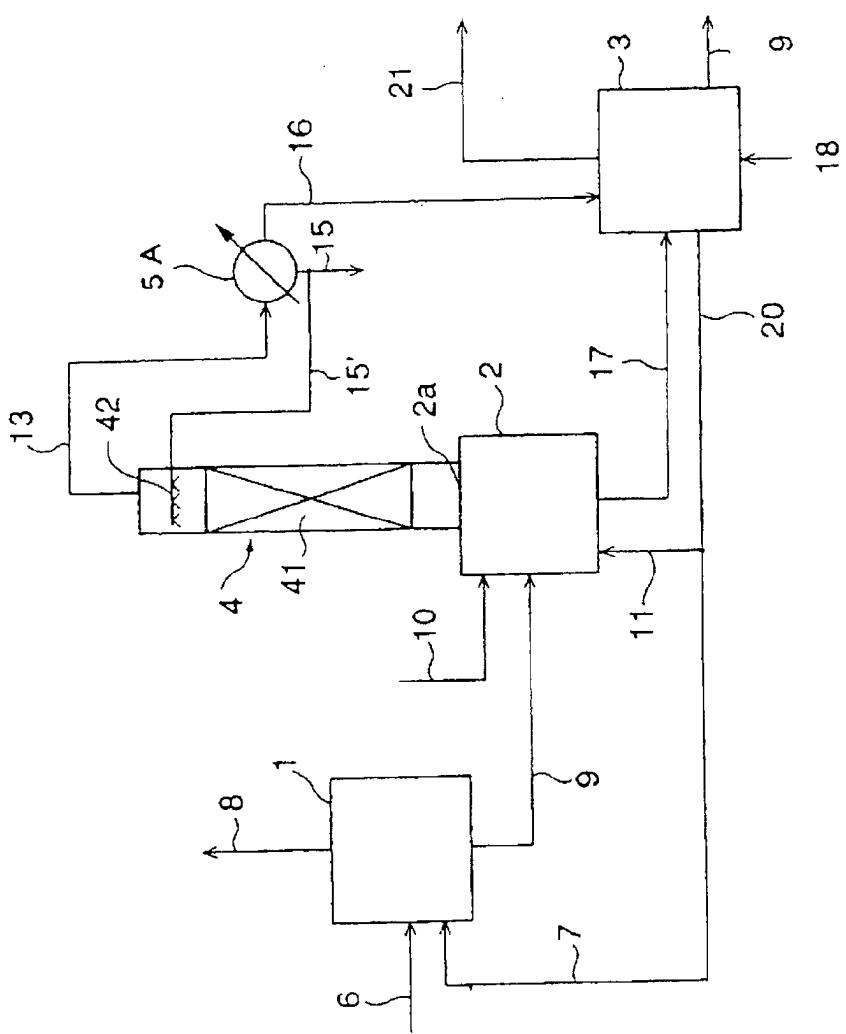


Fig. 3

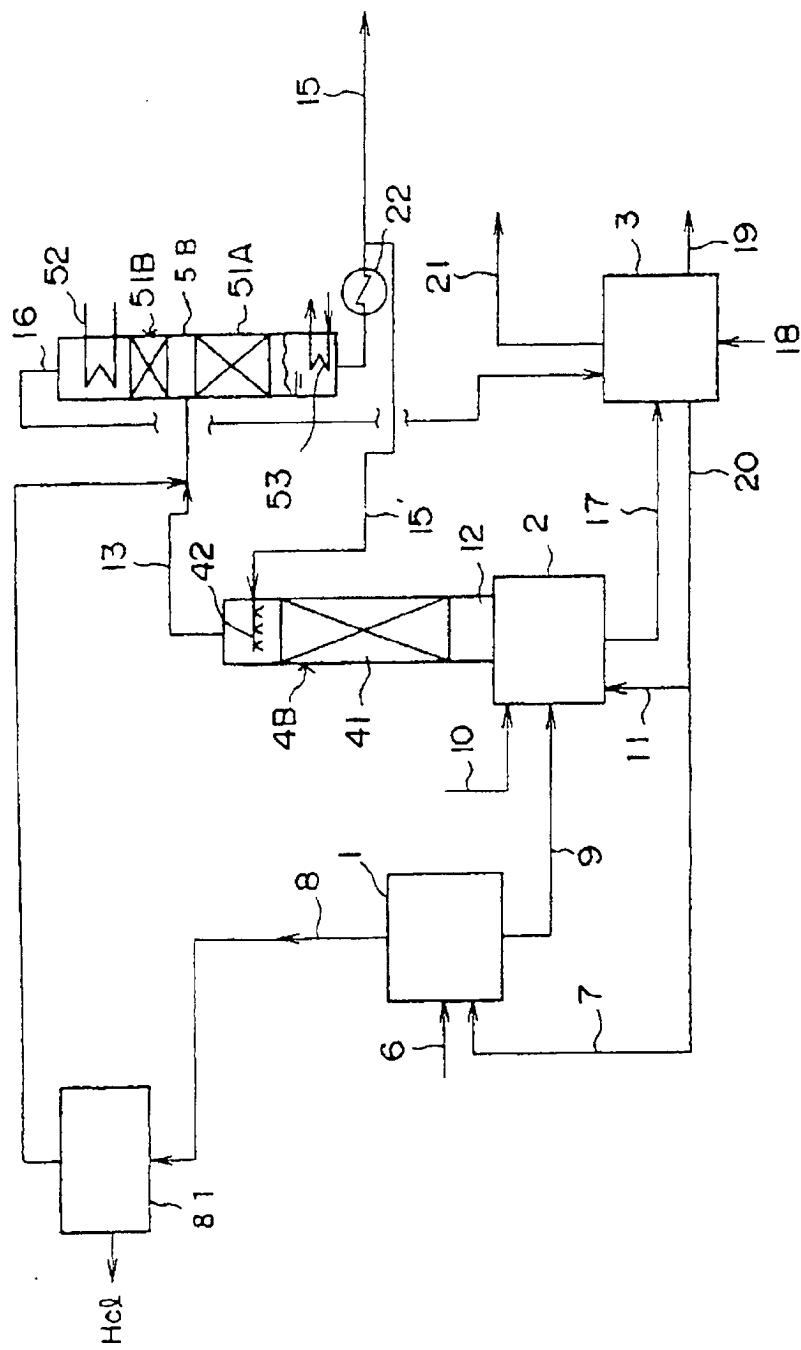


Fig. 4

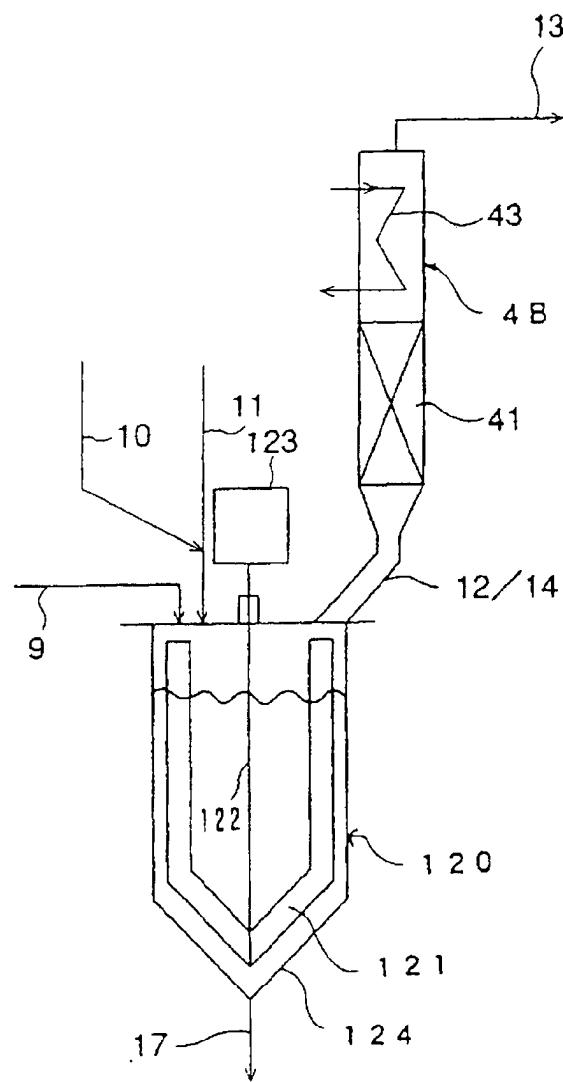


Fig. 5

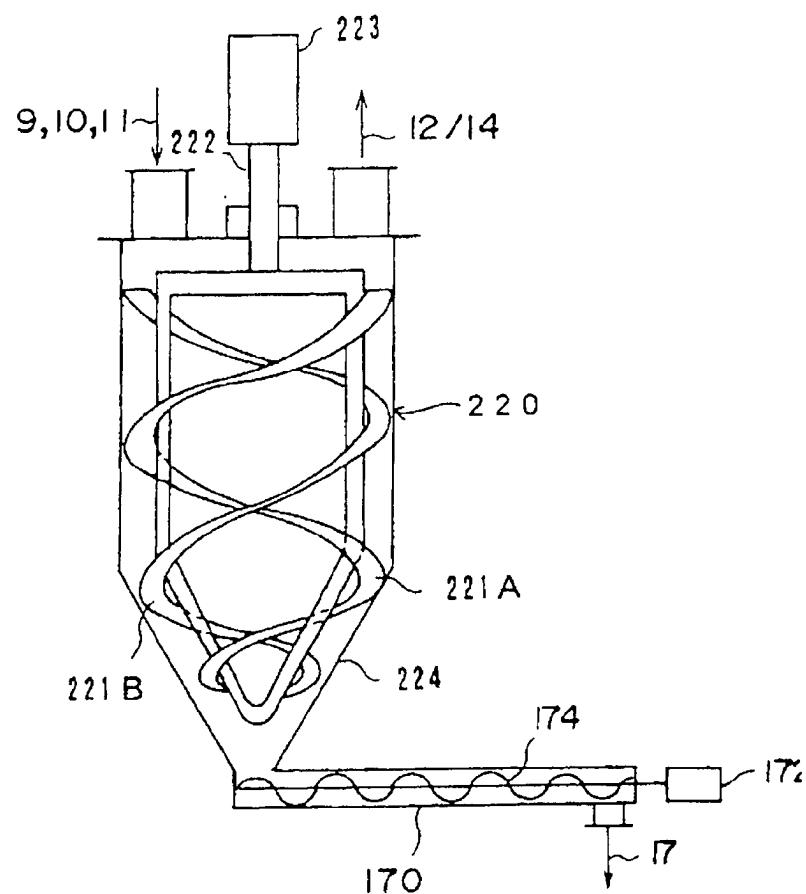


Fig. 6

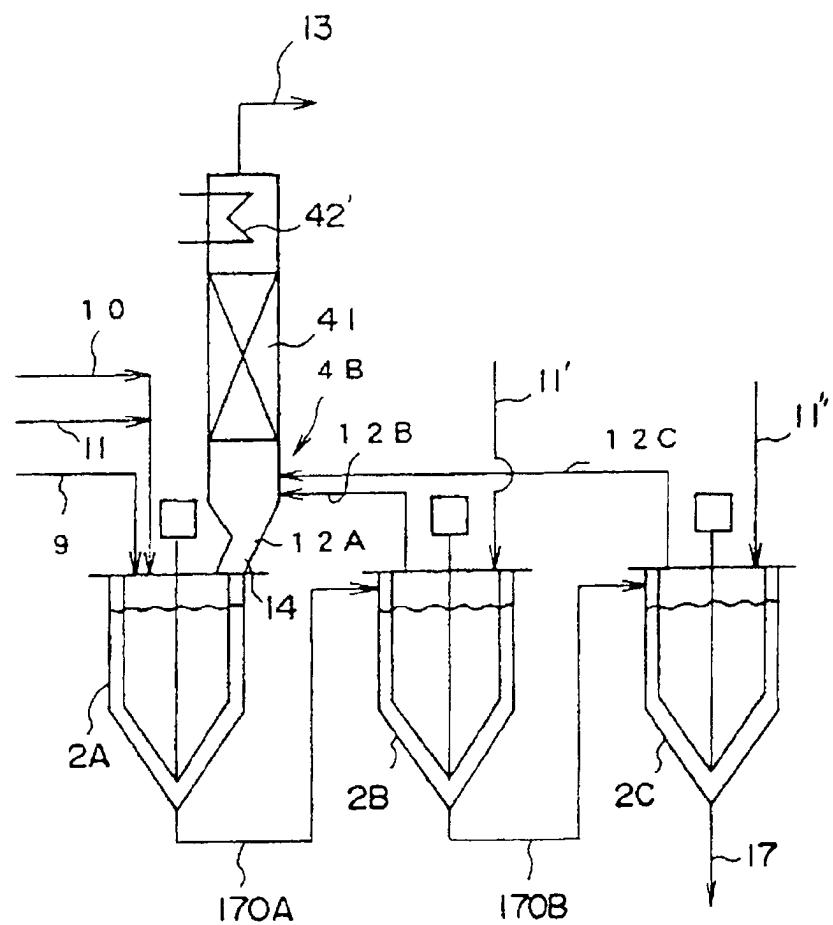


Fig. 7

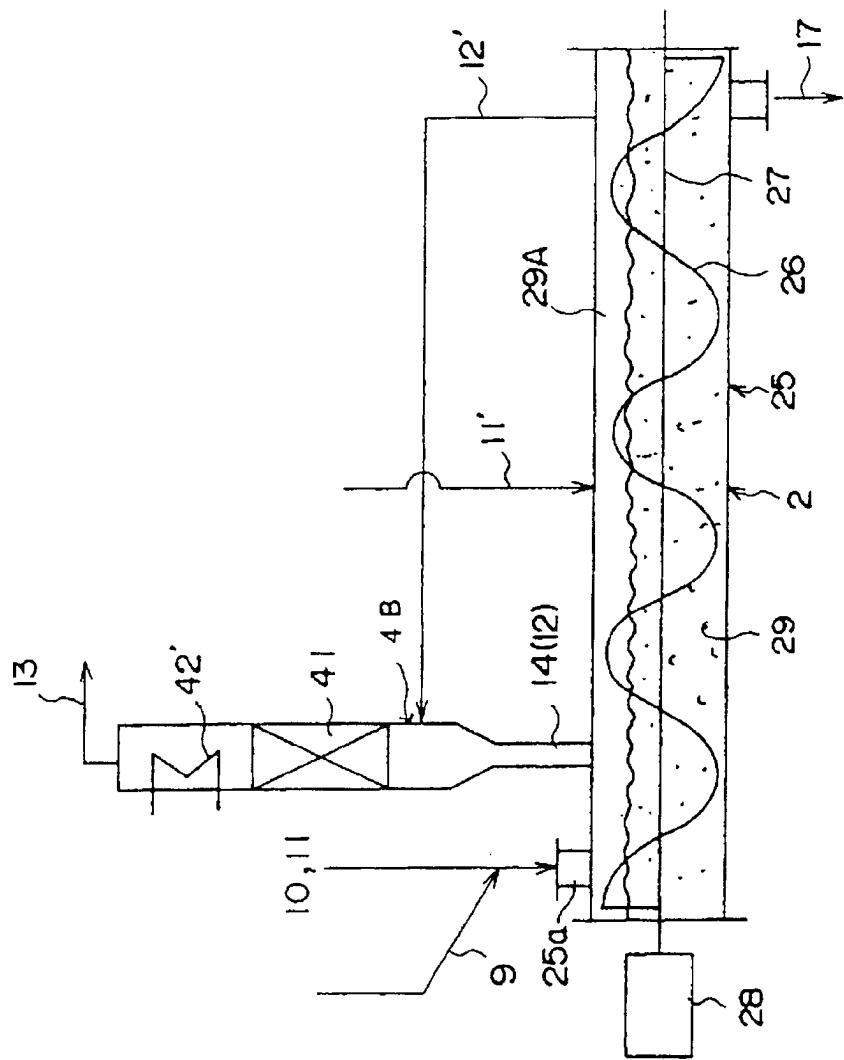


Fig. 8

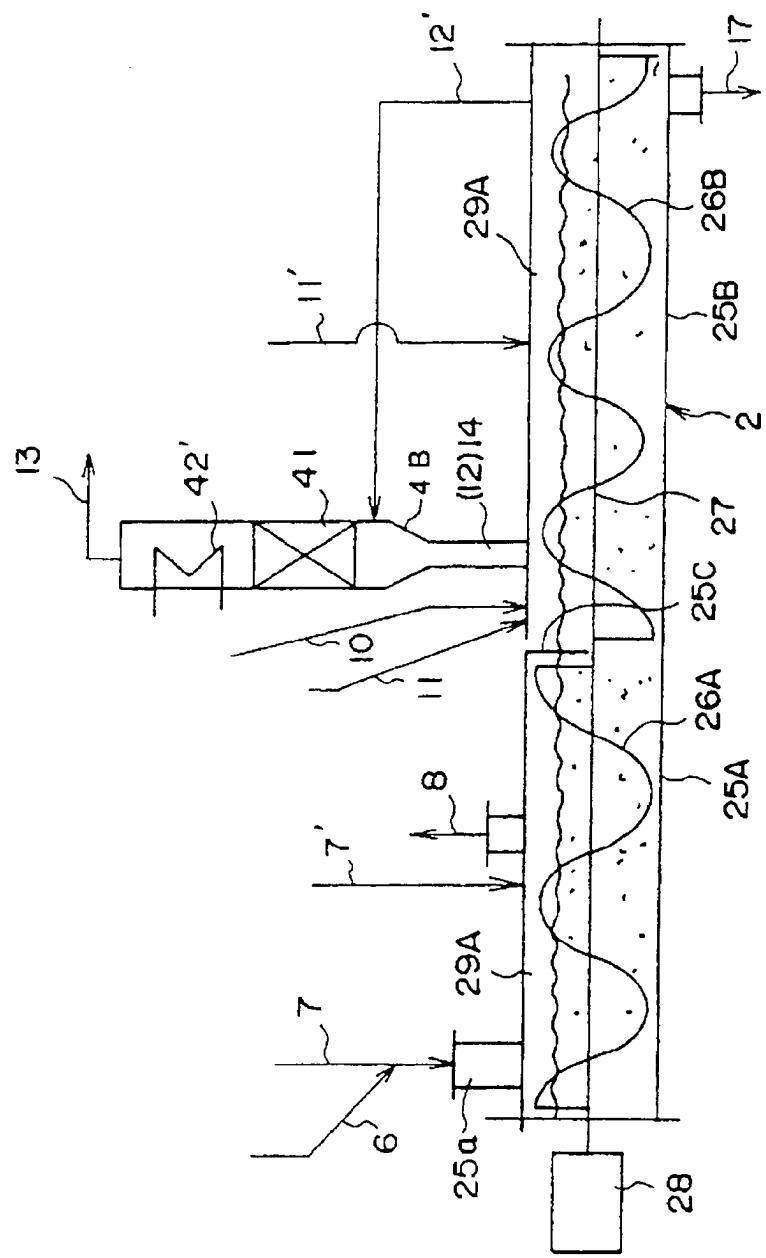


Fig. 9

