

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **87117945.3**

51 Int. Cl.4: **B02C 17/16**

22 Anmeldetag: **04.12.87**

30 Priorität: **11.12.86 DE 3642330**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**15.06.88 Patentblatt 88/24**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR GB IT LI**

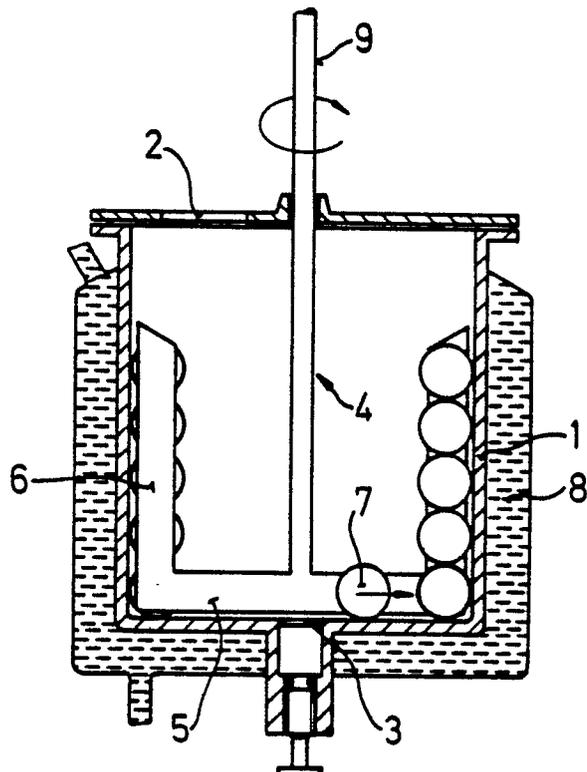
71 Anmelder: **BASF Aktiengesellschaft**  
**Carl-Bosch-Strasse 38**  
**D-6700 Ludwigshafen(DE)**

72 Erfinder: **Maier, Manfred**  
**Sedanstrasse 28**  
**D-6700 Ludwigshafen(DE)**  
Erfinder: **Mielke, Manfred**  
**Hirtenau 50**  
**D-6900 Heidelberg(DE)**  
Erfinder: **Hauser, Peter, Dr.**  
**Saarstrasse 2**  
**D-6703 Limburgerhof(DE)**

54 **Rührwerksmühle zum Mahlen von Pigmenten.**

57 In einem feststehenden Behälter (1), der mit einem Einlaß (2) und einem Auslaß (3) versehen ist und in dem sich Mahlkörper (7) befinden, ist ein antreibbarer Rührer (4) drehbar gelagert, dessen wirksame Flächen (6) als der Innenwand des Behälters dicht benachbarte Mitnehmer für die Mahlkörper ausgebildet sind.

**FIG. 1**



**EP 0 271 012 A2**

## Rührwerksmühle zum Mahlen von Pigmenten

## Beschreibung

**5** Die Erfindung betrifft eine Rührwerksmühle zum Mahlen, insbesondere zum Trockenmahlen von Pigmenten, mit einem zylindrischen Behälter, in dem sich Mahlkörper befinden und der mit einem Einlaß für das zu mahlende Gut und einem Auslaß für das gemahlene Gut versehen ist, und mit einem in der Achse des Behälters angeordneten, antreibbaren Rührer.

**10**

Es ist bekannt, daß durch Mahlung Pigmentrohwaren zerkleinert und teilweise in eine andere Kristallmodifikation überführt werden können.

Die so hergestellten Mahlprodukte werden dann vielfach einer zusätzlichen

**15** Lösungsmittelbehandlung unterzogen bzw. in lösungsmittelhaltige Bindemittelsysteme eingearbeitet, um in Druckfarben, Lacken und Kunststoffen Verwendung zu finden. Bei zahlreichen Pigmentrohwaren wird es durch Mahlung überhaupt erst möglich, sogenannte Pigmentqualitäten, d.h. Teilchen im Bereich von  $1\mu\text{m}$  und kleiner zu erreichen.

**20**

Bei der Mahlung von Pigmentrohwaren sind eine Vielzahl von Mühlen großtechnischer Art, wie Schwingmühle, Trommel- oder Rohrmühle in Gebrauch. Diese Mühlen werden mit einer hohen Volumenfüllung an Mahlkörpern von 50 % bis 90 % betrieben, so daß die 10- bis 40-fache

**25** Gewichtsmenge an Mahlkörpern im Verhältnis zur Mahlgutmenge bei der Mahlung bewegt werden muß.

Darüber hinaus werden im Labormaßstab zusätzlich Planetenkugel- bzw. Zentrifugalkugelmühlen für kleinere Versuchsmuster verwendet.

**30**

Bei den Planeten- und Zentrifugalkugelmühlen besteht zusätzlich die Notwendigkeit, das äußere Gehäuse des Mahlgefäßes, das zur Kühlung doppelwandig ausgelegt sein kann, in schnelle rotierende Bewegungen oder weithubige Schwingungen mittels exzentrischer Anordnungen zu versetzen.

**35** Die schnelle Bewegung großer träger Massen bringt aufgrund der auftretenden Belastungen und Kräfte auf die Lager und Antriebsgetriebe erhebliche Volumenbegrenzungen mit sich.

**40** Alle gebräuchlichen Mühlen haben weiterhin den großen Nachteil, daß die hineingesteckte Mahlenergie überwiegend zur Erwärmung von Mahlkörpern und Mahlgut verbraucht wird und nur zu einem geringen Teil der Zerkleinerungsarbeit der Pigmentrohware dient.

Die auftretende unvermeidliche Erwärmung des Mahlgutes wirkt vielfach der Zerkleinerung bzw. Phasenumwandlung entgegen, so daß bei zu hohen Temperaturen eine Rekristallisation und Vergrößerung des Mahlgutes eintritt. Die Tendenz steigender Mahltemperatur begrenzt den Wirkungsgrad  
5 der Mühlen und damit ihre Ausbeute. Besonders bei der Mahlung organischer Pigmente ist es oft wünschenswert, das Mahlgut in definierten Temperaturbereichen zu mahlen und eine obere Temperaturbegrenzung vorzunehmen, um eine Produktschädigung zu vermeiden.

10 Zusätzlich machen die bekannten Mühlen aufgrund ihrer Bau- und Betriebsweise, d.h. Bewegung großer Massen und Temperierung, hohe Investitionen erforderlich.

Es bestand daher die Aufgabe, eine Vorrichtung zum Mahlen, insbesondere  
15 zum Trockenmahlen von Pigmenten zu entwickeln, die diese Nachteile vermeidet und im Wirkungsgrad und in der Qualität des Mahlgutes den bekannten Mahlvorrichtungen überlegen ist.

Die Lösung der Aufgabe besteht in einer Rührwerksmühle der eingangs  
20 geschilderten Art, bei der die wirksamen Flächen des Rührers in Form von der Innenwand des Behälters dicht benachbarten Mitnehmern für die Mahlkörper ausgebildet sind.

In der nachfolgenden Beschreibung mehrerer, in der Zeichnung schematisch  
25 dargestellter Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Rührwerksmühle ist die Erfindung näher erläutert.

Es zeigen

30 Figur 1 eine vertikal angeordnete Rührwerksmühle im Längsschnitt, mit an Armen gehaltenen Rührflächen

Figur 2 a-c verschiedene Ausführungsformen von Rührwerken im Querschnitt

35 Figur 3 eine horizontal angeordnete Rührwerksmühle im Längsschnitt, mit einer käfigartigen Rührtrommel

Figur 4 eine horizontal angeordnete Rührwerksmühle im Längsschnitt, mit an versetzt angeordneten Armen gehaltenen Rührorganen.

40

Die Rührwerksmühle besteht im wesentlichen aus einem zylindrischen Behälter 1 (Figur 1), der mit einem Einlaß 2 für das zu mahlende Gut und mit einem verschließbaren Auslaß 3 für das gemahlene Gut ausgestattet ist,

und aus einem motorisch antreibbaren Rührer 4. Die an Armen 5 gehaltenen Rührflächen 6 des Rührers erstrecken sich dicht entlang der Innenwand des Behälters, so daß darin befindliche Mahlkörper 7 von den umlaufenden Rührflächen mitgenommen und entlang der Innenwand bewegt werden. Dadurch ist mit Hilfe von Heiz- bzw. Kühleinrichtungen 8, die an den Außenflächen des Behälters 1 angebracht sind, eine ständige Temperierung des Mahlgutes und der Mahlkörper möglich. Die Mahlarbeit findet zwischen den Mahlkörpern bzw. zwischen diesen und der Behälterwand statt. Die Heiz- bzw. Kühleinrichtungen können beispielsweise durch Rohrschlangen oder einen Zwischenraum bildenden Doppelmantel zum Durchfluß eines Heiz- oder Kühlmediums oder aber durch bekannte elektrische Heizeinrichtungen realisiert sein.

In Figur 2a-c sind verschiedene Ausführungsformen von Rührwerken im Querschnitt schematisch gezeigt. Dabei entspricht die Darstellung in Figur 2a der in Figur 1 gezeigten Mühle. Das Rührwerk nach Figur 2b weist eine Vielzahl von Rührarmen 5, 6 auf, die entlang der Rührerwelle 9 versetzt angeordnet sein können. Durch einen auf der Rührerwelle koaxial angeordneten Zylinder 10 kann, wie in Figur 2c gezeigt, der Innenraum des Behälters 1 als Ringraum 11 ausgebildet sein. Dies hat den Vorteil, daß auch eine Temperierung des Mahlraumes von innen erfolgen kann, wenn die Rührerwelle innen hohl und mit Zuleitungen für Temperierflüssigkeiten versehen ist.

Als Antrieb der Rührwerke dient gewöhnlich ein in der Drehzahl regelbarer Elektromotor, durch den das Rührwerk aus dem Stillstand langsam auf die gewünschte Enddrehzahl beschleunigt werden kann. Die Mahlkörper werden dabei infolge der Zentrifugalkräfte vom Boden des Behälters an dessen Innenwand bewegt und zerkleinern dabei auch gegeneinander rollend das zu mahlende Gut. Mit steigender Umdrehungszahl des wandnahen Rührers steigen die Mahlkörper durch gegenseitige Verdrängung bei vertikaler Anordnung der Rührerachse an der Innenwand teilweise nach oben, unter Mitführung von Mahlgut, so daß ein ständiger Austausch von gemahlenem und ungemahlenem Produkt erfolgen kann. Die Mahlkörper selbst haben aufgrund der erfindungsgemäßen Konstruktion des Rührwerkes die Möglichkeit, in der Anlaufphase der Mühle durch Überrollen der einzelnen Rührarme am Behälterboden sich gleichmäßig hinter die einzelnen Rührarme zu verteilen, so daß keine Unwucht bei vollem Betrieb der Mühle entstehen können, d.h. wenn die Mahlkörper von den einzelnen Armen des Rührers an der Innenfläche vor sich hergeschoben werden.

Es können aber auch, falls nötig, zwei in der Drehzahl regelbare Elektromotoren an den beiden Enden der Rührerwelle angebracht werden.

Die Rührwerksmühle kann auch geneigt oder horizontal betrieben werden. In diesem Falle ist es zweckmäßig, aber nicht unbedingt erforderlich, den Innenraum des Behälters über auf der Rührerzelle 9 radial angeordnete Metallsiebe oder Lochplatten 12 (Figur 2b) in einzelne Sektoren zu unterteilen, in die die Mahlkörper entsprechend der gewünschten Flächenbelegung der Behälterwand eingefüllt werden.

Eine weitere Ausgestaltung der Rührwerksmühle besteht darin, daß der Rührer aus einer käfigartigen Trommel 13 (Figur 3) besteht, die am Umfang achsparallele, dicht entlang der Behälterwand verlaufende, flächige Stege 14 aufweist.

Eine weitere Ausführungsform der Rührwerksmühle (Figur 4) besteht darin, daß der Rührer mehrere, entlang der Rührerwelle 9 und dem Behälterumfang versetzt angeordnete Arme 15 mit schaufelartigen Rührorganen 16 aufweist, deren Flächen zueinander auf Lücke stehen oder sich teilweise überlappen.

Die Mahlkörper werden mit steigender Drehzahl des Rührers durch die Zentrifugalkräfte auch bei horizontalem Betrieb der Mühle mittels der Schaufeln entlang der Behälterwand geführt, so daß eine gleichmäßige, intensive Mahlung ohne Auftreten von Unwuchterscheinungen gewährleistet ist.

Als Mahlkörper werden beispielsweise Mahlkugeln oder zylindrische Mahlkörper verwendet, deren Durchmesser mindestens doppelt so groß ist wie der Abstand des Rührblattes von der Innenwand des Behälters. Zweckmäßige Durchmesserbereiche sind 5 bis 80 mm, vorzugsweise von 10 bis 40 mm.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Rührwerksmühle liegen darin, daß durch das Rührwerk nur die Mahlkörper mit dem Mahlgut bewegt werden und der äußere temperierbare zylindrische Mantel ortsfest bleibt, so daß die eigentliche Mahlung immer im Bereich der temperier- und kühlbaren Wand erfolgt und eine Überhitzung des Mahlgutes vermieden wird.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die Mahlkörpermenge auf die teilweise bis vollständige Belegung der äußeren Zylinderfläche beschränkt bleibt und keine hohe Volumenfüllung mit Mahlkörpern notwendig ist wie bei den dem Stand der Technik entsprechenden Mühlen. Dies führt zu günstigen Gewichtsverhältnissen von Pigmentrohware zu Mahlkörpern etwa im Bereich von 1:6 bis 3:1, wobei überraschend festgestellt wurde, daß man mit größer werdendem Durchmesser der Vorrichtung für die gleiche Phasenumwandlungsrate der Kristallmodifikation mit einer relativ zum Mahlgut

abnehmenden Mahlkörpermenge auskommt, d.h. mit wachsender Mahlkörperzahl steigt der Wirkungsgrad der Mühle überproportional an. Die Volumenausnutzung ist bei der erfindungsgemäßen Mühle höher als bei den bekannten Vorrichtungen, wobei die Vergrößerung des gesamten Mahlvolumens weniger

**5** technische Probleme bereitet als bei den mit dem Behälter bewegten Zentrifugalmühlen.

Durch die zwangsweise Bewegung der Mahlkörper sind Probleme des Anschlagens oder Anbackens von Mahlgut an der Wand des Behälters besser zu er-

**10** kennen und zu überwinden als bei nur aufgrund ihrer Trägheitskräfte rollenden Mahlkörpern, die leichter anbacken und dann wirkungslos werden können.

Da das Mahlgut vielfach empfindlich auf Temperaturerhöhung reagiert,

**15** bietet die erfindungsgemäße Mühle die Möglichkeit, durch Vergrößerung des Durchmesser und/oder Länge des Behälters die für Produktionsanlagen notwendigen großen Kühl- und Temperierflächen zu erreichen, um Mahlgut in großen Mengen (bis zu einigen 100 kg) in einer Mühle zu mahlen und dabei die Produkttemperaturen weitgehend konstant zu halten.

**20**

Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, daß zum Anbacken neigende Mahlprodukte durch Außenkühlung dennoch mit hoher Mahlenergie, d.h. einer hohen Beschleunigung der Mahlkörper gemahlen werden können, welche bei den bekannten Mühlen nur durch Zusatz von Salz gemahlen werden können und

**25** damit den Durchsatz von Mahlgut durch diese Mühlen entsprechend verringern. Das zusätzliche Herauslösen dieser Salzfracht mit seinen Nachteilen für die Umwelt wird dadurch reduziert oder ganz vermieden.

Weiterhin ist von Vorteil, daß die Mahlprodukte nach Beendigung der

**30** Trockenmahlung durch Behandlung mit Lösungsmittel und gegebenenfalls Hilfsstoffen in der gleichen Mühle zu fertigen Pigmenten kristallisiert werden können, wobei die Mahlkörper eine Überkristallisation der Pigmente durch die auftretenden Scherkräfte vermeiden helfen.

**35** Ein weiterer, überraschender Unterschied zu den bisher technisch verwendeten Produktionsmühlen ist darin zu sehen, daß mit der erfindungsgemäßen Mühle bestimmte hochwertige Kristallmodifikationen spontan gemahlen werden können, die sonst nur über Umwege durch Mahlung erreicht werden, wie z.B. die sehr rotstichige Kristallmodifikation des  $\epsilon$ -Kupfer-

**40** phthalocyanins aus der  $\alpha$ - oder  $\beta$ -Modifikation als Ausgangssubstanz.

Zu den aufgeführten technischen Vorteilen kommt aufgrund der relativ einfachen Bauweise und der guten Volumenausnutzung ein erheblicher wirtschaftlicher Vorteil.

/i

## Patentansprüche

1. Rührwerksmühle zum Mahlen, insbesondere zum Trockenmahlen von Pigmenten, mit einem zylindrischen Behälter (1), in dem sich  
5 Mahlkörper (7) befinden und der mit einem Einlaß (2) für das zu mahlende Gut und einem Auslaß (3) für das gemahlene Gut versehen ist, und mit einem in der Achse des Behälters angeordneten, antreibbaren Rührer (4), dadurch gekennzeichnet, daß die wirksamen Flächen (6) des Rührers (4) in Form von der Innenwand des Behälters dicht benachbarten  
10 Mitnehmern für die Mahlkörper (7) ausgebildet sind.
2. Rührwerksmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Rührer mehrere, entlang der Rührerwelle (9) und dem Behälterumfang versetzt angeordnete, schaufelartige Rührorgane (10) aufweist, deren  
15 Rührflächen überlappend angeordnet sind.
3. Rührwerksmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Rührer aus einer käfigartigen Trommel (13) besteht, die am Umfang achsparallele, dicht entlang der Behälterwand (1) verlaufende,  
20 flächige Stege (14) aufweist.
4. Rührwerksmühle nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Rührer durch auf der Rührerwelle (9) radial angeordnete Sieb- oder Lochbleche (12) in Sektoren geteilt ist.  
25
5. Rührwerksmühle nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenraum des Behälters (1) durch einen auf der Rührerwelle (9) koaxial angeordneten Zylinder (10) ein Ringraum (11) ist.
- 30 6. Rührwerksmühle nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter (1) durch auf dessen Außenflächen angebrachte Heiz- bzw. Kühleinrichtungen (8) temperierbar ist.

35

40

FIG. 1

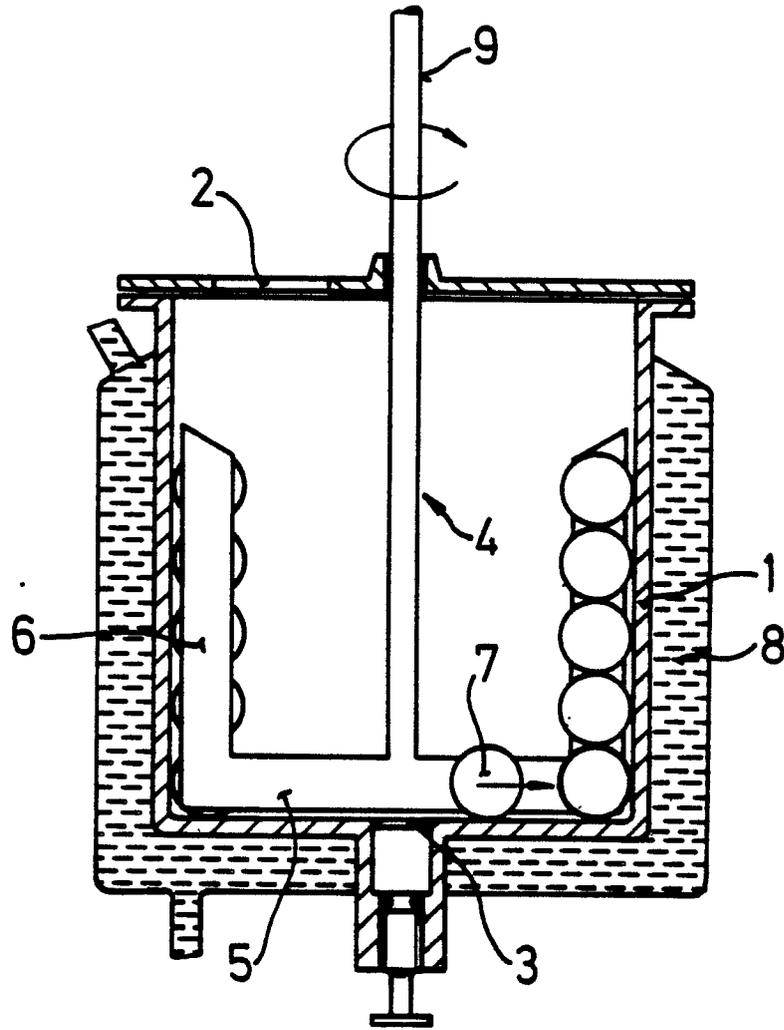


FIG. 2A

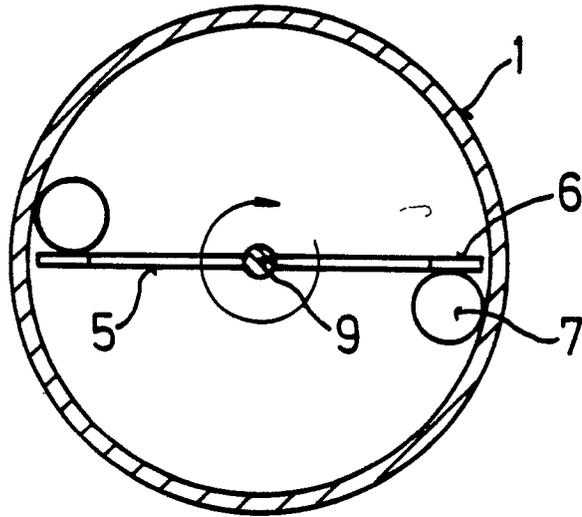


FIG. 2B

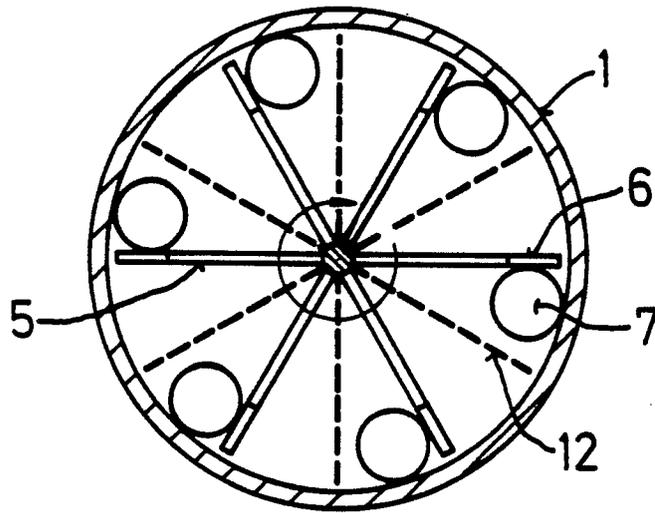


FIG. 2C

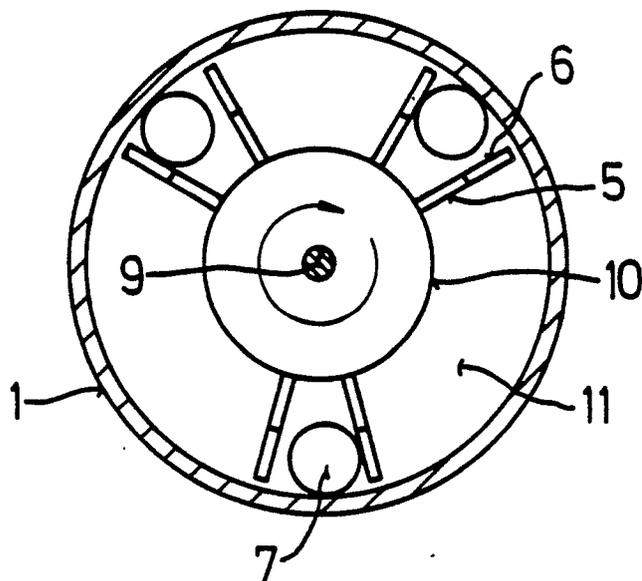


FIG. 3

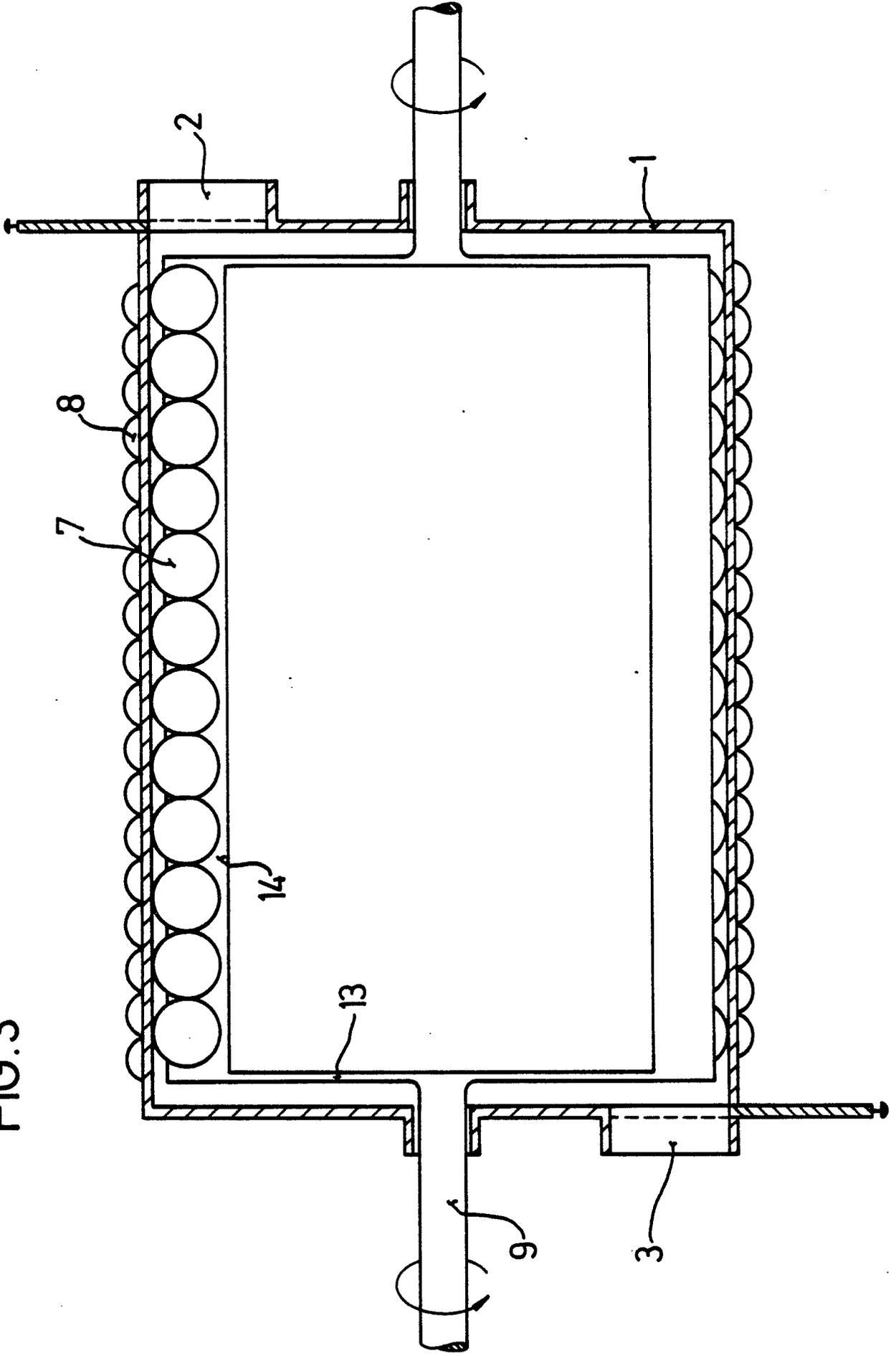


FIG.4

