

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 710 810 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
08.05.1996 Patentblatt 1996/19

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: F28B 9/08

(21) Anmeldenummer: 95116581.0

(22) Anmeldetag: 20.10.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
CH DE FR GB LI SE

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
D-80333 München (DE)

(30) Priorität: 02.11.1994 DE 4439130

(72) Erfinder: Veenhoff, Klaus-Bernd, Dipl.-Ing.  
D-91094 Langensendelbach (DE)

(54) **Verfahren zur Behandlung von Kondensat einer Dampfkraftanlage und danach arbeitende Anlage**

(57) Um bei einem Stillstand einer Dampfkraftanlage einen Gaseintrag in deren Kondensat (K) zu verhindern, wird erfindungsgemäß der Kondensatspiegel (16) bis zur Höhe einer im Kondensator (1) der Dampfkraftanlage angeordneten Abdeckeinrichtung (20) abgesenkt, wobei

mindestens während des Absenkens das Kondensatorvakuum aufrechterhalten ist. Das Kondensat (K) wird zwischengespeichert und nach Erzeugung des Kondensatorvakuums wieder in den Kondensator (1) zurückgeführt.

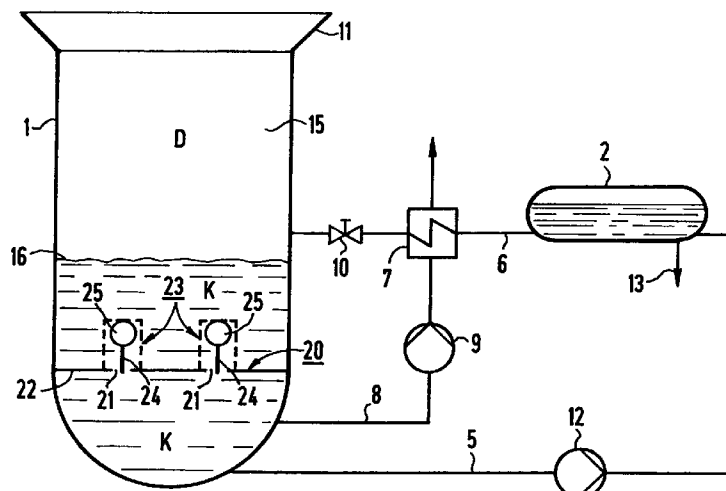


FIG 1

EP 0 710 810 A2

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Behandlung von Kondensat einer Dampfkraftanlage. Sie bezieht sich weiter auf eine danach arbeitende Anlage.

In einer Dampfkraftanlage wird der Wärmeinhalt eines heißen Gases oder Dampfes in eine andere, im allgemeinen elektrische Energieform umgewandelt, wobei z.B. ein geschlossener Wasser-Dampf-Kreislauf zur Energieumwandlung genutzt wird. Der Wärmeinhalt des heißen Gases oder Dampfes wird dabei zunächst benutzt, um in einem Verdampfer Wasser ganz oder teilweise zu verdampfen. Der so entstandene Dampf wird einer Dampfturbine zugeleitet, wo er entspannt und dabei Energie auf ein Generatorsystem überträgt. Der entspannte Dampf wird sodann einem Kondensator zugeführt. Im Kondensator kondensiert der Dampf zu Wasser. Das Wasser (Kondensat) wird dann erneut dem Verdampfer zugeführt, so daß ein geschlossener Kreislauf entsteht.

Für einen langfristigen, wartungsfreundlichen und kostengünstigen Betrieb einer derartigen Dampfkraftanlage ist eine Reinhaltung des Strömungsmediums, d.h. des Wasser/Dampf-Gemisches im Umlauf, erstrebenswert. Verunreinigungen des Strömungsmediums, insbesondere durch  $O_2$  oder  $CO_2$ , können zu Korrosion von Anlagenteilen, mechanischen Schaden oder auch zu Ablagerungen führen. Damit ist ein hoher Wartungs- und Reparaturaufwand verbunden und damit die Verfügbarkeit eingeschränkt. Aus diesem Grund erfolgt in der Regel der Umlauf des Strömungsmediums in einer Dampfkraftanlage in einem abgeschlossenen System, so daß ein zu Verunreinigungen führender Gaseintrag, beispielsweise aus der Umgebungsluft, in das Wasser/Dampf-Gemisch, insbesondere in das im Kondensator gebildete Kondensat, vermieden ist. Durch die sich beim Umlauf des Strömungsmediums einstellenden Verhältnisse steht dabei in der Regel das Volumen innerhalb des Kondensators oberhalb des Kondensatspiegels unter Unterdruck (Vakuum). Dieses Kondensatorvakuum kann auch durch zusätzliche Pumpen erzeugt oder aufrechterhalten werden. Während des Betriebs der Dampfkraftanlage wird durch den Kondensationsvorgang und das dadurch erzielte Vakuum erreicht, daß unerwünschter Gaseintrag in das Kondensat vermieden ist.

Je nach Betriebszustand der Dampfkraftanlage sind jedoch Situationen möglich, in denen bei einem Stillstand der Dampfkraftanlage das Kondensatorvakuum nicht aufrechterhalten werden kann. Dies sind zum einen jegliche innerhalb des Kondensators anfallenden Reparaturarbeiten, bei denen das Kondensatorvakuum bewußt gebrochen werden muß. Zum anderen kann aber auch ein Stillstand der Dampfkraftanlage, beispielsweise lediglich über Nacht, erforderlich sein, wobei das Kondensatorvakuum nicht aufrechterhalten sein kann. Je nach Bauart der Dampfkraftanlage und Betriebsweise können beispielsweise etwa 250 Nachtstillstände und mehr pro Betriebsjahr auftreten.

Nach einem Gaseintrag in das Kondensat ist eine aufwendige Kondensatentgasung notwendig. Dazu ist üblicherweise am Boden des Kondensators eine Auffangwanne vorgesehen. Auch kann durch geeignete Beheizung des Kondensats eine Ausgasung und Abführung der im Kondensat gelösten unerwünschten Gase erreicht, was eine Abführung der Gase ermöglicht.

Um bei Stillständen der Dampfkraftanlage einen Gaseintrag in das Kondensat und die damit verbundenen Nachteile, wie beispielsweise Korrosion, oder die Bildung von Ablagerungen, von vornherein zu vermeiden, ist es üblich, das Kondensatorvakuum durch Stopfbuchsbedampfung aus einem Hilfskessel aufrechtzuerhalten.

Alternativ ist es für eine Dampfkraftanlage mit einem eine Auffangwanne aufweisenden Kondensator und mit einer in der Auffangwanne angeordneten Heizvorrichtung aus der Druckschrift ASME Publication June 1-4, 1992, "Optimization of an Advanced Combined Cycle and its Application to the Yokohama Thermal Power Station No. 7 and No. 8 Groups" bekannt, Isolationsventile zwischen dem Kondensator und der Auffangwanne vorzusehen. Dadurch wird erreicht, daß der in der Auffangwanne befindliche Teil des Kondensats bei einem Bruch des Kondensatorvakuaums keinem Gaseintrag ausgesetzt ist. Auf diese Weise kann jedoch ein Gaseintrag in das Kondensat nur unter hohem Aufwand oder nur unvollständig vermieden werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Behandlung von Kondensat einer Dampfkraftanlage anzugeben, durch das mit einfachen Mitteln und kostengünstig ein Gaseintrag in das Kondensat vermieden ist, auch wenn das Kondensatorvakuum nicht dauerhaft aufrechterhalten ist. Dies soll mit einer besonders geeigneten Dampfkraftanlage erreicht werden.

Bezüglich des Verfahrens wird diese Aufgabe erfindungsgemäß gelöst, indem

- der Kondensatspiegel bis etwa zur Höhe einer in dem Kondensator angeordneten Abdeckeinrichtung abgesenkt wird, wobei mindestens während des Absenkens das Kondensatorvakuum aufrechterhalten ist,
- Kondensat zwischengespeichert wird, und
- das zwischengespeicherte Kondensat nach Erzeugung des Kondensatorvakuaums in den Kondensator zurückgeführt wird.

Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, daß nur durch Abschluß des Kondensats von einer Gasatmosphäre ein Gaseintrag in das Kondensat vermieden werden kann. Der vollständige Abschluß des Kondensats gegen die Gasatmosphäre kann erreicht werden, in dem der Kondensatspiegel bis etwa zur Höhe einer geeigneten Abdeckeinrichtung abgesenkt wird. Während des Absenkens ist zur Vermeidung von Gaseintrag das Kondensatorvakuum aufrechtzuerhalten. Das durch das Absenken aus dem Kondensator entnommene Kondensat wird unter Vermeidung von z.B. Lufteintritt zwi-

schengespeichert. In dieser Speicherphase kann das Kondensatorvakuum aufrechterhalten oder nicht aufrechterhalten sein. Somit sind in dieser Phase beispielsweise Reparaturarbeiten oder Wartungsarbeiten am Kondensator möglich. Ebenso ist damit Gaseintrag in das Kondensat bei einem Nachtstillstand der Dampfkraftanlage vermieden. Nachdem das Kondensatorvakuum aufgebaut oder wiederhergestellt ist, kann das zwischengespeicherte Kondensat, ebenfalls ohne Gaseintrag, in den Kondensator zurückgefördert werden.

Für einen Speisewasserbehälter aufweisende Dampfkraftanlage erweist es sich als vorteilhaft, das aus dem Kondensator entnommene Kondensat in den Speisewasserbehälter zu fördern und unter den im Speisewasserbehälter herrschenden Bedingungen zwischenzuspeichern. Somit ist es bei einer Dampfkraftanlage mit Speisewasserbehälter vorteilhafterweise nicht unbedingt notwendig, einen zusätzlichen Behälter zur Zwischenspeicherung des Kondensats bereitzustellen.

Bezüglich der Dampfkraftanlage mit einer Vorrichtung zur Behandlung von Kondensat wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß innerhalb des Kondensators eine Abdeckeinrichtung vorgesehen ist, mittels der bei einem Absenken des Kondensatspiegels das Kondensatorvolumen unterhalb der Abdeckeinrichtung vom Kondensatorvolumen oberhalb der Abdeckeinrichtung mindestens annähernd gasdicht abschließbar ist.

Sobald beim Absenken des Kondensatspiegels die Höhe der Abdeckeinrichtung vom Kondensatspiegel erreicht wird, schließt die Abdeckeinrichtung das Kondensat weitgehend und gasdicht ab. Nachdem das Kondensat gasdicht abgeschlossen ist, kann das Kondensatorvakuum gebrochen werden, ohne daß ein Gaseintrag in das Kondensat erfolgt. Nachdem das Kondensatorvakuum wieder hergestellt wurde, kann durch Zurückfördern des Kondensats in den Kondensator der Kondensatspiegel wieder angehoben werden, wobei die Abdeckeinrichtung wieder öffnet.

In einer weiteren zweckmäßiger Ausgestaltung ist in die Speisewasserzuführung ein Wärmetauscher zum Abkühlen des rückgeführten Kondensats geschaltet, in dem eine nutzbare Wärmemenge des rückgeführten Kondensats dem Kraftwerksprozeß zugeführt werden kann. Somit ist erreicht, daß eine nutzbare Wärmemenge des Kondensats nach dem Zurückfördern des Kondensats in den Kondensator, beispielsweise zur Kondensatvorwärmung, genutzt werden kann.

Die Speisewasserzuführung zum Zurückfördern des zwischengespeicherten Kondensats in den Kondensator kann am Kondensator unterhalb der Abdeckeinrichtung angeordnet sein. In zweckmäßiger Ausgestaltung ist die Speisewasserzuführung jedoch am Kondensator oberhalb der Abdeckeinrichtung angeordnet.

Die Abdeckeinrichtung kann auf verschiedene Weise realisiert sein, z.B. mittels Schwimmerkugeln. Zweckmäßigerweise umfaßt die Abdeckeinrichtung min-

destens ein Kugelschlußventil. Dadurch ist ein selbsttätiges Schließen der Abdeckeinrichtung beim Absenken des Kondensatspiegels in einfacher Weise erreicht.

Alternativ umfaßt die Abdeckeinrichtung mindestens eine Klappe. Dabei weist zweckmäßigerweise die oder jede Klappe Schwimmelemente auf, beispielsweise in Form eines in der Klappe enthaltenen Hohlraums. Somit ist bei einer Variation der Höhe des Kondensatspiegels ein selbsttätiges Öffnen und Schließen der Klappen gewährleistet.

Im geöffneten Zustand der Kugelschlußventile oder der Klappen der Abdeckeinrichtung ist ferner ein ungehinderter Kondensatfluß möglich, so daß die normalen Betriebsbedingungen der Dampfkraftanlagen nicht beeinträchtigt werden.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß durch den Einsatz der, vorzugsweise selbsttätigen, Abdeckeinrichtung im Kondensator ein Gaseintrag in das Kondensat einer Dampfkraftanlage in einfacher Art und Weise vermieden ist.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Figur 1 schematisch eine in einem Kondensator einer Dampfkraftanlage angeordnete Abdeckeinrichtung zur Behandlung von Kondensat, und

Figur 2 im Ausschnitt eine alternative Ausführungsform der Abdeckeinrichtung.

Einander entsprechende Teile sind in beiden Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Figur 1 zeigt einen Kondensator 1 und einen Speisewasserbehälter 2 einer nicht näher dargestellten Dampfkraftanlage. Der Kondensator 1 ist über eine Kondensatleitung 5 mit dem Speisewasserbehälter 2 verbunden. Zur Rückführung von Kondensat K ist eine Verbindungsleitung 6 zwischen dem Speisewasserbehälter 2 und dem Kondensator 1 vorgesehen. In der Verbindungsleitung 6 ist ein Wärmetauscher 7 primärseitig geschaltet, der sekundärseitig an eine Kondensatzuführungsleitung 8 zum Kessel der Dampfkraftanlage angeschlossen ist. In der Kondensatzuführungsleitung 8 ist eine erste Kondensatpumpe 9 geschaltet. Die Verbindungsleitung 6 ist mittels eines Ventils 10 absperrbar.

In einem nicht näher dargestellten Dampferzeugungsprozeß der Dampfkraftanlage entstandener Dampf D wird dem Kondensator 1 über eine Dampfzuführung 11 zugeleitet. Im Kondensator 1 kondensiert der Dampf D zu Wasser oder Kondensat K. Das Kondensat K wird mittels einer zweiten Kondensatpumpe 12 aus dem Kondensator 1 durch die Kondensatleitung 5 in den Speisewasserbehälter 2 gefördert. Aus dem Speisewasserbehälter 2 wird das Kondensat K über eine Speisewasserzuleitung 13 erneut dem Dampferzeugungsprozeß zugeführt. Das Volumen 15

des Kondensators 1 oberhalb eines Kondensatspiegels 16 steht dabei unter Unterdruck (Vakuum).

Innerhalb des Kondensators 1 ist eine Abdeckeinrichtung 20 vorgesehen. Die Abdeckeinrichtung 20 umfaßt eine mit mehreren Öffnungen 21 versehene Bodenplatte 22 sowie an den Öffnungen 21 angeordnete Schwimmerventile 23. Die Schwimmerventile 23 umfassen jeweils eine an einer mit der Bodenplatte 22 verbundenen Stange 24 geführte Kugel 25. Die Kugeln 25 weisen eine geringere Dichte auf als das Wasser W, so daß die Öffnungen 21 unverschlossen sind, falls der Kondensatspiegel 16 sich oberhalb der Bodenplatte 22 befindet. Dabei ist in diesem Fall ein ungehinderter Durchfluß des Kondensats durch die Öffnungen 21 gewährleistet.

In einer alternativen Ausführungsform gemäß Figur 2 umfaßt die Abdeckeinrichtung 20 eine mit mehreren Öffnungen 31 versehene Bodenplatte 32 sowie an den Öffnungen 31 angeordnete Klappen 33. Die Klappen 33 weisen jeweils mindestens ein Schwimmelement 34 auf. Die Schwimmelemente 34 bestehen im Ausführungsbeispiel aus in den Klappen 33 angeordneten Hohlräumen. Alternativ können die Schwimmelemente 34 aber auch an den Klappen 33 angeordnete Elemente aus Material mit im Vergleich zum Kondensat K niedrigerer Dichte sein. Somit sind auch in dieser Ausführungsform die Öffnungen 31 unverschlossen, falls der Kondensatspiegel 16 sich oberhalb der Bodenplatte 32 befindet.

Bei einem Stillstand der Dampfkraftanlage wird kondensiertes Wasser K mittels der Kondensatpumpe 12 durch die Kondensatleitung 5 in den Speisewasserbehälter 2 gefördert. Bei einem Absenken des Kondensatspiegels 16 bis zur Höhe der Bodenplatte 22 oder 32 verschließen die Kugeln 25 bzw. die Klappen 33 die Öffnungen 21 bzw. 31 mindestens annähernd gasdicht. Nach dem Absenken des Kondensatspiegels 16 und dem Schließen der Schwimmerventile 23 oder der Klappen 33 kann das im Volumen 15 herrschende Vakuum gebrochen werden, ohne daß ein Gaseintrag in das sich unterhalb der Bodenplatte 22 bzw. 32 ansammelnde Kondensat erfolgt. In diesem Zustand können am Kondensator 1 beispielsweise Wartungs- oder Reparaturarbeiten vorgenommen werden, ohne daß ein Gaseintrag in das im Speisewasserbehälter 2 zwischengespeicherte Kondensat K auftritt.

Nach einer Wiederherstellung des Vakuums im Volumen 15 des Kondensators 1 wird das Kondensat K mittels der Speisewasserzuführung 6 aus dem Speisewasserbehälter 2 in den Kondensator 1 zurückgefördert. Die Speisewasserzuführung 6 ist dabei oberhalb der Bodenplatte 22 oder 32 angeordnet.

Bei der Zurückführung in den Kondensator 1 wird nutzbare Wärme des im Speisewasserbehälter 2 zwischengespeicherten Kondensats K im Wärmetauscher 7 auf dem Kessel der Dampfkraftanlage zugeführtes Kondensat K' übertragen und somit dem Dampferzeugungsprozeß zugeführt.

## Patentansprüche

- Verfahren zur Behandlung von Kondensat einer Dampfkraftwerksanlage, bei dem
  - der Kondensatspiegel (15) bis etwa zur Höhe einer in einem Kondensator (1) angeordneten Abdeckeinrichtung (20) abgesenkt wird, wobei mindestens während des Absenkens das Kondensatorvakuum aufrechterhalten ist,
  - das Kondensat (K) zwischengespeichert wird, und
  - das zwischengespeicherte Kondensat (K) nach Erzeugung des Kondensatorvakuums in den Kondensator (1) zurückgefördert wird.
- Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Dampfkraftanlage einen Speisewasserbehälter (2) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das aus dem Kondensator (1) entnommene Kondensat (K) in den Speisewasserbehälter (2) gefördert wird.
- Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das rückgeführte Kondensat (K) abgekühlt wird.
- Vorrichtung zur Behandlung von Kondensat einer Dampfkraftanlage, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **gekennzeichnet durch** eine innerhalb eines Kondensators (1) angeordnete Abdeckeinrichtung (20), mittels der bei einem Absenken des Kondensatspiegels (15) das Kondensatorvolumen unterhalb der Abdeckeinrichtung (20) vom Kondensatorvolumen (16) oberhalb der Abdeckeinrichtung (20) mindestens annähernd gasdicht abschließbar ist.
- Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß in eine am Kondensator (1) angeordneten Speisewasserzuführung (6) ein Wärmetauscher (7) geschaltet ist.
- Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Speisewasserzuführung (6) am Kondensator (1) oberhalb der Abdeckeinrichtung (20) angeordnet ist.
- Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abdeckeinrichtung (20) mindestens ein Schwimmerventil (23) umfaßt.
- Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abdeckeinrichtung (20) mindestens eine Klappe (33) umfaßt.
- Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die oder jede Klappe (33) ein Schwimmelement (34) umfaßt.

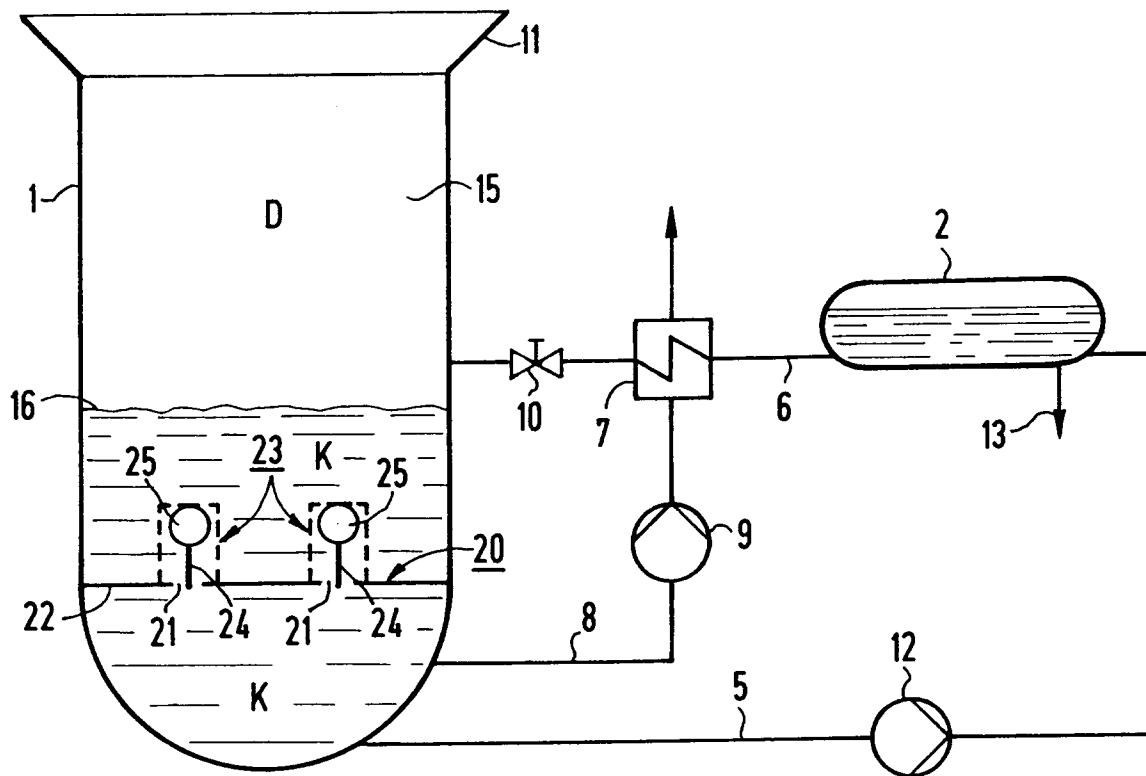


FIG 1

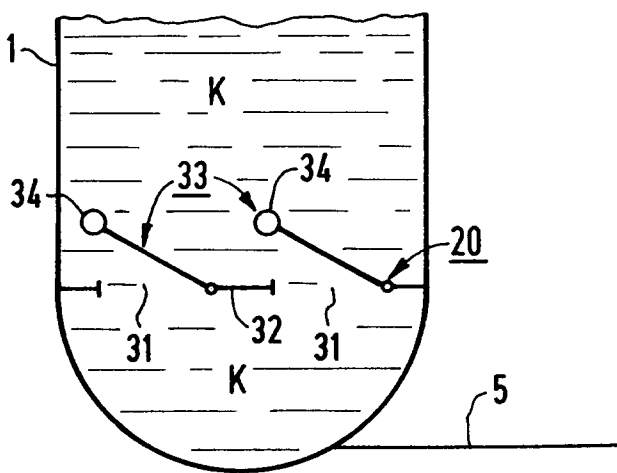


FIG 2