(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 28 634 T2** 2007.05.31

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 038 839 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 28 634.7**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 105 741.3**
(96) Europäischer Anmeldetag: **17.03.2000**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.09.2000**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **14.06.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **31.05.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***C02F 1/70*** (2006.01)
F28F 19/00 (2006.01)
C02F 5/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

7509299	**19.03.1999**	**JP**
33966599	**30.11.1999**	**JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Organo Corp., Tokio/Tokyo, JP; Kurita Water Industries, Ltd., Tokio/Tokyo, JP; Nomura Micro Science Co. Ltd., Atsugi, Kanagawa, JP; Ohmi, Tadahiro, Sendai, Miyagi, JP; Hitachi Plant Technologies, Ltd., Tokio, JP; Kabushiki Kaisha Kumagaigumi, Fukui, JP; Taisei Corp., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Grosse, Bockhorni, Schumacher, 81476 München

(72) Erfinder:
Imaoka, c/o Organo Corporation, Takashi, Tokyo 136-8641, JP; Hiroshi, c/o Kurita Water Industries Ltd., Morita, Tokyo 106-8383, JP; Sugiyama, c/o Nomura Micro Science Co., Isamu, Atsugi-city, Kanagawa 243-0021, JP; Tadahiro, Ohmi, Sendai-shi, Miyagi-ken 980-0813, JP; Hirayama, c/o Dep. of Elec. Fac. of Eng., Masaki, Sendai-shi, Miyagi-ken 980-8579, JP

(54) Bezeichnung: **Verwendung von reduktivem Wasser in Wärmetauschersystemen**

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 eingelegt, 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

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die Erfindung betrifft Wärmetauscherwasser und ein Wärmetauschersystem zum Durchführen eines Wärmetauschvorgangs bezüglich eines Wärmetauscherobjektes wie beispielsweise einer Maschinenanlage, Luft oder Flüssigkeit.

2. BESCHREIBUNG DES TECHNISCHEN HINTERGRUNDES

[0002] Wärmetauscher zum Kühlen von Wärmetauscherobjekten, wie beispielsweise einer Maschinenanlage, Luft oder Flüssigkeit werden verbreitet in Fabriken und Laboren auf vielen Gebieten verwendet. Herkömmlicherweise wird in diesen Wärmetauschern Wasser wie beispielsweise Stadtwasser oder Industriewasser als Wärmemedium zum Durchführen eines Wärmetauschvorgangs verwendet, da Wasser sicher in der Handhabung und billig ist, und sich aufgrund seiner großen spezifischen Wärmekapazität und hohen Wärmeübertragungsrate als Wärmemedium eignet.

[0003] Herkömmliche Systeme zur Zuführung des Wärmemediums, insbesondere des Wärmetauscherwassers, sind konfiguriert wie beispielsweise in Fig. 11 dargestellt. Insbesondere wird das Wärmetauscherwasser durch eine Umwälzpumpe **51** zu einem Kühler **52** transportiert, der das Wärmetauscherwasser unter Verwendung des Wassers **521** kühlt. Das Wärmetauscherwasser wird in diesem Kühler gekühlt. Das Wärmetauscherwasser wird hier nachfolgend manchmal als Kühlwasser bezeichnet. Anschließend wird das gekühlte Wärmetauscherwasser (Kühlwasser) zu einer Kühlvorrichtung **57** weitergeleitet und zum Kühlen eines Wärmetauscherobjektes **571** verwendet, das die Kühlvorrichtung **57** passiert. Das Wärmetauscherwasser wird, nachdem es zum Kühlen verwendet wurde, zurück zur Einlassseite der Umwälzpumpe **51** geleitet, und zwar durch die Rohrleitung **54**, die mit dieser verbunden ist und ein Zirkulationssystem bildet. Wenn die Qualität des in diesem Zirkulationssystem befindlichen Wärmetauscherwassers nachlässt, wird das Wasser teilweise oder vollständig durch ein Ablassrohr **56** abgelassen. Dann wird dem Zirkulationssystem Nachfüllwasser zugeführt, nachdem dieses in der Vorbehandlungsvorrichtung **59** behandelt wurde.

[0004] Wärmetauscher, die herkömmliches Wasser als Wärmemedium verwenden, haben die folgenden Nachteile.

(1) Wasser, das als Wärmetauscherwasser verwendet wird, enthält gelösten Sauerstoff oder Oxidationsmittel, wie beispielsweise hypochlorige Säure und Natriumhypochlorid, die in diesem zur Sterilisierung gelöst sind. Durch die oxidierenden Effekte dieser Bestandteile erfolgt eine Oxidation der Metallmaterialien, die im Wasserzuführungsrohrsystem und der Flüssig-Seite des Wärmetauschers verwendet werden. Als Ergebnis werden (i) Oxidfilme oder, im schwerwiegenderen Fall, geschwulstartige Vorsprünge auf der Flüssig-Seite ausgebildet. Dies beeinträchtigt stark den Wärmeaustauschwirkungsgrad und vergrößert den Widerstand im Rohrleitungssystem (Wärmetauschersystem), so dass das Fließen einer spezifizierten Menge an Wärmetauscherwasser behindert wird. Außerdem wird (ii) die Dicke der Flüssig-Seite des Metalls durch Oxidation und Auflösung verringert. Die mechanische Festigkeit dieser Bauelemente geht dadurch verloren, wodurch möglicherweise Bauelemente bedingt wird, was zu einem Auslaufen von Wäreinen Bruch der metauscherwasser führt. Außerdem treten (iii) Probleme im Wärmetauschersystem wie beispielsweise ein Zusetzen von Filtern auf, bedingt durch die Erzeugung von sogenanntem "rostigen Wasser" und einer Zunahme der Verwirbelung, die durch korrosionsbedingtes Abplatzen von Metallfragmenten bedingt ist.

(2) Um die zuvor beschriebenen Probleme zu lösen, sind häufig Anlagen zum Zusetzen von Chemikalien wie beispielsweise Rosthemmern vorgesehen. Es muss daher fortwährend ein Einkauf und eine Lagerung dieser Chemikalien erfolgen, was zu Kosten sowohl für den Einkauf als auch für den Lagerraum führt. Beim Ablassen Rosthemmer enthaltenden Wäreines metauscherwassers müssen Maßnahmen ergriffen werden, um Umweltbelastungen zu minimieren, die durch das Ablassen von derartigem Wasser verursacht werden.

(3) Die Konzentration von gelöstem Sauerstoff kann durch Entgasen des Wärmetauscherwassers verringert werden, um eine Oxidation durch gelösten Sauerstoff zu verhindern. Jedoch kann eine Oxidation und Korrosion der Metallmaterialien durch einfaches Verringern der Sauerstofflösung nicht in ausreichender Weise vermieden werden.

(4) Es gibt Fälle, bei denen Algen und Mikroorganismen im Wärmetauschersystem wachsen, wodurch biologische Filme auf der Flüssig-Seite ausgebildet werden. Dies kann eine Verminderung des Wärmetauschwirkungsgrades und eine Erhöhung des Widerstandes im Inneren der Rohre hervorrufen. Chemikalien wie beispielsweise Germizide müssen dann zugesetzt werden, was, wie beim zuvor erwähnten Punkt

(2), vergrößerte Kosten und Umweltprobleme nach sich zieht.
(5) Der Durchsatz des im Wärmetauscher zirkulierenden Wärmetauscherwassers ist für gewöhnlich auf einen Wert festgelegt, der einen (Sicherheits)-Spielraum enthält, derart, dass das Wärmetauscherobjekt auf eine Temperatur unterhalb einer vorbestimmten Temperatur gekühlt werden kann, sogar wenn das Objekt die maximale Wärmelast erzeugt. Der Durchsatz wird für separate Objekte nicht individuell gesteuert. Ungeachtet der Tatsache, dass das Wärmeabstrahl-Lastausmaß in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen stark variiert und dass keine Wärme erzeugt wird, wenn der Betrieb der Anlage gestoppt ist, ist es bei herkömmlichen Systemen typisch, dass das Wärmetauscherwasser dauernd mit einem Durchsatz zirkuliert, der gemäß der maximalen Wärmeabstrahllast festgelegt ist. Mit anderen Worten kann es vorkommen, dass in Abhängigkeit von der Betriebssituation der überwiegende Teil des Wärmetauscherwasser unnötig und vergeudend zirkuliert. Weiter liegt, Zuführtemperatur des Wärwährend die metauscherwassers für gewöhnlich auf Raumtemperatur liegt, die Austrittstemperatur ungefähr 5°C höher als die Zuführtemperatur. Da es erforderlich ist, den Unterschied zwischen der Zufuhr- und Austrittstemperatur des Wärmetauscherwassers zu minimieren, wird in herkömmlichen Systemen im Moment ein großer Durchsatz an Wärmetauscherwasser verwendet. Aus diesen Gründen muss in Fabriken, die viele einen Wärmetauschvorgang erfordernde Anlagen haben, ein Wärmetauschersystem vorgesehen sein, in dem das Wärmetauscherwasser mit einem extrem hohen Durchsatz zirkuliert. Um ein Wärmetauscherwasser mit einem hohen Durchsatz umzuwälzen, muss die Zirkulationsleitung für das Wärmetauscherwasser sehr groß ausgelegt sein, um den Fluidwiderstand der Rohrleitung zu verringern, jedoch innerhalb gewisser Grenzen. Als Gegenstück dazu wird typischerweise der Kompressionsdruck der Kompressionspumpe erhöht. Jedoch nimmt der Energieverbrauch der Kompressionspumpe proportional zur Pumpenausstoßmenge und der Anzahl der installierten Pumpen zu. Demgemäß treten Probleme wie beispielsweise hohe Kosten und ein großer Einbauraum, der von Pumpen hoher Kapazität und Rohrleitungen großer Durchmesser benötigt wird, sowie die durch große Pumpen bedingte Vibrationen auf. Außerdem kann der Einfluss auf die Umwelt bei einem Ablassen einer großen Menge an Wärmetauscherwasser sicherlich nicht vernachlässigt werden. Wie zuvor beschrieben, standen ein Wärmetauscherwasser und ein Zuführsystem für das Wasser, die umweltfreundlich sind und einen stabilen Kühleffekt mit hohem Wirkungsgrad für einen langen Zeitraum aufrechterhalten können, herkömmlicherweise nicht zur Verfügung.

INHALT DER ERFINDUNG

[0005] Der Zweck der Erfindung besteht darin, ein Wärmetauscherwasser bereitzustellen, das eine Oxidation und eine Beeinträchtigung von Metallmaterialien verhindert, die in Rohren für das Zuführen/Umwälzen des Wärmetauscherwassers oder auf der Flüssig-Seite des Wärmetauschers verwendet werden. Das Wärmetauscherwasser sollte auch ein Wachstum von Algen und Mikroorganismen unterdrücken und nachteilige Effekte für die Umwelt beseitigen. Ein weiterer Zweck der Erfindung besteht darin, ein einfaches Wärmetauschersystem bereitzustellen, das bei bestehenden Systemen nachgerüstet werden kann und das eine Kostenerhöhung minimiert. Ein weiterer Zweck der Erfindung besteht darin, ein Steuern auf eine optimale Temperatur durchzuführen, und zwar durch ein Anpassen des Durchsatzes des Wärmetauscherwassers, um einen niedrigeren Durchsatz und einen geringeren Druck des Wärmetauscherwassers zu erzielen, so dass der Installationsraum und durch die Pumpe bedingte Vibrationen verringert werden und ein Wärmetauschersystem erzielt wird, das eine Kostenerhöhung minimiert.

[0006] Gemäß der Erfindung wird in einem Wärmetauscher zum Kühlen eines Wärmetauscherobjektes, wie beispielsweise einer Maschinenanlage, Luft oder Flüssigkeit, ein reduzierendes Wärmetauscherwasser, das, bestimmt auf Basis einer Standardwasserstoffelektrode, ein negatives Redoxpotential hat, als Wärmetauscherwasser zum Durchführen eines Wärmetauschvorgangs mit dem Wärmetauscherobjekt verwendet.

[0007] Gemäß dem zuvor Erwähnten kann eine Oxidation und eine Beeinträchtigung der Metallmaterialien, die in den Rohren zum Zuführen/Umwälzen des Wärmetauscherwassers oder auf der Flüssig-Seite des Wärmetauschers verwendet werden, verhindert werden. Ein Wachstum von Algen und Mikroorganismen kann unterdrückt werden und eine Beeinträchtigung der Umwelt kann verringert werden. Weiter wird, da das reduzierende Wasser beispielsweise durch Zusetzen von Wasserstoffgas zum Wasser erzielt werden kann, ein einfaches Wärmetauschersystem vorgesehen, das bei bestehenden Systemen nachgerüstet werden kann und das eine Kostenerhöhung minimiert. Es sei angemerkt, dass nicht nur Wasserstoffgas verwendet werden kann, sondern auch andere reduzierende Mittel.

[0008] Außerdem kann durch Steuern des Durchsatzes des Wärmetauscherwassers (Kühlwasser), das im Wärmetauscher (Kühlvorrichtung) zum Kühlen des Wärmetauscherobjektes zirkuliert, die Temperatur des Kühlwassers auf eine angestrebte Temperatur gesteuert werden. Auf diese Weise kann das in der Kühlvorrich-

tung zirkulierende Kühlwasser auf den beabsichtigten Zweck bestmöglich "zugeschnitten" werden, was einen effizienten Wärmetauschvorgang mit dem Wärmetauscherobjekt ermöglicht. Eine derartige Anordnung trägt zur Kostenverminderung bei.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0009] Fig. 1 stellt ein Wärmetauschersystem gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung dar;

[0010] Fig. 2 zeigt ein Wärmetauschersystem gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;

[0011] Fig. 3 zeigt ein Wärmetauschersystem gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung;

[0012] Fig. 4 ist ein Graph, welcher die Beziehung zwischen der Konzentration des gelösten Wasserstoffes und dem Standard-Redoxpotential zeigt;

[0013] Fig. 5 zeigt ein Wärmetauschersystem gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung;

[0014] Fig. 6 zeigt ein Wärmetauschersystem gemäß einer fünften Ausführungsform der Erfindung;

[0015] Fig. 7 zeigt ein Wärmetauschersystem gemäß einer sechsten Ausführungsform der Erfindung;

[0016] Fig. 8 zeigt ein Wärmetauschersystemn gemäß einer siebten Ausführungsform der Erfindung;

[0017] Fig. 9 zeigt ein Wärmetauschersystem gemäß einer achten Ausführungsform der Erfindung;

[0018] Fig. 10 zeigt ein Wärmetauschersystem gemäß einer neunten Ausführungsform der Erfindung;

[0019] Fig. 11 stellt ein herkömmliches Wärmetauschersystem dar.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0020] Bei der Erfindung kann es sich beim Wärmetauscher, welcher einen Wärmetauschvorgang zwischen einem Wärmetauscherobjekt (beispielsweise einer Maschinenanlage, Luft oder Flüssigkeit) und dem Wärmetauscherwasser oder Kühlwasser durchführt, um eine Kühlvorrichtung zum Kühlen oder eine Heizvorrichtung zum Heizen des Wärmetauscherobjektes in verschiedenen Fabriken und Laboren handeln. Vorzugsweise handelt es sich beim Wärmetauscher gemäß der Erfindung um eine Kühlvorrichtung für ein Kühlanlage zum Fertigen von elektronischen Bauelementen wie beispielsweise Halbleiterbauelementen und Flüssigkristallanzeigen.

[0021] Das Wärmetauscherwasser der Erfindung ist lediglich durch das Merkmal eingeschränkt, dass es ein reduzierendes Wasser ist, das, bei einer Bestimmung unter Verwendung einer Standardwasserstoffelektrode, ein Standard-Redoxpotential hat, das Null oder negativ ist. Das Wärmetauscherwasser kann ohne Einschränkungen Wasser sein, in dem Wasserstoff gelöst ist, oder Wasser, das, abgesehen von Wasserstoffgas, eine geringe Menge an gelöstem Reduktionsmittel wie beispielsweise Natriumsulfid und Natriumwasserstoffsulfid hat. Gelösten Wasserstoff enthaltendes Wasser wird bevorzugt, da das Standard-Redoxpotential durch Lösen einer geringen Menge an Wasserstoff im Wasser leicht gesteuert werden kann, und da Wasserstoff im Vergleich zu anderen Reduktionsmitteln eine geringere Umweltbelastung aufweist. Bei dem Wasser, in dem das Reduktionsmittel gelöst wird, kann es sich um ein beliebiges der folgenden, und zwar Leitungswasser, Flusswasser, Industriewasser, gefiltertes Wasser, das durch Entfernen von Partikeln und Oxidationsmitteln, wie beispielsweise hypochloriger Säure und Natriumhypochlorid, aus diesen Wassern erhalten wird, und entionisiertes Wasser handeln, das dadurch erhalten wird, dass diese Wasser in Wasserreinigungsanlagen behandelt werden, um ionische und nicht-ionische Substanzen zu beseitigen. Es ist zu bevorzugen, entionisiertes Wasser zu verwenden, um eine Systemverunreinigung zu verhindern, insbesondere wenn das Wasser als Wärmetauscherwasser in einer Anlage zur Herstellung von elektronischen Bauelementen verwendet wird. Weiter wird als Wasser zum Lösen des Reduktionsmittels vorzugsweise entgastes Wasser verwendet. Ein beliebiges bekanntes Verfahren kann zur Durchführung der Entgasung verwendet werden. Der bevorzugte Pegel des Standard-Redoxpotentials des reduzierenden Wassers beträgt bei einer Bestimmung unter Verwendung der Standard-Wasserstoffelektrode –0,3 V oder weniger. Das reduzierende Wasser kann ohne Weiteres auf ein angestrebtes Standard-Redoxpotential gesteuert werden, indem eine geeignete Menge an Wasserstoff in Wasser gelöst wird, und zwar ungeachtet der Konzentration des im reduzierenden Wasser gelösten Sauerstoffs.

[0022] Gelösten Wasserstoff enthaltendes Wasser kann dadurch erzielt werden, dass in Wasser Wasserstoffgas gelöst wird, das in einem Gaszylinder aufbewahrt wird oder durch eine Elektrolyse von Wasser erzeugt wird. Insbesondere erfolgt ein Lösen von Wasserstoffgas in Wasser so, dass die Konzentration des gelösten Wasserstoffs in Wasser von 25°C von 1 atm auf einem Wert von 0,1 mg/l oder höher liegt, vorzugsweise bei 0,2 bis 1,5 mg/l. Die Konzentration des gelösten Sauerstoffs im Wasser, das zum Lösen von Wasserstoff verwendet wird, wird vorzugsweise vorab auf einen Wert von 3 mg/l oder weniger abgesenkt, und stärker bevorzugt auf 0,1 mg/l oder weniger, und zwar unter Verwendung einer bekannten Entgasungsvorrichtung. Das Verfahren zur Messung der Konzentration an gelöstem Wasserstoff und gelöstem Sauerstoff im Wasser ist nicht auf irgendein spezielles Verfahren eingeschränkt. Beispielsweise erfolgt die Messung der Konzentration von gelöstem Wasserstoff und gelöstem Sauerstoff in entionisiertem Wasser vorzugsweise unter Verwendung von Membranelektroden. Fig. 4 stellt die Beziehung zwischen der Konzentration des gelösten Wasserstoffes und dem Standard-Redoxpotential unter Verwendung der Konzentration des gelösten Sauerstoffs als Parameter dar. Wie zu ersehen ist, kann, falls die Konzentration des gelösten Sauerstoffs 3 mg/l beträgt, das Standard-Redoxpotential des Wassers nicht zuverlässig auf einem negativen Wert gehalten werden, wenn die Konzentration des gelösten Wasserstoffs unterhalb ungefähr 0,2 mg/l liegt.

[0023] Die folgenden Verfahren können ohne Einschränkung verwendet werden, um Wasserstoffgas im Wasser zu lösen: ein Verfahren, bei dem Wasserstoffgas mittels eines gasdurchlässigen Films in Wasser eingespritzt wird; ein Verfahren, bei dem Wasserstoffgas direkt in die Rohrleitung "eingesprudelt" wird; ein Verfahren, bei dem eine Verteilungseinrichtung wie beispielsweise eine statische Mischeinrichtung verwendet wird, nachdem Wasserstoffgas eingespritzt wurde; ein Verfahren, bei dem Wasserstoffgas von außen her eingebracht wird, wie beispielsweise Einbringen von Wasserstoffgas in die Einströmseite einer Pumpe, die einem Gaslösungstank ultrareines Wasser zuführt, und Ermöglichen, dass sich Wasserstoffgas durch den in der Pumpe auftretenden Mischeffekt löst; und ein Verfahren, bei dem ultrareines Wasser einer Elektrolysebehandlung unterzogen wird und von der Kathodenseite das reduzierende Wasser erhalten wird, das gelöstes Wasserstoffgas enthält.

[0024] Bezug nehmend auf Fig. 1 wird nachfolgend ein Wärmetauschersystem gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung beschrieben. Fig. 1 ist ein Diagramm, welches ein Beispiel der Ausführungsform zeigt. Das Wärmetauschersystem **10a** beinhaltet eine Umwälzpumpe **1**, einen Kühler **2** für reduzierendes Wasser, eine Entgasungseinrichtung **9**, eine Reduktionswasser-Bereitungseinrichtung **3**, und eine Kühlvorrichtung **7**, welche ein Wärmetauscherobjekt **71** kühlt. Diese Bestandteile sind durch eine Rohrleitung **4** verbunden und bilden ein im Wesentlichen dicht abgeschlossenes Zirkulationssystem. "Im Wesentlichen dicht verschlossen" bezieht sich auf einen Zustand, bei dem eine Leckage auf einem Niveau zulässig ist, der einen effizienten Betrieb des vorliegenden Zuführsystems nicht behindert. Eine Zuführrohrleitung **81**, welche vom Äußeren des Zirkulationssystems Nachfüllwasser zuführt, das in einer Vorbehandlungseinrichtung **61** behandelt wurde, ist mit der Einlassseite der Umwälzpumpe **1** verbunden. Eine Ablassrohrleitung **72** zum teilweisen oder vollständigen Ablassen von im Kreislaufsystem befindlichen zirkulierenden Wasser zum Systemäußeren ist in Strömungsrichtung vor der Zuführrohrleitung **81** angeschlossen. Ein wärmeisolierendes Material **73** ist um die Rohrleitung **4** herum angeordnet. Das Wärmeisolationsmaterial **73** verhindert einen Anstieg der Temperatur des Kreislaufwassers (Kühlwassers), der durch den Einfluss der Umgebungstemperatur bedingt ist, was einen effizienteren Betrieb ermöglicht.

[0025] Die Vorbehandlungsvorrichtung **61** behandelt das Nachfüllwasser, bevor es dem Zirkulationssystem zugeführt wird. Das Behandlungsverfahren hängt vom Typ des Nachfüllwassers ab, kann jedoch, ohne Einschränkung, durch einen Unit-Prozess erfolgen, beispielsweise Aktivkohleadsorption, Koagulation, Membrantrennung, Ionentausch und Entgasung, oder durch eine Vorrichtung, welche diese Unit-Prozesse kombiniert. Mittels der Vorbehandlungsvorrichtung **61** kann das Nachfüllwasser wie beispielsweise gefiltertes Wasser oder entionisiertes Wasser erzielt werden. Die Reduktionswasserkühler **2** kann von einem beliebigen Typ sein, der die Temperatur des Wärmetauscherwassers von 30 bis 40°C auf ca. 10°C am Kühleraustritt herunterkühlen kann. Der Kühler **2** kann ohne Einschränkung ein Anlagenteil wie beispielsweise einen Wärmetauscher, einen Kühlturm und einen Kältekompressor, oder eine Vorrichtung beinhalten, welche den Kühlvorgang durch Kombinieren derartiger Anlagenteile durchführt. Unter Verwendung der Reduktionswasserkühlers **2** kann ein Wärmetauscherwasser bei einer Temperatur von ca. 10°C erzielt werden. Das Kühlmittel der Reduktionswasserkühlers **2** kann beispielsweise Wasser oder Luft sein. Das Wärmetauscherobjekt **71**, das in der Kühlvorrichtung **7** gekühlt werden soll, kann beispielsweise ein Wärmeabstrahlabschnitt einer Halbleiterfertigungsvorrichtung sein.

[0026] Die Reduktionswasser-Bereitungsvorrichtung **3** besteht aus einem Wasserstoffgas-Lösungstank **32** und einer Wasserstoffgas-Erzeugungseinrichtung **31**. Eine Redoxpotential-Messeinrichtung **5** und eine Ein-

richtung **6** zur Messung der Konzentration des gelösten Wasserstoffes sind mit der Rohrleitung zwischen der Reduktionswasser-Bereitungsvorrichtung **3** und der Kühlvorrichtung **7** verbunden. Diese Messvorrichtungen werden verwendet, um das Redoxpotential und die Konzentration des gelösten Wasserstoffes des Reduktionswassers dauernd zu überwachen, und demgemäß die Menge an Wasser zu steuern, die im Wasser im Wasserstoffgas-Lösungstank **32** gelöst werden soll. Dies ist zwar in der Figur nicht dargestellt, jedoch ist eine Steuereinrichtung für gewöhnlich in der zuvor beschriebenen Anordnung enthalten. Die Messwerte der Redoxpotential-Messeinrichtung **5** und der Einrichtung **6** zur Messung der Konzentration des gelösten Wasserstoffes werden zur Steuereinrichtung übertragen. Die Menge an Wasserstoffgas, die von der Wasserstoffgas-Erzeugungseinrichtung **31** dem Wasserstoffgas-Lösungstank **32** zuzuführen ist, wird dann gemäß den zur Steuereinrichtung übertragenen Messwerten gesteuert. Das Redoxpotential (und/oder die Konzentration des gelösten Wasserstoffs) des aus dem Wasserstoffgas-Lösungstank **32** austretenden Reduktionswassers wird dadurch auf einem vorbestimmten Pegel gehalten. Die Installationsorte der Redoxpotential-Messeinrichtung **5** und der Einrichtung **6** zur Messung der Konzentration des gelösten Wasserstoffs sind nicht auf die zuvor beschriebenen Orte eingeschränkt und können in Strömungsrichtung hinter dem Wärmetauscher (Kühler **2**) liegen. Jedoch befinden sich die Installationsorte vorzugsweise in Strömungsrichtung vor der Kühlvorrichtung **7**, wie bei der vorliegenden Ausführungsform. Es ist auch möglich, nur entweder die Redoxpotential-Messeinrichtung **5** oder die Einrichtung **6** zur Messung der Konzentration des gelösten Wasserstoffs vorzusehen, und die Menge des gelösten Wasserstoffgases gemäß den erhaltenen Messwerten zu steuern.

[0027] Vor Beginn des Betriebs dieses Wärmetauschersystems **10a** werden die innenliegenden Abschnitte des durch die Rohrleitung **4** verbundenen Zirkulationssystems vorzugsweise durch ein Bakterizid sterilisiert. Ein bekanntes Verfahren, wie beispielsweise das Verfahren, bei dem man im System Wasser zirkulieren lässt, das gelöstes verfügbares Chlor enthält, kann als Sterilisierungsverfahren verwendet werden.

[0028] Anschließend wird, während das Desinfektionswasser über die Ablassrohrleitung **82** zum Äußeren des Systems abgelassen wird, das in der Vorbehandlungseinrichtung **61** behandelte Wasser über die Zuführrohrleitung **81** dem Zirkulationssystem vom Systemäußeren zugeführt, wodurch das Desinfektionswasser mit dem vorbehandelten Nachfüllwasser ersetzt wird. Die Entgasungseinrichtung **9**, die Reduktionswasser-Bereitungsvorrichtung **3**, die Redoxpotential-Messeinrichtung **5** und die Einrichtung **6** zum Messen der Konzentration des gelösten Wasserstoffs werden dann eingeschaltet. Das im System zirkulierende Wasser wird in Reduktionswasser umgewandelt, das eine Konzentration an gelöstem Sauerstoff von 3 mg/l oder weniger, eine Konzentration an gelöstem Wasserstoff von 0,1 mg/l oder mehr, und ein Standard-Redoxpotential von –0,3 V oder weniger hat, und zwar bestimmt auf Basis der Standard-Wasserstoffelektrode. Das Reduktionswasser wird zur Beibehaltung dieser Zustände gesteuert.

[0029] Das Wärmetauscherobjekt **71** wird in der Kühlvorrichtung **7** gekühlt. Das Reduktionswasser wiederum, das die Wärme vom Wärmetauscherobjekt **71** in der Kühlvorrichtung **7** aufgenommen hat, wird gekühlt, indem es durch den Reduktionswasserkühler **2** strömt. Der Reduktionswasserkühler **2** kühlt das Reduktionswasser unter Verwendung eines Kühlmittels **21**, wie beispielsweise Wasser oder Luft.

[0030] Wenn sich die Qualität des Reduktionswassers nach einer langen Zirkulationsdauer verschlechtert hat, wird das zirkulierende Reduktionswasser teilweise oder vollständig über die Ablassrohrleitung **82** zum Äußeren des Systems abgelassen. Die abgelassene Menge wird kompensiert, indem in der Vorbehandlungseinrichtung **61** behandeltes Nachfüllwasser vom Systemäußeren über die Zuführrohrleitung **81** eingebracht wird.

[0031] Gemäß der Erfindung wird Reduktionswasser als Wärmetauscherwasser für die Zirkulation in der Wärmetauschervorrichtung verwendet. Das Zirkulationssystem wird dadurch in einem reduzierenden Zustand gehalten. Demgemäß wird eine Oxidation und Korrosion von Metallmaterialien der Flüssig-Seite zuverlässig verhindert werden. Da aerobe Mikroorganismen und Algen, welche biologische Filme ausbilden, nur schwer unter reduzierenden Bedingungen wachsen, kann eine Ausbildung derartiger Filme in effektiver Weise unterdrückt werden. Das System erfordert lediglich eine Installation einfacher Vorrichtungen, und verursacht keine weiteren Maschinenausrüstungskosten.

[0032] Das Reduktionswasser ist ein gelösten Wasserstoff enthaltendes Wasser, das durch Lösen von Wasserstoffgas erzielt wird, und weist ein Standard-Redoxpotential von –0,3 V oder weniger auf, bestimmt auf Basis der Standard-Wasserstoffelektrode, und eine Konzentration an gelöstem Sauerstoff von 3 mg/l oder weniger, und eine Konzentration an gelöstem Wasserstoff von 0,1 mg/l oder höher. Eine Verwendung von derartigem Reduktionswasser verhindert in zuverlässiger Weise ein Oxidieren und Korrodieren von Metallmaterialien der Flüssig-Seite. Außerdem kann ein derartiges Reduktionswasser, das ein gewünschtes Niveau des Standard-Redoxpotentials hat, ohne Weiteres erzielt werden. Das vorliegende System verwendet keine Chemika-

lien, die herkömmlicherweise Einkaufkosten und Lagerplatz benötigten, und Bedenken in Bezug auf eine Umweltbeeinträchtigung verursachten. Dieses leicht zu erhaltende Reduktionswasser dient auch dazu, eine Korrosion von im System verwendeten Materialien und eine Ausbildung biologischer Filme zu hemmen, wobei dabei nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt vermindert werden.

[0033] Das Reduktionswasser wird dadurch hergestellt, dass ein reduzierendes Mittel in entgastem Wasser gelöst wird, und weist eine Konzentration an gelöstem Sauerstoff von 3 mg/l oder weniger auf. Es ist daher möglich, das Reduktionswasser unter Verwendung einer verminderten Lösungsmenge des reduzierenden Mittels herzustellen.

[0034] Wenn das Kühlmittel **21** im Reduktionswasserkühler **2** Wasser ist, wird ebenfalls vorzugsweise das zuvor beschriebene Reduktionswasser als Kühlmittel **21** verwendet. Dies kann eine durch die Oxidation von Metallmaterialien bedingte Korrosion und ein Wachstum von Mikroorganismen im Strömungsweg des Kühlmittels **21** im Reduktionswasserkühler **2** verhindern. Es ist weiter zu bevorzugen, das Kühlmittel **21** in einem Zirkulationssystem umzuwälzen, das ähnlich dem des Reduktionswassers ist.

[0035] Bezug nehmend auf Fig. 2 wird nachfolgend ein Wärmetauschersystem gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung erläutert. Fig. 2 ist ein Diagramm, das ein Beispiel der Ausführungsform darstellt. Bauelemente in Fig. 2, die solchen von Fig. 1 entsprechen, sind mit entsprechenden Bezugszeichen bezeichnet. Eine Erläuterung dieser entsprechenden Bauelemente wird hier nicht wiederholt, und lediglich sich unterscheidende Punkte werden nachfolgend beschrieben. Der Unterschied zwischen der vorliegenden Ausführungsform und Fig. 1 besteht darin, dass eine im Wesentlichen dicht abgeschlossene Nebenstrom-Rohrleitung **41**, die von der Zirkulationsrohrleitung **4** abzweigt, vorgesehen ist. Insbesondere ist die Nebenstrom-Rohrleitung **41** so angeschlossen, dass sie zwischen dem Reduktionswasserkühler **2** und der Redoxpotential-Messeinrichtung **5** von der Zirkulationsrohrleitung **42** abzweigt und zu dieser zurückgeführt ist. Außerdem sind die Entgasungseinrichtung **9** und die Reduktionswasser-Bereitungsvorrichtung **3** in dieser Nebenstrom-Rohrleitung **41** angeordnet. Ventile V1, V2 sind in der Zirkulationsrohrleitung **42** bzw. der Nebenstrom-Rohrleitung **41** vorgesehen, und zwar an Positionen unmittelbar in Strömungsrichtung hinter der Abzweigung. Diese Ventile werden verwendet, um zu steuern, über welchen Weg das Wärmetauscherwasser zirkuliert.

[0036] Beispielsweise kann, durch In-Betrieb-Setzen der Entgasungseinrichtung **9** und der Reduktionswasser-Bereitungsvorrichtung **3**, wenn das Ventil V1 geschlossen ist und das Ventil V2 geöffnet ist, um das Wärmetauscherwasser über die Nebenstrom-Rohrleitung **41** zirkulieren zu lassen, Reduktionswasser für ein Zirkulieren als Kühlwasser für die Kühlvorrichtung **7** zugeführt werden. Die Ventile V1, V2 können periodisch geöffnet und geschlossen werden oder können alternativ gemäß den gemessenen Werten der Redoxpotential-Messeinrichtung oder der Einrichtung **6** zur Messung der Konzentration des gelösten Wasserstoffes gesteuert werden. Es ist ebenfalls möglich, zu ermöglichen, dass ein Anteil des zirkulierenden Wassers dauernd abgezweigt wird und durch die Nebenstrom-Rohrleitung **41** strömt. Das Wärmetauschersystem **10b** gemäß der zweiten Ausführungsform bietet ähnliche Vorteile wie die erste Ausführungsform. Außerdem können, da die vorliegende Ausführungsform eine Installation einer Reduktionswasser-Bereitungsvorrichtung geringer Größe an einem vom Zirkulationssystem abgezweigten Ort ermöglicht, bestehende Wärmetauschersysteme problemlos nachgerüstet werden.

[0037] Bezug nehmend auf Fig. 3 wird nachfolgend ein Wärmetauschersystem gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung erläutert. Fig. 3 ist ein Diagramm, das ein Beispiel der Ausführungsform darstellt. Bauelemente in Fig. 3, die denen von Fig. 1 entsprechen, sind mit entsprechenden Bezugszeichen bezeichnet. Eine Erläuterung dieser entsprechenden Bauelemente wird hier nicht wiederholt, und lediglich sich unterscheidende Punkte werden nachfolgend beschrieben. Bei der vorliegenden Ausführungsform befinden sich die Entgasungseinrichtung **9** und die Reduktionswasser-Bereitungsvorrichtung **3** nicht innerhalb der Zirkulationsrohrleitung **4**, sondern sind in einer externen Rohrleitung **43** installiert, die an die Zirkulationsrohrleitung **4** angeschlossen ist. Die Vorbehandlungseinrichtung **61** zur Behandlung des Nachfüllwassers ist vor der Entgasungseinrichtung **9** vorgesehen, und die Zuführrohrleitung **81** verbindet die Vorbehandlungseinrichtung **61** und die Entgasungseinrichtung **9**. Gemäß dieser Anordnung wird Reduktionswasser dem in Gebrauch befindlichen zirkulierenden Wasser über die externe Rohrleitung zugeführt. Das Standard-Redoxpotential und die Konzentration des gelösten Wasserstoffes des zirkulierenden Wärmetauscherwassers (des zirkulierenden Wassers) werden fortlaufend unter Verwendung der Redoxpotential-Messeinrichtung **5** und der Einrichtung **6** zur Messung der Konzentration des gelösten Wasserstoffes überwacht, um demgemäß die Menge an gelöstem Wasserstoffgas zu steuern. Auf diese Weise wird das Standard-Redoxpotential des zirkulierenden Wassers in stabiler Weise auf ein angestrebtes Niveau gesteuert.

[0038] Bezug nehmend auf Fig. 5 wird nachfolgend ein Wärmetauschersystem gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung erläutert. Fig. 5 ist ein Diagramm, das ein Beispiel der Ausführungsform darstellt. Bauelemente in Fig. 5, die denen von Fig. 1 entsprechen, sind mit entsprechenden Bezugszeichen bezeichnet. Eine Erläuterung dieser entsprechenden Bauelemente wird hier nicht wiederholt, und hauptsächlich werden sich unterscheidende Punkte beschrieben.

[0039] Innerhalb des Wärmetauschersystems **11d** der vorliegenden Ausführungsform ist ein als zweites System A bezeichnetes Zirkulationssystem in gleicher Weise wie das Wärmetauschersystem **10a** von Fig. 1 konfiguriert, abgesehen davon, dass die Kühlvorrichtung **7** aus der Zirkulationsrohrleitung **4** entfernt wurde. Ein erstes System B ist separat vorgesehen, welches die Kühlvorrichtung **7**, eine Pumpe **64** (erste Reduktionswasser-Zuführvorrichtung) zum Zuführen von Reduktionswasser zur Kühlvorrichtung **7**, und eine Zirkulationsrohrleitung **67** (erste Reduktionswasser-Zirkulationsrohrleitung) beinhaltet, die so angeschlossen ist, dass sie ein Zirkulationssystem mit der Kühlvorrichtung **7** und der Pumpe **64** bildet. An Positionen in Strömungsrichtung hinter der Einrichtung **6** zur Messung des gelösten Wasserstoffs des zweiten Systems A sind eine Reduktionswasser-Zuführseitenrohrleitung **70** für ein Zuführen von Reduktionswasser zum ersten System B und eine Reduktionswasser-Austrittsseitenrohrleitung **66** zum Aufnehmen von Reduktionswasser vom ersten System B angeschlossen.

[0040] Ein Durchsatzeinstellventil **63** ist an der Reduktionswasser-Zuführseitenrohrleitung **70** vorgesehen. Der Durchsatz der Reduktionswasser, das in das erste System B einströmt, wird unter Verwendung dieses Durchsatzeinstellventils **63** gesteuert. Die Menge an dem ersten System B zugeführten Reduktionswassers wird durch Betätigen dieses Durchsatzeinstellventils **63** und der (nicht dargestellten) Ventile eingestellt, die sich am Kühlwassereinlass **62** und dem Kühlwasserauslass **68** befinden, was zu einer Einstellung der in die Kühlvorrichtung **7** strömenden Menge an Reduktionswasser (Wärmetauscherwasser) führt. Dieses Reduktionswasser ist Wasser, das im Reduktionswasserkühler **2** gekühlt wurde. Durch Einstellen des Durchsatzes des Reduktionswassers in der Kühlvorrichtung **7** kann die Temperatur des Redukionswassers auf ein angestrebtes Niveau gesteuert werden.

[0041] Das zweite System A ist identisch zum System von Fig. 1, abgesehen davon, dass die Kühlvorrichtung **7** aus der Zirkulationsrohrleitung **4** entfernt wurde. Das zweite System A beinhaltet die Umwälzpumpe **1** zum Zuführen von Reduktionswasser zum ersten System B, den Reduktionswasserkühler **2** zum Kühlen des aus der Kühlvorrichtung **7** austretenden Reduktionswassers, die Reduktionswasser-Bereitungsvorrichtung **3**, und die Zirkulationsrohrleitung **4**, die so angeschlossen ist, dass mit der Umwälzpumpe **1**, dem Reduktionswasserkühler **2** und der Reduktionswasser-Bereitungseinrichtung **3** ein Zirkulationssystem gebildet wird. Bei diesem Wärmetauschersystem **10d** ist die Temperatur des im zweiten System A zirkulierenden Reduktionswassers geringer als die Temperatur des im ersten System B zirkulierenden Reduktionswassers. Bezugszeichen **74** bezeichnet ein Rückschlagventil.

[0042] In Fig. 5 wird das Reduktionswasser, das im Reduktionswasserkühler **2** des zweiten Systems A auf ungefähr 10°C gekühlt wird, zuerst der Kühlvorrichtung **7** des ersten Systems B über die Zirkulationsrohrleitung **4**, den Kühlwassereinlass **62**, die Reduktionswasser-Zuführseitenrohrleitung **70** und die Pumpe **64** zugeführt. Die Kühlvorrichtung **7** kühlt beispielsweise Kühlung erfordernde Wärmelastbauelemente, die einen Mikrowellenoszillator oder eine Trockenpumpe bilden. Die Temperatur des in der Kühlvorrichtung **7** strömenden Reduktionswassers wird fortlaufend durch einen Temperatursensor **65** überwacht. Ein Anteil des aus der Kühlvorrichtung **7** austretenden Reduktionswassers strömt durch die Zirkulationsrohrleitung **67**, und ein anderer Anteil des Reduktionswassers strömt durch die Reduktionswasser-Austrittsseitenrohrleitung **66** und tritt über den Kühlwasserauslass **68** in die Zirkulationsrohrleitung **4** des zweiten Systems A ein. Wenn die durch den Temperatursensor **65** überwachte Temperatur eine vorbestimmte maximal zulässige Temperatur oder darüber erreicht, wird das Temperatursignal in ein elektrisches Signal umgewandelt, das über Schaltungen wie beispielsweise eine Steuerschaltung und eine Ansteuerschaltung übertragen wird. Dieses Signal wird verwendet, um die Öffnung des Durchsatzeinstellventils **63** zu erweitern. Durch Erweitern der Öffnung des Ventils wird die Menge an in die Zirkulationsleitung (das erste System B) strömenden Reduktionswassers vergrößert, wodurch die Temperatur des in die Kühlvorrichtung **7** strömenden Reduktionswassers abgesenkt wird. Wenn die Temperatur des Kühlobjektes niedriger wird als die vorbestimmte maximal zulässige Temperatur, wird die Öffnung des Durchsatzeinstellungsventils verringert, um den Durchsatz des Reduktionswassers zu begrenzen. Auf diese Weise kann die Menge des Reduktionswassers, das zum Kühlen des Kühlobjektes **71** umgewälzt wird, fortlaufend auf ein optimales Niveau gesteuert werden. In einigen Fällen, bei denen die Anlage nicht fortlaufend betrieben wird, gibt es eine Zeit, bei der keine Wärmelast erzeugt wird. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann der Durchsatz an Reduktionswasser während solcher Abschaltzeiten fast gestoppt werden, was eine unnötige Nutzung des Reduktionswassers verhindert. Es ist ebenfalls zu bevorzugen, ein Ventil **91** in der

Zirkulationsrohrleitung **4** an einer Position zwischen dem Kühlwassereinlass **62** und dem Kühlwasserauslass **68** vorzusehen. Durch Vorsehen eines derartigen Ventils **91** kann die Menge an im zweiten Zirkulationssystem A zirkulierenden Wasser nach Wunsch eingestellt werden.

[0043] Wenn gleichzeitig ein Kühlen einer Mehrzahl von Kühlobjekten **71** erfolgt, ist es zu bevorzugen, ein entsprechendes System B für jedes Objekt **71** bereitzustellen, und die Mehrzahl von Systemen B mit dem System A zu verbinden. Gemäß dieser Anordnung kann man Reduktionswasser durch eines oder mehrere beliebige der Systeme B zirkulieren lassen, die Reduktionswasser benötigen.

[0044] Bezug nehmend auf Fig. 6 wird nachfolgend ein Wärmetauschersystem gemäß einer fünften Ausführungsform der Erfmdung erläutert. Fig. 6 ist ein Diagramm, das ein Beispiel der Ausführungsform darstellt. Bauelemente in Fig. 6, die solchen von Fig. 5 entsprechen, sind mit entsprechenden Bezugszeichen bezeichnet. Eine Erläuterung dieser entsprechenden Bauelemente wird hier nicht wiederholt, und hauptsächlich werden sich unterscheidende Punkte beschrieben.

[0045] Das Wärmetauschersystem **10e** der vorliegenden Ausführungsform ist in gleicher Weise konfiguriert wie das Wärmetauschersystem **10d** von Fig. 5, abgesehen davon, dass die Kühlvorrichtung **7** im ersten System B nun in einer Mehrzahl (**4**) vorgesehen ist. Die Kühlvorrichtungen **7** sind in Reihe und parallel angeschlossen. Weiter ist der Temperatursensor **65** in der Rohrleitung direkt vor der Mehrzahl von Kühlvorrichtungen **7** positioniert, so dass die Temperatur des durch diese Rohrleitung hindurchströmenden Reduktionswassers überwacht wird. Unter Verwendung einer derartigen Anordnung und einer Betätigung der (nicht dargestellten) Ventile, die sich am Kühlwassereinlass **62** und dem Kühlwasserauslass **68** befinden, kann man Reduktionswasser bei einer vorbestimmten Temperatur in effizienter Weise in der Mehrzahl von Kühlvorrichtungen **7** zirkulieren lassen.

[0046] Da die Wärmelast bei dieser Ausführungsform stark vergrößert ist, sollte das Durchsatzeinstellventil **63** von einem Typ sein, der den Durchsatz auf einen hohen Durchsatz verändern kann. Gemäß dem Wärmetauschersystemn **10e** der vorliegenden Ausführungsform kann ein Kühlsystem erzielt werden, das eine optimale Menge an Kühlwasser verwendet und eine verbesserte Gleichmäßigkeit der Temperatur aufweist.

[0047] Bezug nehmend auf Fig. 7 wird nachfolgend ein Wärmetauschersystem gemäß einer sechsten Ausführungsform der Erfindung erläutert. Fig. 7 ist ein Diagramm, das ein Beispiel der Ausführungsform darstellt. Bauelemente in Fig. 7, die solchen von Fig. 5 entsprechen, sind mit entsprechenden Bezugszeichen bezeichnet. Eine Erläuterung dieser entsprechenden Bauelemente wird hier nicht wiederholt, und hauptsächlich werden sich unterscheidende Punkte beschrieben. Das Wärmetauschersystem **10f** der vorliegenden Ausführungsform unterscheidet sich von demjenigen von Fig. 5 darin, dass ein Pufferbehälter (Kühlwasserbehälter) **69** nun in der Zirkulationsrohrleitung **67** des ersten Systems B im Wärmetauschersystem **10d** von Fig. 5 angeordnet ist. Der Pufferbehälter ist so angeschlossen, dass er ein Teil des dicht abgeschlossenen Systems bildet, und ist zum Speichern von gekühltem Reduktionswasser vorgesehen. Weiter ist ein Rückschlagventil **50** an der Kühlwasser-Austrittsseitenrohrleitung **66** angeordnet. Diese Anordnung ist geeignet, wenn eine Kühlung des Kühlobjektes durch das Wärmetauschersystem **10f** unmittelbar erfolgen muss. Insbesondere ist während einer Abschaltzeit, wenn sich die Anlage nicht in Betrieb befindet, das Durchsatzeinstellventil **63** fast vollständig geschlossen, wobei dabei vorab eine große Menge an Reduktionswasser im Pufferbehälter **69** gespeichert wird. Wenn die Anlage erneut gestartet wird, wird die Pumpe **64** in Betrieb gesetzt, um unmittelbar ein Zirkulieren des im Pufferbehälter **69** gespeicherten Reduktionswassers zu bewirken. Das gekühlte Reduktionswasser strömt durch die Kühlvorrichtung **7**, und ein Anteil des Wassers strömt anschließend über das Rückschlagventil **50**, die Kühlwasser-Austrittsseitenrohrleitung **66** und den Reduktionswasserauslass **68** in die Zirkulationsrohrleitung **4** des zweiten Systems A. Der verbleibende Anteil des Wassers strömt durch die Zirkulationsrohrleitung **67**. Der Temperatursensor **65** überwacht die Temperatur des in die Kühlvorrichtung **7** strömenden Reduktionswassers. Wenn die Anlage ihren Betrieb fortsetzt, steigt die Temperatur des Reduktionswassers. Wenn die Temperatur einen vorbestimmten maximal zulässigen Pegel überschreitet, wird ein Temperatursignal als Rückmeldung zugeführt, um das Durchsatzeinstellventil **63** zu öffnen, wodurch neues Reduktionswasser eingeleitet wird. Da vorab eine große Menge an Reduktionswasser aufgespeichert wird, kann dieses System Fälle bewältigen, die eine unmittelbare Kühlung erfordern, wie beispielsweise bei einem Brennofen zur raschen Wärmebehandlung, der bei einem Halbleiterfertigungsprozess verwendet wird. Wenn der Betrieb der Anlage gestoppt wird, befindet sich die Pumpe **64** in Betrieb, während das Durchsatzeinstellventil **63** vollständig geöffnet ist, so dass, als Vorbereitung für den nächsten Betrieb der Anlage, gekühltes Reduktionswasser im Pufferbehälter **69** gesammelt wird. Beim Sammeln von gekühltem Reduktionswasser im Pufferbehälter **69** hat das Rückschlagventil **50** die Funktion, zu verhindern, dass auf der Hochtemperaturseite befindliches Reduktionswasser in den Pufferbehälter einströmt, so dass die Wassertemperatur im Pufferbehälter **69** auf der

Temperatur des in den Behälter eintretenden gekühlten Wassers gehalten wird.

[0048] Bei der vierten, fünften und sechsten Ausführungsform ist das zweite System A nicht auf das zuvor beschriebene Beispiel eingeschränkt. Das zweite System A kann ein Zirkulationssystem sein, das als Wärmetauschersystem **11b** von Fig. 2 ohne die Kühlvorrichtung **7** konfiguriert ist, oder als Wärmetauschersystem **10c** von Fig. 3 ohne die Kühlvorrichtung **7**. Es ist ebenfalls zu bevorzugen, eine Mehrzahl von ersten Systemen B vorzusehen.

[0049] Bezug nehmend auf Fig. 8 wird nachfolgend ein Wärmetauschersystem gemäß einer siebten Ausführungsform der Erfindung erläutert. Fig. 8 ist ein Diagramm, das ein Beispiel der Ausführungsform darstellt. Bauelemente in Fig. 8, die solchen von Fig. 5 entsprechen, smd mit entsprechenden Bezugszeichen bezeichnet. Eine Erläuterung dieser entsprechenden Bauelemente wird hier nicht wiederholt, und hauptsächlich werden sich unterscheidende Punkte beschrieben. Die Vorrichtung **10g** zum Kühlen eines Wärmetauscherobjektes gemäß der vorliegenden Ausführungsform unterscheidet sich von derjenigen von Fig. 5 darin, dass das zweite System A des Wärmetauschersystems **10d** von Fig. 5 von einem beliebigen Typ (eines Kühlwasser-Zuführsystems) sein kann, sofern es dem ersten System Kühlwasser (Wärmetauscherwasser) zuführen kann. Insbesondere kann es sich bei dem Kühlwasser-Zuführsystem der vorliegenden Ausführungsform entweder um ein im Wesentlichen dicht abgeschlossenes System oder um ein nicht dicht abgeschlossenes System handeln. Beim Kühlwasser dieser Ausführungsform kann es sich, ohne Einschränkung, um Leitungswasser, Flusswasser, Industriewasser, gefiltertes Wasser, das durch Entfernen von Partikeln und Oxidationsmitteln, wie beispielsweise hypochloriger Säure und Natriumhypochlorid, aus diesen Wassern erhalten wird, und entionisiertes Wasser handeln, das dadurch erhalten wird, dass diese Wasser in Wasserreinigungsanlagen behandelt werden, um ionische und nicht-ionische Substanzen zu beseitigen, oder um das zuvor erwähnte Reduktionswasser handeln. Das Reduktionswasser kann wie zuvor beschrieben hergestellt sein.

[0050] In Fig. 8 überwacht der Temperatursensor **65** fortlaufend die Temperatur des in die Kühlvorrichtung **7** einströmenden Kühlwassers. Das Kühlwasser, das im (nicht dargestellten) Kühlwasserkühler im Kühlwasser-Zuführsystem auf ca. 10°C gekühlt wird, strömt durch die Kühlwasser-Zuführrohrleitung **4a** und wird der Kühlvorrichtung **7** über den Kühlwassereinlass **62**, das Durchsatzeinstellventil **63** und die Pumpe **64** zugeführt. Ein Anteil des aus der Kühlvorrichtung **7** austretenden Kühlwassers strömt durch die Kühlwasser-Zirkulationsrohrleitung **67**, wobei der übrige Teil aus dem Kühlwasserauslass **68** austritt, um in die Kühlwasser-Austrittsrohrleitung **66a** einzutreten. Wenn die durch den Temperatursensor **65** überwachte Temperatur die vorbestimmte maximal zulässige Temperatur oder darüber erreicht, wird das Temperatursignal in ein elektrisches Signal umgewandelt, das über Schaltungen wie beispielsweise eine Steuerschaltung und eine Ansteuerschaltung übertragen wird. Dieses Signal wird verwendet, um die Öffnung des Durchsatzeinstellventils **63** weiter zu erweitern. Durch weiteres Erweitern der Öffnung des Ventils wird die Menge an in die Zirkulationsleitung strömenden Kühlwassers vergrößert, wodurch die Temperatur des durch die Kühlvorrichtung **7** strömenden Kühlwassers abgesenkt wird. Wenn die Temperatur des Wärmetauscherobjektes niedriger wird als die vorbestimmte maximal zulässige Temperatur, wird die Öffnung des Durchsatzeinstellungsventils **63** verringert, um den Durchsatz des Kühlwassers zu begrenzen. Auf diese Weise kann die Menge des Kühlwassers zum Kühlen des Wärmetauschers **7** fortlaufend auf den minimal erforderlichen Pegel gesteuert werden. In einigen Fällen, bei denen die Anlage nicht fortlaufend betrieben wird, gibt es eine Zeit, bei der keine Wärmelast erzeugt wird. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann der Durchsatz an Kühlwasser während einer solchen Abschaltzeit fast gestoppt werden, was einen unnötigen Verbrauch an Kühlwasser verhindert. Bezugszeichen **73** in Fig. 8 bezeichnet ein Wärmeisoliermaterial. Durch das Vorsehen des Wärmeisoliermaterials **73**, wie dargestellt, ist es möglich, eine Beeinflussung durch die Umgebungstemperatur zu verhindern, was einen effizienteren Betrieb ermöglicht. Auch wird eine Kondensation verhindert.

[0051] Bezug nehmend auf Fig. 9 wird nachfolgend ein Wärmetauschersystem gemäß einer achten Ausführungsform der Erfindung erläutert. Fig. 9 ist ein Diagramm, das ein Beispiel der Ausführungsform darstellt. Bauelemente in Fig. 9, die solchen von Fig. 5 entsprechen, sind mit entsprechenden Bezugszeichen bezeichnet. Eine Erläuterung dieser entsprechenden Bauelemente wird hier nicht wiederholt, und hauptsächlich werden sich unterscheidende Punkte beschrieben. Die Vorrichtung **10h** zum Kühlen eines Wärmetauscherobjektes gemäß der vorliegenden Ausführungsform unterscheidet sich von derjenigen von Fig. 6 darin, dass das zweite System A des Wärmetauschersystems **10e** von Fig. 6 von einem beliebigen Typ (eines Kühlwasser-Zuführsystems) sein kann, sofern es dem ersten System Kühlwasser zuführen kann. Insbesondere kann es sich bei dem Kühlwasser-Zuführsystem der vorliegenden Ausführungsform entweder um ein im Wesentlichen dicht abgeschlossenes System oder um ein nicht dicht abgeschlossenes System handeln. Die Kühlwassertypen, die verwendet werden können, sind die gleichen wie die, welche für die zuvor beschriebene siebte Ausführungsform angeführt wurden. Durch Vorsehen der Vorrichtung **10h** zum Kühlen eines Wärmetauscherobjektes ge-

mäß der vorliegenden Ausführungsform kann ein Kühlsystem realisiert werden, das eine minimale Kühlwassermenge verwendet und eine verbesserte Gleichmäßigkeit der Temperatur aufweist.

[0052] Bezug nehmend auf Fig. 10 wird nachfolgend ein Wärmetauschersystem gemäß einer neunen Ausführungsform der Erfindung erläutert. Fig. 10 ist ein Diagramm, das ein Beispiel der Ausführungsform darstellt. Bauelemente in Fig. 10, die solchen von Fig. 7 entsprechen, sind mit entsprechenden Bezugszeichen bezeichnet. Eine Erläuterung dieser entsprechenden Bauelemente wird hier nicht wiederholt, und hauptsächlich werden sich unterscheidende Punkte beschrieben. Die Vorrichtung **10i** zum Kühlen eines Wärmetauscherobjektes gemäß der vorliegenden Ausführungsform unterscheidet sich von derjenigen von Fig. 7 darin, dass das zweite System A des Wärmetauschersystems **10f** von Fig. 7 von einem beliebigen Typ (eines Kühlwasser-Zuführsystems) sein kann, sofern es dem ersten System Kühlwasser zuführen kann. Insbesondere kann es sich bei dem Kühlwasser-Zuführsystem der vorliegenden Ausführungsform entweder um ein im Wesentlichen dicht abgeschlossenes System oder um ein nicht dicht abgeschlossenes System handeln. Die Typen von Kühlwasser, die verwendet werden können, sind die gleichen wie diejenigen, die für die zuvor beschriebene siebte Ausführungsform angeführt wurden. Die Vorrichtung **10h** zum Kühlen eines Wärmetauscherobjektes gemäß der vorliegenden Ausführungsform bietet ähnliche Vorteile wie die sechste Ausführungsform. Die Zirkulationspumpe, die als Reduktionswasser-Zuführvorrichtung und Kühlwasser-Zuführvorrichtung verwendet wird, kann von einem beliebigen bekannten Typ sein, der normalerweise verwendet wird. Jedoch wird vorzugsweise eine Zirkulationspumpe verwendet, die einen solchen Aufbau hat, dass das Wärmetauscherwasser oder das Kühlwasser beim Abdichtungsabschnitt zwischen dem Motor und dem Laufrad der Zirkulationspumpe nicht in Kontakt mit Luft kommt. Die Abdichtungsstruktur bei diesem Abdichtungsabschnitt kann dadurch ausgebildet sein, dass ein Inertgas in den Abdichtungsabschnitt eingebracht ist.

BEISPIELE

[0053] Die Erfindung wird nachfolgend detaillierter unter Verwendung spezieller Beispiele beschrieben. Diese Beispiele dienen lediglich zu illustrativen Zwecken und verstehen sich als in keiner Weise die Erfindung einschränkend.

BEISPIEL 1

[0054] Ein Wärmetauschersystem, das eine Strömungskonfiguration wie dargestellt in Fig. 2 hat (das Zirkulationssystem ist ein dicht abgeschlossenes System), wurde verwendet, um Versuche gemäß den Installationsspezifikationen und den Betriebsbedingungen durchzuführen, die nachstehend aufgelistet sind, sowie gemäß der in Tabelle 1 angegebenen Qualität des Zirkulationswassers. Die Ergebnisse nach 30 Tagen fortlaufendem Betrieb sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Qualität des Zirkulationswassers wurde durch Analysieren des Wassers bestimmt, dessen Probeentnahme bei Punkt C in Fig. 2 erfolgte.
Wärmetauscherobjekt: ein Wärmeabstrahlabschnitt eines Halbleiterfertigungsgerätes
Rohrleitungsmaterial: blank geglühtes Rohr aus rostfreiem Stahl; Durchmesser 3/8 Zoll
Gesamtrohrlänge: 150 m
Entgasungsverfahren: Vakuumentgasung unter Verwendung emer gasdurchlässigen Membran
Wasserstofflösungsverfahren: Membranlösung unter Verwendung einer gasdurchlässigen Membran
Zirkulationsdurchsatz: 10 l/min. Das gesamte zirkulierende Wasser wurde fortlaufend durch die Entgasungseinrichtung **9** und den Wasserstoffgas-Lösungsbehälter **32** zirkuliert, wobei kein Nachfüllen oder Ablassen von Zirkulationswasser erfolgte.
Temperatur des Reduktionswassers vor dem Kühlen durch den Kühler: 10°C
Temperatur des Reduktionswassers nach dem Kühlen durch den Kühler: 23°C
Metallkonzentration im unbehandelten Wasser: 0,25 µg Fe/L
Anzahl an lebenden Bakterien im unbehandelten Wasser: 2/mL
Zirkulationszeitdauer: 30 Tage
Auswertung: Untersuchung des Zustandes der Rohrleitungsinnenfläche und Wasserqualitätsanalyse des Reduktionswassers nach 30 Tagen

TABELLE 1

Qualität des zirkulierenden Wassers oder Zustand der Rohrleitungsinnenfläche	unbehandeltes Wasser	spezifische Beispiele					Vergleichsbeispiele	
		1	2	3	4	5	1	2
Entgasungsbehandlung	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja
Konzentration des gelösten Sauerstoffes (mg O/L)	8,2	8,0	5,0	3,0	3,0	0,05	8,4	0,05
Lösung von Wasserstoff	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
Konzentration des gelösten Wasserstoffs (mg H/L)	0	1,1	1,1	0,3	1,1	1,1	0	0
Standard-Redoxpotential (mV vs. NHE)	+600	0	-100	0	-400	-400	+600	+480
Metallkonzentration (µg Fe/L)	-	3,6	3,2	3,5	0,26	0,26	213	119
Anzahl an lebenden Bakterien pro mL	-	20	11	18	2	2	4256	835
Zustand der Rohrleitungsinnen-fläche	-	Δ	Δ	Δ	○	○	X	X

Anmerkung: In der Tabelle geben die oberen Reihen unter den spezifischen Beispielen und den Vergleichsbeispielen die Qualität des Zirkulationswassers und die Zustände der Entgasung und der Wasserstofflösung an. Die unteren Zeilen unter den spezifischen Beispielen und Vergleichsbeispielen bezeichnen die Ergebnisse, die nach 30-tägigem Betrieb beobachtet wurden. Die Symbole bezeichnen Folgendes:
O: keine Rauhigkeit auf der Rohrleitungsinnenfläche
Δ: geringes Vorhandensein von Rauhigkeit auf der Rohrleitungsinnenfläche
X: deutliches Vorhandensein von Rauhigkeit auf der Rohrleitungsinnenfläche

BEISPIEL 2

[0055] Unter Verwendung der Vorrichtung **10g** zum Kühlen eines Wärmetauscherobjektes, welche die in Fig. 8 dargestellte Strömungskonfiguration aufwies, wurden Messungen in Bezug auf die während eines vorbestimmten Zeitraums benutzte (verbrauchte) Menge an Kühlwasser durchgeführt. Die Durchschnittstemperatur an der Kühlwasserzuführseite (T1) und die Durchschnittstemperatur an der Austrittsseite (T2) der Kühlvorrichtung **7** wurden ebenfalls gemessen. Zum Vergleich wurde ein herkömmliches Wärmetauschersystem, welches ähnliche Konfiguration wie das Wärmetauschersystem **10g** aufwies, jedoch ohne den Temperatursensor **65**, unter den gleichen Bedingungen betrieben. Bei diesem System wurden zum Vergleich Messungen in ähnlicher Weise in Bezug auf die innerhalb des gleichen vorbestimmten Zeitraums verwendete (verbrauchte) Menge an Kühlwasser, die Durchschnittstemperatur auf der Kühlwasserzuführseite (T3) und die Durchschnitt-

stemperatur auf der Austrittsseite (T4) der Kühlvorrichtung **7** vorgenommen. Die Ergebnisse zeigten, dass, setzt man die Menge des Reduktionswassers, das durch die herkömmliche Kühlvorrichtung verbraucht wurde, als Basismenge mit einem Wert von 100 an, der anteilige Wert der Menge an durch die Kühlvorrichtung **10g** mit der in Fig. 8 dargestellten Strömungskonfiguration verwendetem Reduktionswasser **36** betrug. Dies zeigt an, dass die benutzte Kühlwassermenge um mehr als 60 % vermindert wurde. Weiter betrug, während (T4-T3) ungefähr 8°C betrug, (T2-T1) ungefähr 0,2°C, es wurde also lediglich eine sehr geringe Temperaturdifferenz erzeugt. Aus dieser Tatsache wurde gefunden, dass die Kühlvorrichtung **10g** mit der in Fig. 8 dargestellten Strömungskonfiguration die Differenz zwischen den Temperaturen auf der Zuführseite und der Austrittsseite der Kühlvorrichtung minimiert werden kann, und diese daher vorteilhaft ist, wenn eine hoch genaue Temperatursteuerung benötigt wird.

Patentansprüche

1. Wärmetauschersystem (**10a** – **10i**) zum Durchführen eines Wärmetauschvorgangs durch Zuführen von Wärmetauscherwasser zu einem Wärmetauscher, aufweisend:
einen Wärmetauscher, der ausgebildet ist, um einen Wärmetauschvorgang zwischen einem Wärmetauscherobjekt und dem Wärmetauscherwasser durchzuführen,
eine Wärmetauscherwasser-Zufuhreinrichtung (**81**), die ausgebildet ist, um dem Wärmetauscher das Wärmetauscherwasser zuzuführen;
eine Wärmetauscherwasser-Kühleinrichtung (**2**), die ausgebildet ist, um das Wärmetauscherwasser zu kühlen; und
eine Wärmetauscherwasser-Zirkulationsrohrleitung (**4**), die so verbunden ist, dass ein Zirkulationssystem mit dem Wärmetauscher, der Wärmetauscherwasser-Zufuhreinrichtung (**81**), und der Wärmetauscherwasser-Kühleinrichtung gebildet wird, wobei das Zirkulationssystem des Wärmetauscherwassers im Wesentlichen ein dicht abgeschlossenes System ist,
dadurch gekennzeichnet, dass das System ein reduzierendes Wärmetauscherwasser aufweist, das, bestimmt auf Basis einer Standardwasserstoffelektrode, ein negatives Redoxpotential hat, wobei das reduzierende Wasser ein Redoxpotential von –0,3 V oder weniger und eine Konzentration an gelöstem Wasserstoff von 0,1 mg/l oder mehr hat, und das reduzierende Wasser durch Entgasen von Wasser und Auflösen von Wasserstoffgas im entgasten Wasser aufbereitet wurde.

2. System nach Anspruch 1, das eine Vorrichtung (**3**) zur Bereitung von reduzierendem Wasser aufweist, die ausgebildet ist, um Wasserstoffgas im Wärmetauscherwasser zu lösen.

3. System nach Anspruch 2, welches weiter aufweist:
eine Nebenstrom-Rohrleitung (**41**), die von einem Ende oder einem mittleren Abschnitt der Reduktionswasser-Zirkulationsrohrleitung (**4**) abzweigt und die wieder in die Reduktionswasser-Zirkulationsrohrleitung (**4**) einmündet, wobei die Reduktionswasser-Bereitungsvorrichtung (**31**, **32**) an einer Position an die Nebenstrom-Rohrleitung (**41**) angeschlossen ist, und das Reduktionswasser-Zirkulationssystem, das die Reduktionswasser-Bereitungseinrichtung (**31**, **32**) und die Nebenstrom-Rohrleitung (**41**) beinhaltet, ein im Wesentlichen dicht abgeschlossenes System bildet.

4. System nach Anspruch 3, weiter beinhaltend: eine externe Rohrleitung (**43**), die an die Reduktionswasser-Zirkulationsrohrleitung (**4**) angeschlossen ist; und bei dem
die Reduktionswasser-Bereitungseinrichtung (**31**, **32**) an einer Position an die externe Rohrleitung (**43**) angeschlossen ist, wobei das Reduktionswasser-Zirkulationssystem, das die externe Rohrleitung (**43**) und die Reduktionswasser-Bereitungseinrichtung (**31**, **32**) beinhaltet, ein im Wesentlichen dicht abgeschlossenes System ist.

5. System nach Anspruch 4, bei dem die Reduktionswasser-Zirkulationsrohrleitung (**4**) von einem Wärmeisolationsmaterial (**73**) umgeben ist.

6. System nach Anspruch 4, weiter aufweisend:
eine Ablassrohrleitung (**82**), die ausgebildet ist, um in dem Zirkulationssystem zirkulierendes Wasser teilweise oder vollständig zum Äußeren des Zirkulationssystems abzulassen.

7. System nach Anspruch 4, weiter aufweisend:
eine Standardredoxpotential-Messvorrichtung (**5**), die ausgebildet ist, um das Standardredoxpotential des in der Reduktionswasser-Bereitungsvorrichtung (**31**, **32**) bereiteten reduzierenden Wassers zu messen, wobei die Reduktionswasser-Bereitungsvorrichtung (**31**, **32**) gemäß den Messergebnissen der Standardredoxpoten-

tial-Messvorrichtung (**5**) gesteuert wird.

8. System nach Anspruch 4, weiter aufweisend:
eine Einrichtung (**6**) zur Messung der Konzentration des gelösten Wasserstoffes, die ausgebildet ist, um die Konzentration des gelösten Wasserstoffes des in der Reduktionswasser-Bereitungsvorrichtung (**31**, **32**) bereiteten reduzierenden Wassers zu messen, wobei die Reduktionswasser-Bereitungseinrichtung (**31**, **32**) gemäß den Messergebnissen der Einrichtung (**6**) zum Messen der Konzentration des gelösten Wasserstoffes gesteuert wird.

9. Verwendung von Wasser, in dem Wasserstoffgas gelöst ist und das, bestimmt auf Basis einer Standardwasserstoffelektrode, ein negatives Redoxpotential hat, dadurch gekennzeichnet, dass das Wasser als Wärmetauscherwasser zum Kühlen eines Wärmetauschobjektes verwendet wird, wobei das Wasser ein Redoxpotential von –0,3 V oder weniger und eine Konzentration an gelöstem Wasserstoff von 0,1 mg/l oder mehr hat, und das reduzierende Wasser durch Entgasen von Wasser und Auflösen von Wasserstoffgas im entgasten Wasser aufbereitet wurde.

10. Verwendung von Wasser nach Anspruch 9, wobei das Wärmetauscherwasser zum Kühlen eines Wärmetauschobjektes in einer Anlage zur Fertigung elektronischer Bauelemente verwendet wird.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

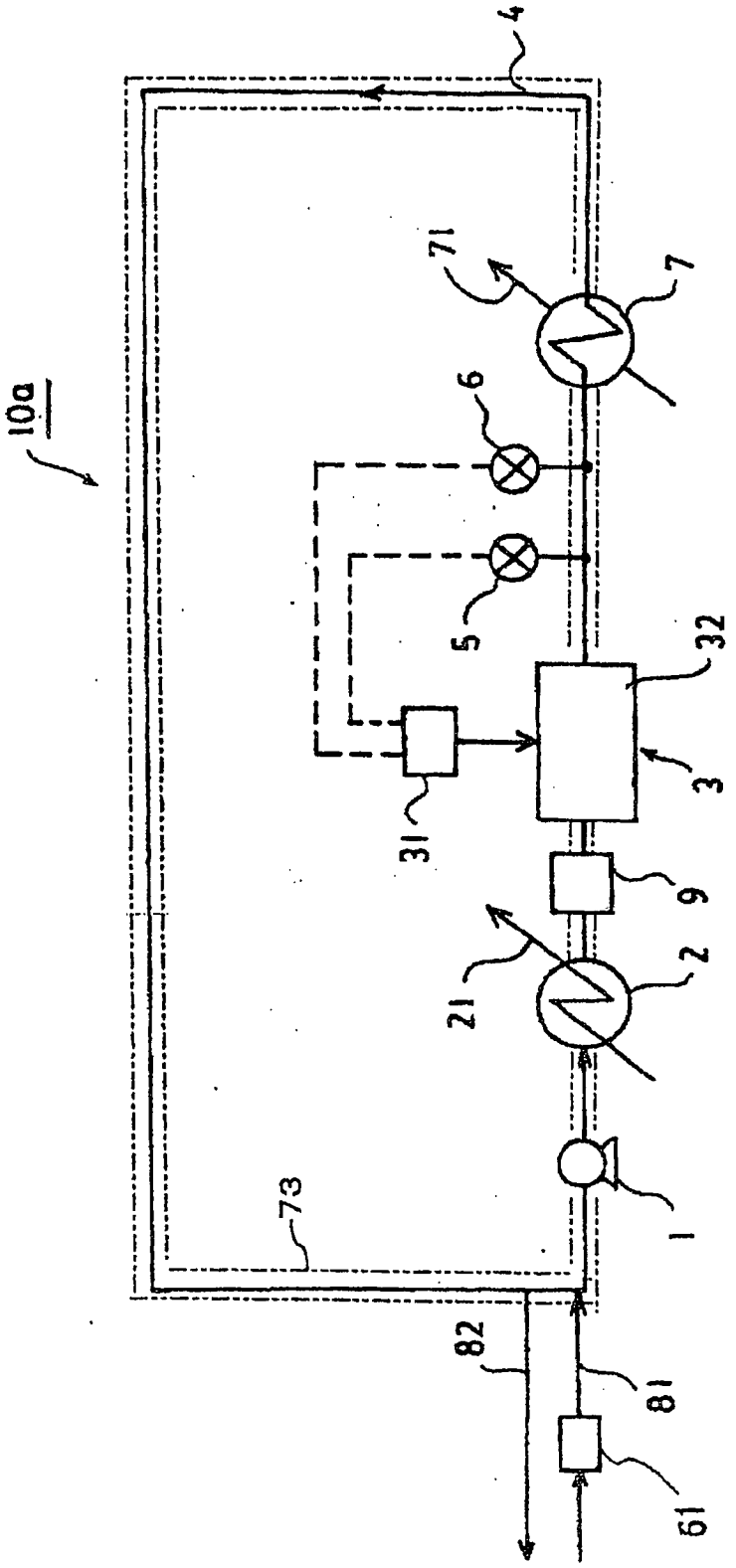

Fig. 1

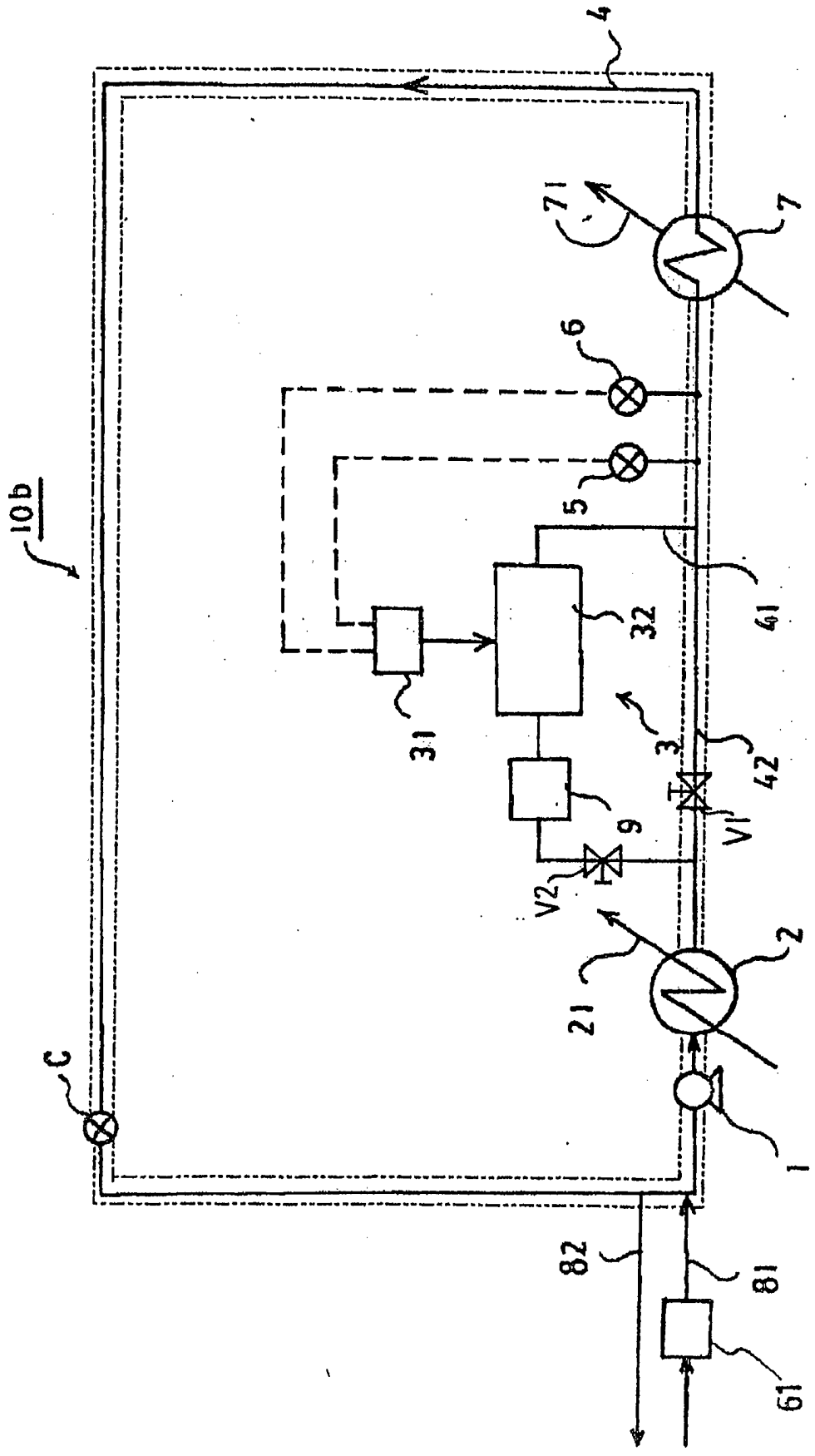

Fig. 2

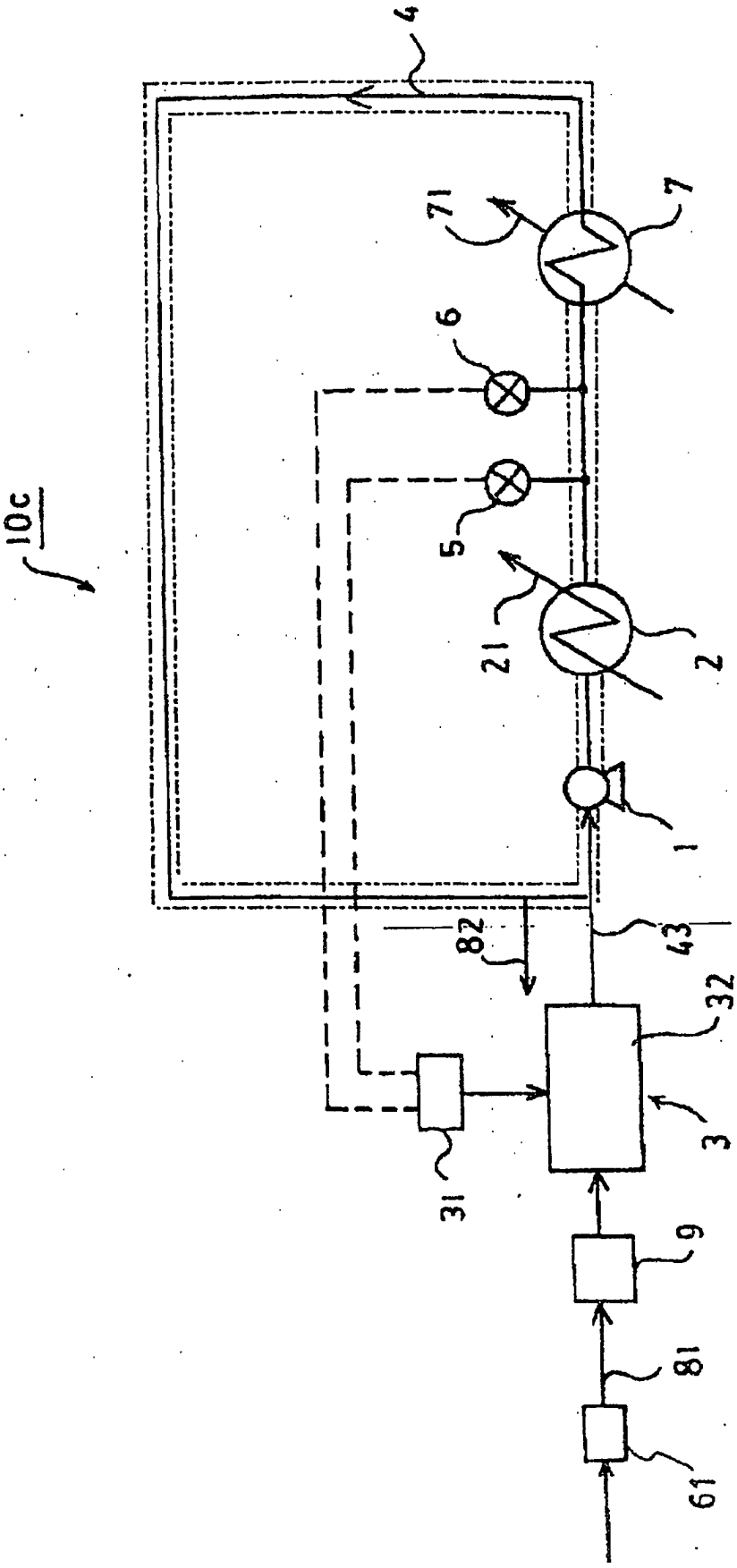

Fig. 3

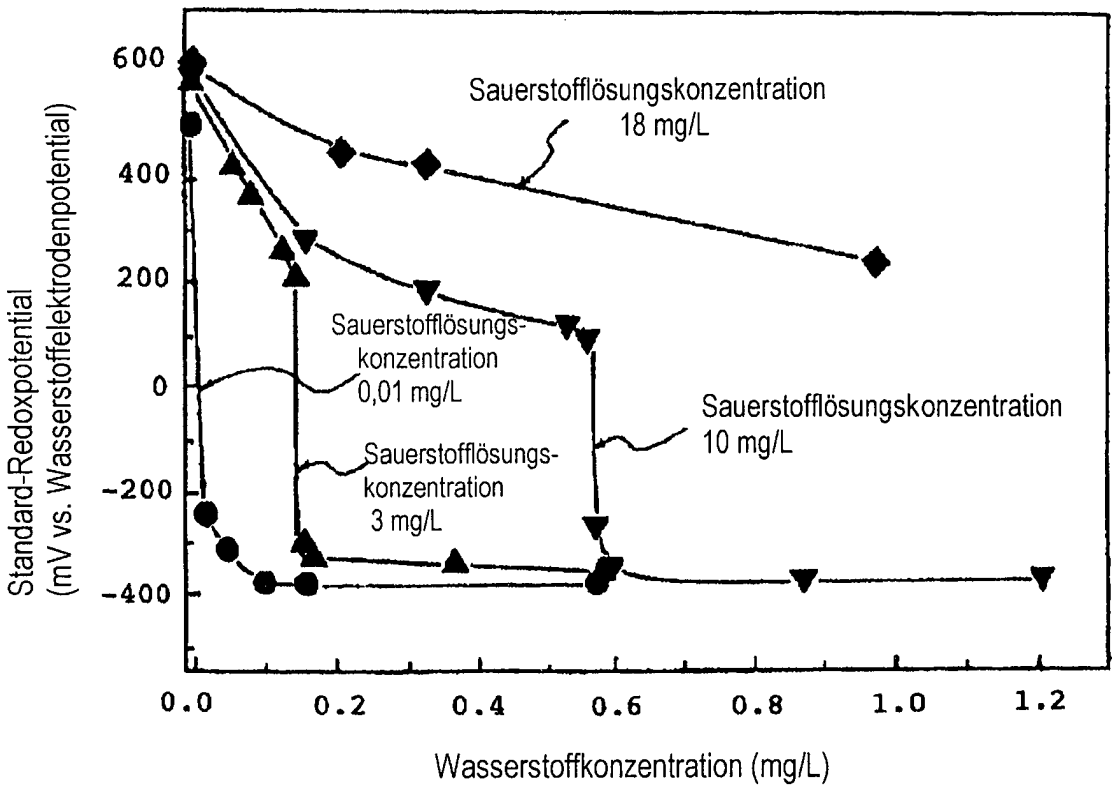
Standard-Redoxpotential
(mV vs. Wasserstoffelektrodenpotential)
600
400
200
0
-200
-400
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
Wasserstoffkonzentration (mg/L)
Sauerstofflösungskonzentration
18 mg/L
Sauerstofflösungs-
konzentration
0,01 mg/L
Sauerstofflösungskonzentration
10 mg/L
Sauerstofflösungs-
konzentration
3 mg/L

Fig. 4

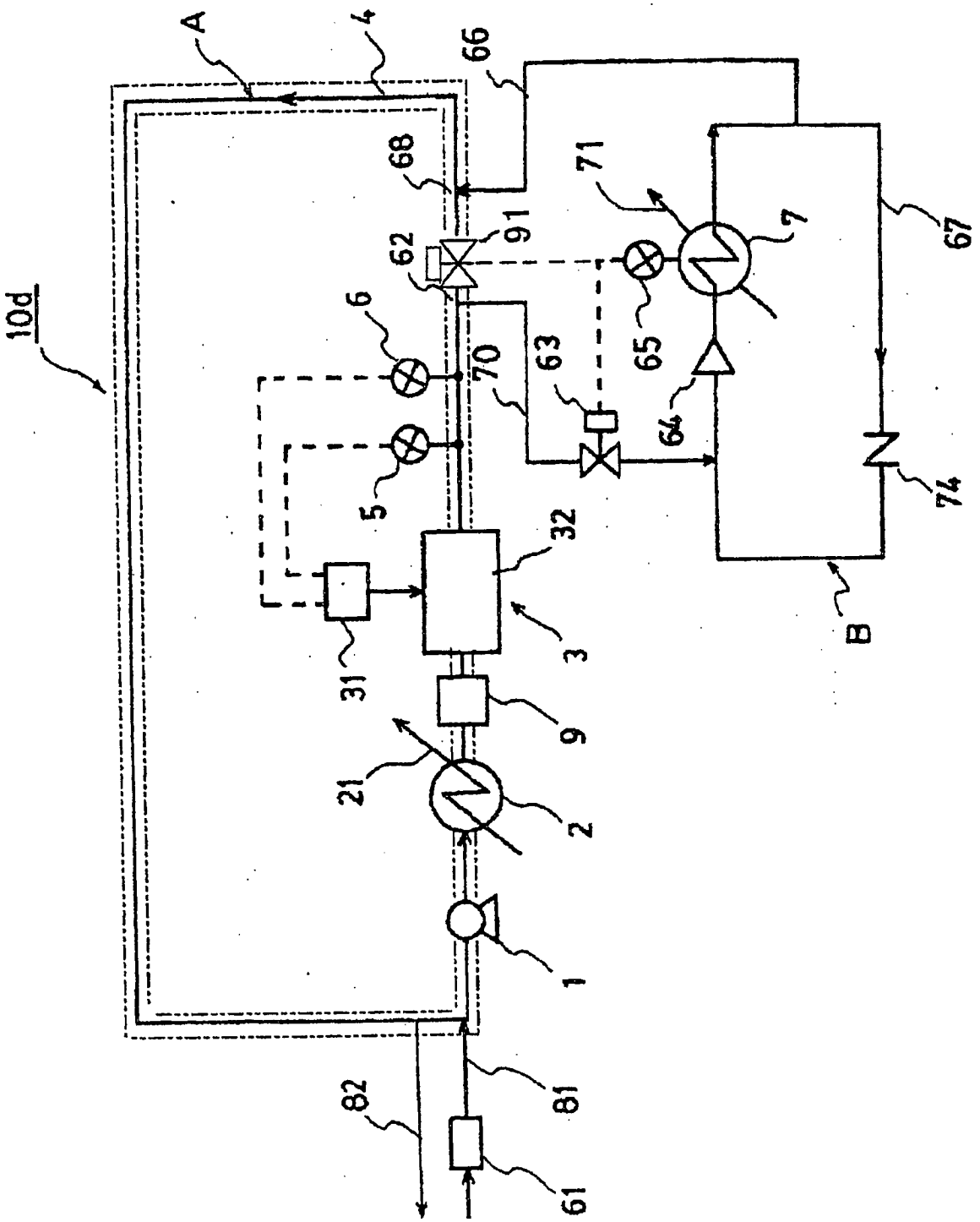

Fig. 5

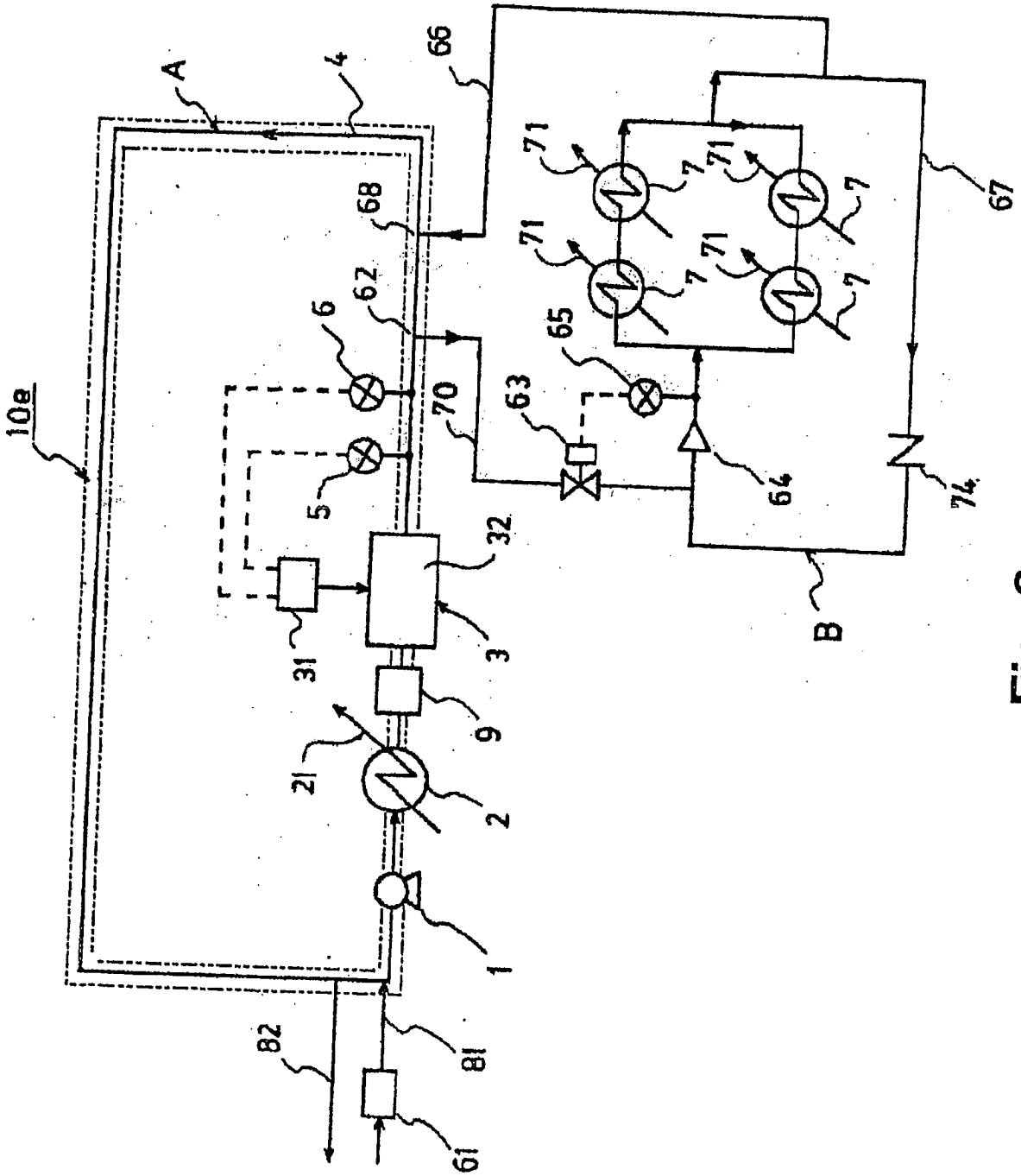

Fig. 6

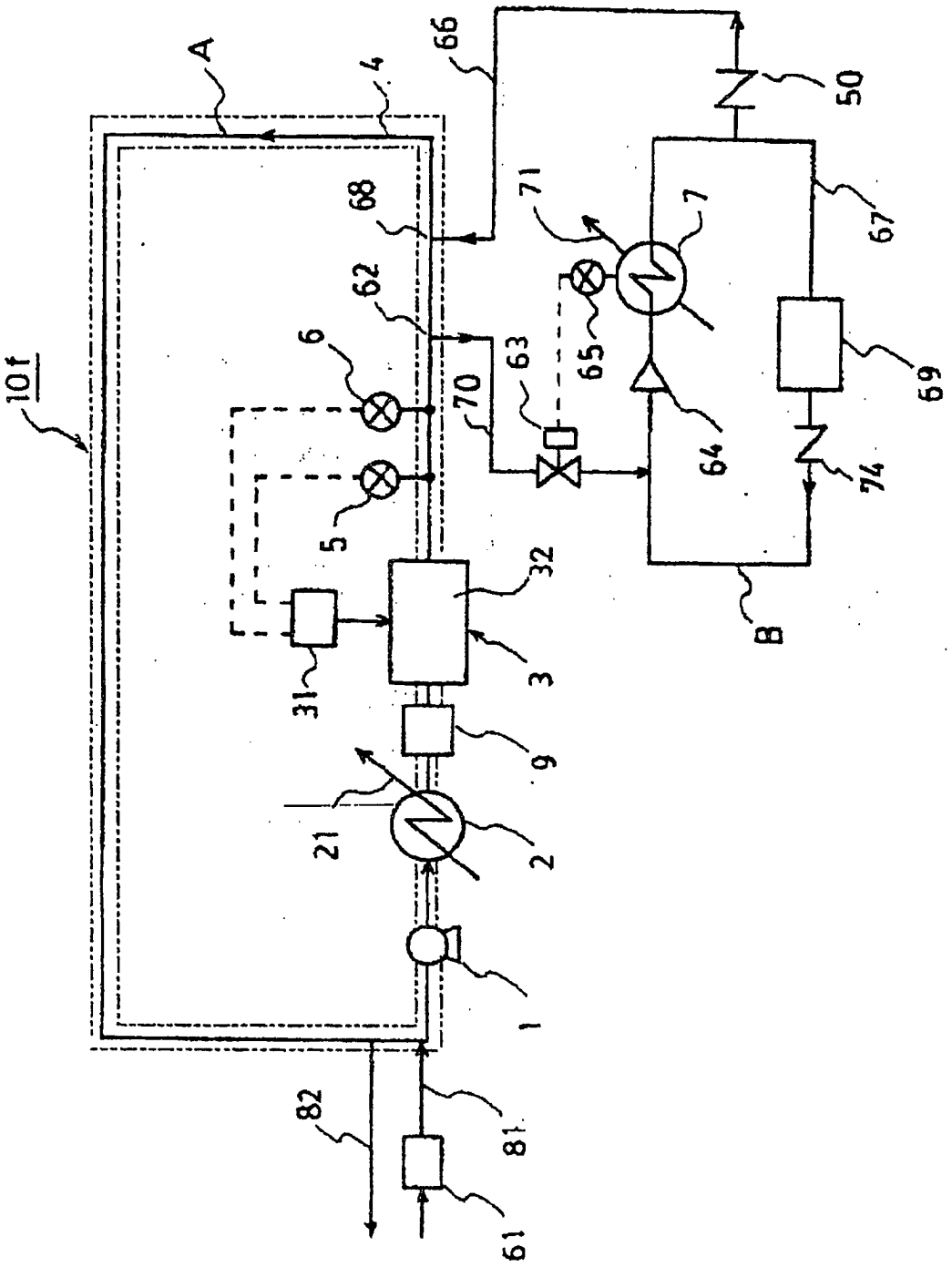

Fig. 7

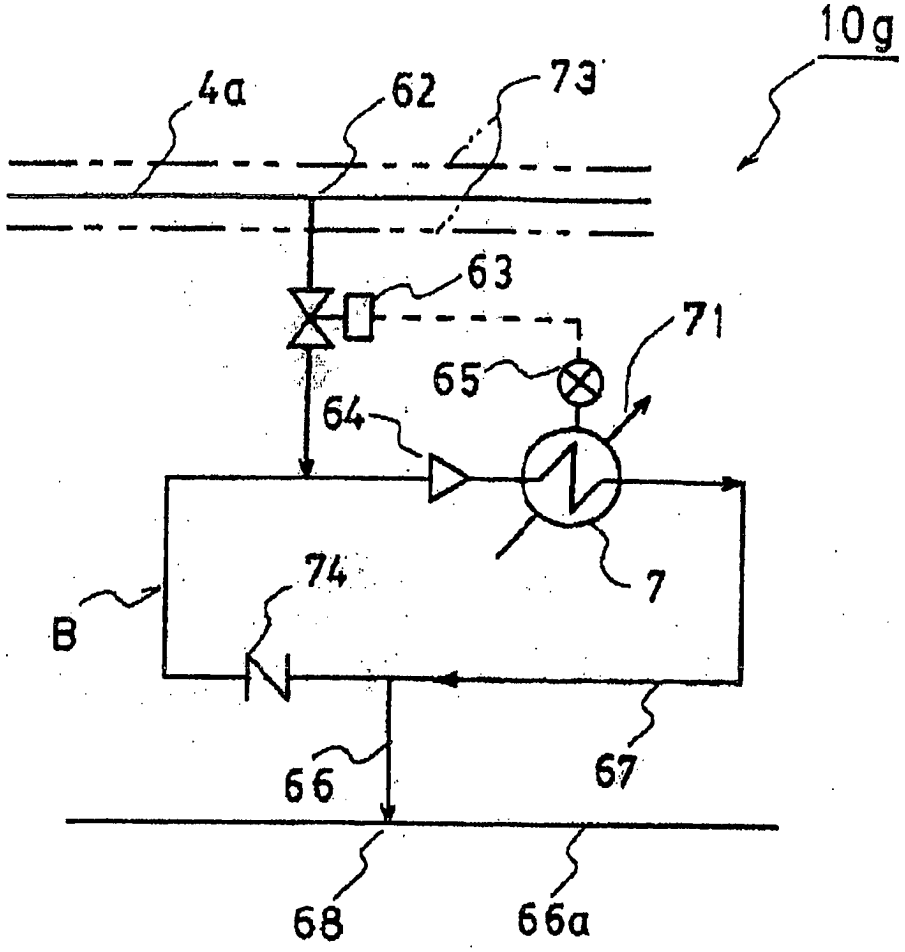

Fig. 8

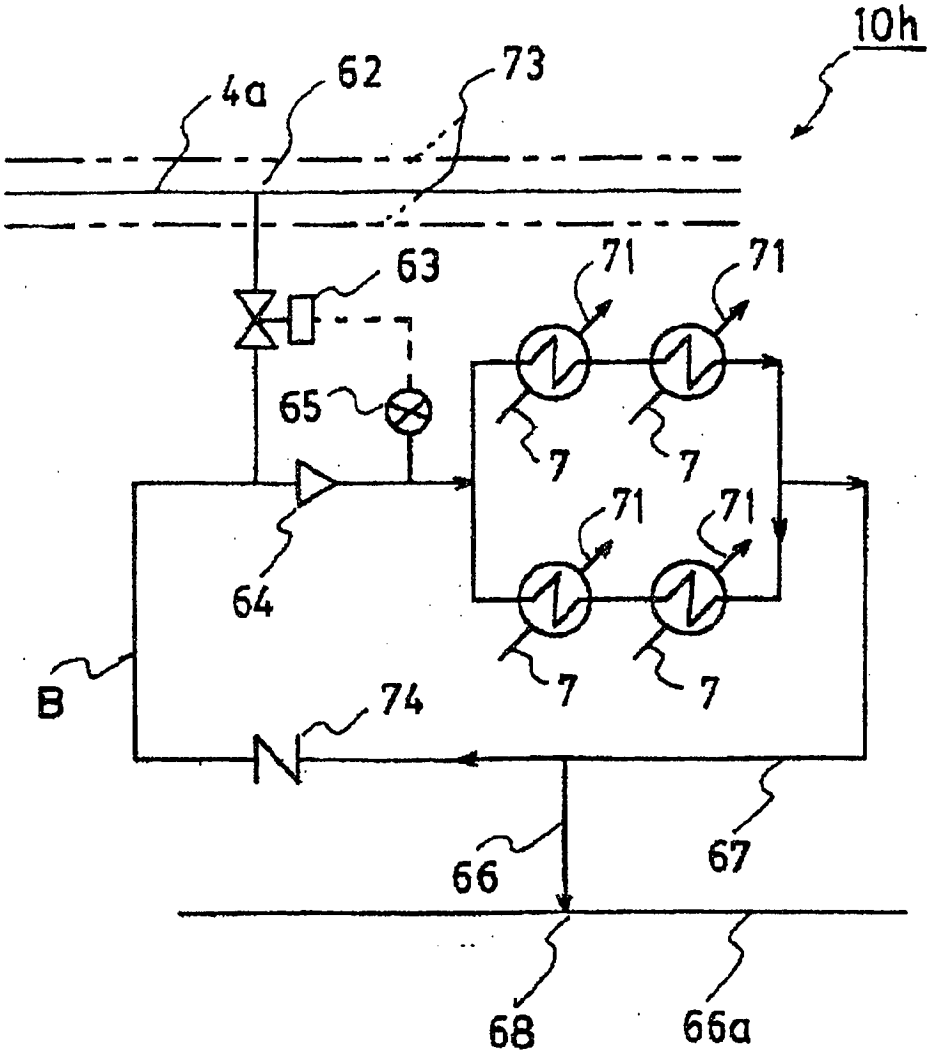

Fig. 9

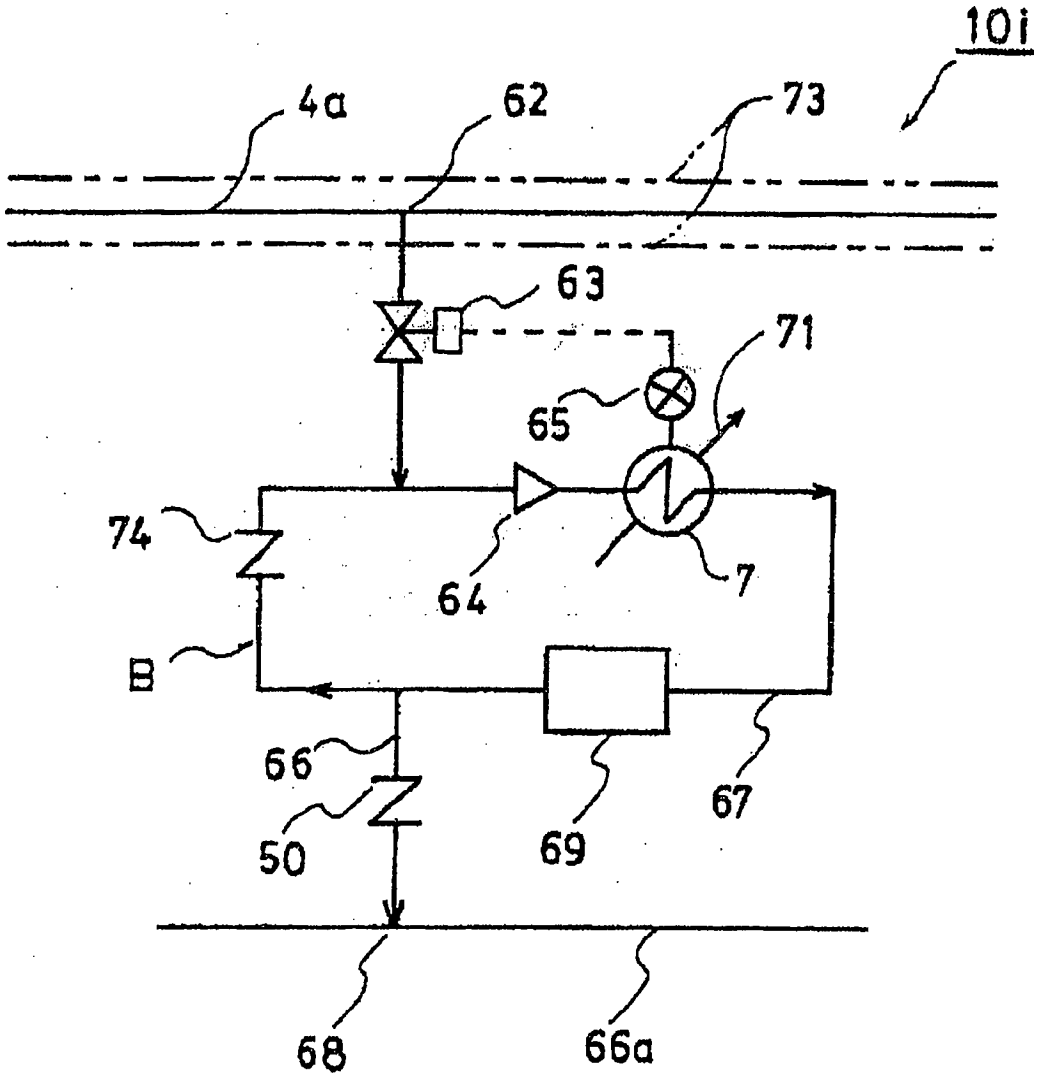

Fig. 10

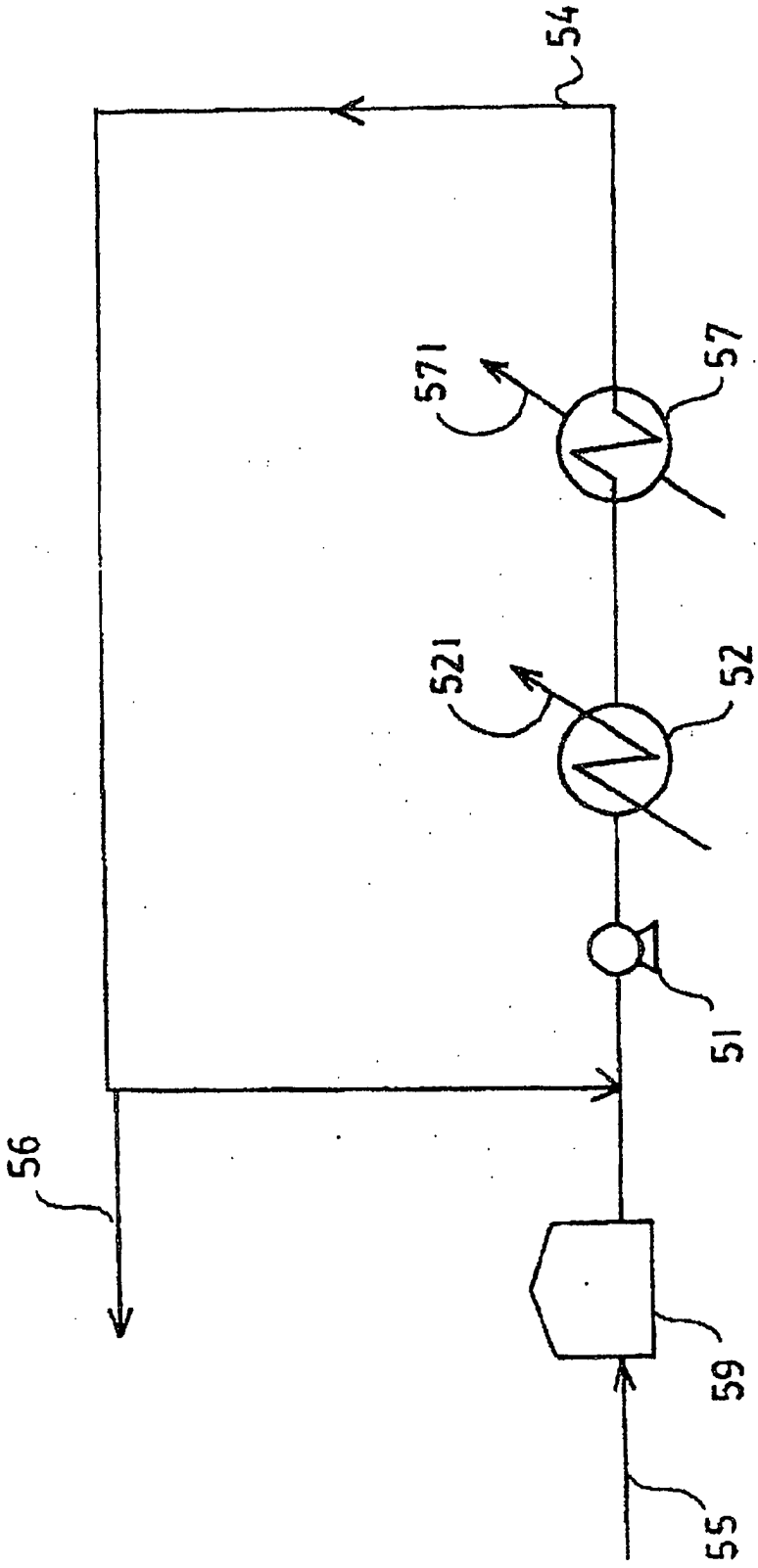

Fig. 11