(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 737 284**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **96 09175**

(51) Int Cl[6] : F 25 B 25/00, 39/00//H 05 K 7/20

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 22.07.96.

(30) **Priorité** : 24.07.95 JP 18736095; 15.11.95 JP 29695195; 22.02.96 JP 3500396.

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 31.01.97 Bulletin 97/05.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA KABUSHIKI KAISHA* — JP.

(72) **Inventeur(s) :** MORIGUCHI TETSUO et YAMAUCHI SHIRO.

(73) **Titulaire(s) :**

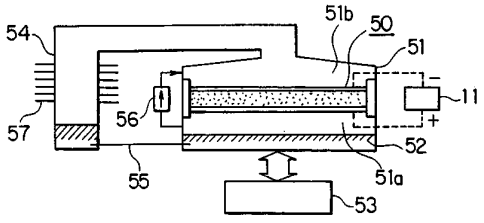
(74) **Mandataire :** CABINET WEINSTEIN.

(54) SYSTEME DE REFROIDISSEMENT DU TYPE A EVAPORATION D'EAU BASE SUR UNE REACTION ELECTROLYTIQUE ET PROCEDE DE REFROIDISSEMENT DU TYPE A EVAPORATION D'EAU POUR UN TEL SYSTEME.

(57) La présente invention concerne un système et un procédé de refroidissement du type à évaporation d'eau.

Le système est caractérisé en ce qu'il comprend essentiellement un boîtier hermétiquement étanche (51) contenant un gaz divisé en premier et second espaces (51a, 51b) par une membrane électrolytique solide (50); de l'eau (52) stockée dans le premier espace (51a); et un moyen de ventilation du type à pression différentielle pour réaliser une communication entre les sections de gaz des premier et second espaces (51a, 51b) lorsqu'une différence de pression de ladite section de gaz excède une pression de fonctionnement prédéterminée; et une source d'alimentation en courant continu (11) pour appliquer une tension continue entre des électrodes poreuses de ladite membrane (50).

L'invention trouve application pour refroidir notamment des circuits électroniques.



FR 2 737 284 - A1

La présente invention concerne un procédé de refroidissement et un système de refroidissement utiles pour des parties électroniques telles que des modules d'intégration à haute densité (LSI) et des modules de puissance à monter sur un équipement électronique et un équipement d'alimentation électrique et plus particulièrement un procédé et un système de refroidissement du type à évaporation d'eau qui sont conçus pour créer une différence d'humidité entre deux surfaces d'une substance analogue à un film réalisé en un polyélectrolyte solide sur la base de son effet électrolytique et pour produire un effet de refroidissement en accélérant l'évaporation d'eau et la condensation de vapeur.

Comme pompes à chaleur pour refroidir ou conditionner l'air, on connaît une pompe à chaleur du type à compression de réfrigérant, une pompe à chaleur du type à absorption utilisant un bromure de lithium à base d'eau en tant que réfrigérant, et ainsi de suite. De plus, on connaît un procédé de refroidissement du type électronique utilisant l'effet Peltier. De plus, pour une déshumidification, par exemple, on a utilisé un appareil de conditionnement d'humidité du type à absorption qui est conçu pour effectuer un contact d'air avec un liquide d'absorption d'humidité tel que le chlorure de lithium pour absorber la vapeur dans l'air.

Un dispositif utilisant une substance semblable à un film a été proposé, par exemple, par la demande de brevet japonais mise à la disposition du public N° 6-154543 ou la publication du brevet japonais N° 2-24572.

La figure 25 est une illustration d'une structure d'un système déshumidificateur du type à membrane (film) de transmission de vapeur décrit dans la demande de brevet japonais mise à la disposition du public N° 6-154543. Ce système déshumidificateur est équipé d'un réservoir 2 pour stocker un liquide déshumidifiant 1, d'un conduit (passage) de ventilation 3 ayant une entrée 3a couplée à la zone intérieure et ayant de plus des sorties 3b, 3c communiquant

sélectivement avec la zone interne et la zone externe selon les opérations d'ouverture et de fermeture d'un clapet 12, d'un module 5 d'absorption et d'émission d'humidité situé dans le conduit de ventilation 3 pour décharger et recevoir de l'humidité entre le liquide déshumidifiant 1 dans un tube 4 réalisé en membrane de transmission de vapeur et l'air circulant à l'extérieur du tube 4 à travers sa membrane de transmission de vapeur, et d'un ventilateur 13 pour souffler de l'air du côté entrée 3a au module d'absorption et d'émission d'humidité 5. De plus, des canalisations 7 et 8 s'étendant à travers une pompe 6 sont couplées entre les deux portions d'extrémité respectivement du module 5 d'absorption et d'émission d'humidité et le réservoir 2, de sorte que le liquide déshumidifiant 1 dans le réservoir 2 peut être circulé au module 5 d'absorption et d'émission d'humidité à travers la pompe 6. De plus, un dispositif de réfrigération électronique 9 est prévu pour effectuer un échange de chaleur avec la canalisation 7 pour sélectivement chauffer et refroidir le liquide déshumidifiant 1 par effet Peltier.

Dans ce cas, le liquide déshumidifiant 1 peut être une solution aqueuse de chlorure de lithium (LiCl) et le système utilise le principe selon lequel l'humidité relative de l'air venant en contact avec celui-ci est maintenue à une valeur plus petite comme sa concentration de solution augmente ou comme sa température chute. De plus, la membrane de transmission de vapeur constituant le tube 4 est réalisée à partir d'un polymère à teneur élevée en polyester (macromolécule) ayant des groupes hydroxyl et analogues à ses chaînes principales ou chaînes latérales.

En second lieu, une description sera effectuée ci-dessous du fonctionnement du système déshumidificateur du type à membrane de transmission de vapeur conventionnel.

Tout d'abord, pour déshumidifier la zone interne, par un interrupteur 10 placé à une position représentée à la figure 25, un courant circule à partir d'une source d'alimentation en courant continu 11 vers le dispositif de réfrigération électronique 9 dans la direction positive. A

cet instant, le clapet 12, situé à la position représentée en figure 25, amène la sortie 3b à communiquer avec la zone interne, avec le ventilateur 13 étant entraîné et la pompe 6 également entraînée. Ainsi, le liquide déshumidifiant de concentration élevée 1 passe à travers la canalisation 7 sous pression par la pompe 6 tout en étant refroidi en venant en contact avec un radiateur 14a par un côté du dispositif de réfrigération électronique 9, atteignant alors le module d'absorption et d'émission d'humidité 5 dans une condition de basse température et de concentration élevée. Le liquide déshumidifiant 1 amené dans le module 5 d'absorption et d'émission d'humidité circule dans le tube 4 et absorbe, à travers la membrane de transmission de vapeur constituant la paroi de tube 4, l'humidité contenue dans l'air intérieur circulant dans le conduit de ventilation 3 à cause du ventilateur 13 sur la base de la différence de pression de vapeur. L'air à partir duquel l'humidité est prélevée est retourné à travers la sortie 3b dans la zone interne. Une telle circulation d'air dans la zone interne permet la déshumidification dans la zone interne. Par ailleurs, le liquide déshumidifiant 1 qui a prélevé ou absorbé l'humidité présente une faible concentration et passe à travers la canalisation 8 pour retourner dans le réservoir 2, abaissant ainsi la concentration du liquide déshumidifiant dans le réservoir 2.

Pour une déshydratation effectuée à partir du liquide déshumidifiant 1 avec une énergie d'absorption saturée, l'interrupteur 10 est inversé dans une direction indiquée par une flèche à la figure 25 de sorte qu'un courant circule de la source d'alimentation en courant continu 11 vers le dispositif de réfrigération électronique 9 dans la direction opposée. A cet instant, le clapet 12 est commuté dans une direction indiquée par une flèche à la figure pour permettre à la sortie 3c de communiquer avec la zone externe, avec le ventilateur 13 étant entraîné ainsi que la pompe 6. Sur ce, le liquide déshumidifiant 1 avec une faible concentration dans le réservoir 2 est passé sous pression à travers la

canalisation 7 par la pompe 6, tout en venant en contact à travers le radiateur 14a avec une surface du dispositif de réfrigération électronique 9 chauffant par effet Peltier. Après être ainsi chauffé, le liquide déshumidifiant 1 présente une concentration élevée et atteint le module d'absorption et d'émission d'humidité 5. L'humidité contenue dans le liquide déshumidifiant 1 transmis au module 5 d'absorption et d'émission d'humidité circule dans le tube 4 tout en étant déchargé, à cause de la différence de pression de vapeur, à travers la membrane de transmission de vapeur formant la paroi du tube 4 dans l'air circulant dans le conduit de ventilation 3. De plus, l'air avec l'humidité donnée est déchargé à travers la sortie 3c vers la zone externe. Avec l'humidité déchargée, le liquide déshumidifiant 1 présente une concentration élevée et retourne à travers la canalisation 8 dans le réservoir 2. De telles opérations répétées permettent la déshumidification de l'air interne et la régénération du liquide déshumidifiant 1.

La figure 26 est une illustration d'une construction d'un régénérateur de température du type à absorption utilisant une membrane poreuse décrit dans la demande de brevet japonais mise à la disposition du public N° 2-24572. Ce régénérateur de température du type à absorption comprend une unité de dilution 15 divisée en une chambre d'absorption 15a et une chambre d'évaporation 15b avec une membrane poreuse hydrophobe 19 qui permet une transmission sélective de seulement de la vapeur étant interposée entre elles. Egalement inclues dans le régénérateur de température sont une unité de concentration 16 divisée en un réservoir de concentration 16a pour concentrer un liquide d'absorption et un réservoir de condensation (condenseur) 16b avec une membrane poreuse hydrophobe similaire 19 interposée entre eux. De plus, le régénérateur de température est pourvu de pompes de circulation 17a, 17b pour faire circuler le liquide d'absorption et l'eau et d'un échangeur de chaleur de régénération 18.

En second lieu, une description sera effectuée ci-dessous du régénérateur de température du type à absorption antérieur. Ici, comme le liquide d'absorption utilisé est un matériau chimique tel qu'une solution aqueuse de bromure de lithium à propriété de pression de vapeur basse, lequel matériau est circulé entre la chambre d'absorption 15a et le réservoir de concentration 16a. La vapeur 21 évaporée et produite dans la chambre d'évaporation 15b pénètre ou passe à travers la membrane poreuse hydrophobe 19 et entre la chambre d'absorption 15a et est ensuite absorbée dans le liquide d'absorption. Le liquide d'absorption dilué en absorbant l'humidité est délivré dans le réservoir de concentration 16a. Après avoir été chauffé et bouilli dans le réservoir de concentration 16a, le liquide d'absorption est amené en un liquide concentré dans la chambre d'absorption 15a pour contribuer à l'absorption de vapeur.

Par ailleurs, l'eau dont la température chute à cause de l'évaporation dans la chambre d'évaporation 15b est utilisée comme source de refroidissement. De plus, la vapeur 21 produite par le liquide d'absorption dilué dans le réservoir de concentration 16a étant chauffé et bouilli pénètre la membrane poreuse hydrophobe 19 dans le réservoir de condensation 16b. Dans le réservoir de condensation 16b, la vapeur 21 est condensée pour tourner en eau qui à son tour est ramenée à la chambre d'évaporation 15b. Au moins la chaleur tiède ou la chaleur chaude est atteinte par la répétition de tels processus.

Si le liquide d'absorption entre la conduite d'eau comprenant la chambre d'évaporation 15b et la chambre de condensation 16b, particulièrement la chambre d'évaporation 15b, le liquide d'absorption empêche l'évaporation d'eau avec pour conséquence que la fonction de la pompe à chaleur se détériore. Cette membrane poreuse hydrophobe 19 a un certain nombre de trous traversants 19a d'un diamètre de 1 à 5 μm avec pour conséquence que même si la vapeur 21 contenant des gouttelettes liquides 20 approchent la membrane poreuse hydrophobe, 19, les gouttelettes du liquide 20 ne peuvent pas

venir en contact avec la membrane 19 à cause de sa propriété hydrophobe, formant ainsi une limite ou frontière comme indiqué par une ligne en pointillés à la figure 27. De ce fait, la membrane poreuse hydrophobe 19 présente une fonction de séparation de gaz et de liquide et de la sorte seulement la vapeur 21 pénètre sélectivement sans la transmission des gouttes du liquide 20. A cause de cette fonction, le liquide d'absorption peut être empêché de passer de la chambre d'absorption 15a à travers la membrane poreuse hydrophobe 19 dans la chambre d'évaporation 15b, éliminant ainsi le problème ci-dessus mentionné.

Récemment, avec le progrès de la technologie à semi-conducteurs, un équipement électronique et un équipement de puissance comprenant des modules de puissance et des parties électroniques représentés par l'intégration à haute densité (LSI) sont devenus d'usage largement répandu. En utilisation pratique, diverses limitations sont imposées sur les dispositifs à semi-conducteurs, avec la température représentant un exemple. Pour cette raison, par exemple comme représenté en figure 28, pour une dissipation de chaleur un moyen de refroidissement est prévu pour transmettre la chaleur, produite par des parties électroniques 23 sur des substrats électroniques 22, à travers les tubes de chauffe 24 jusqu'à un radiateur thermique 25. De plus, il peut y avoir un besoin pour un équipement électronique ou des détecteurs à semi-conducteur d'être placés dans un environnement où la température est plus élevée qu'une température permissible avant leurs fonctionnements. Cependant, le moyen de refroidissement représenté en figure 28 ne peut pas refroidir l'équipement électronique ou les détecteurs à semi-conducteurs en dessous de la température ambiante et de ce fait il existe un besoin de réaliser un moyen refroidisseur de petite échelle ou microscopique qui permet aux parties électroniques d'être refroidies sur les substrats électroniques 22. Qui plus est, dans la plupart des cas, le refroidisseur est exigé pour être du type de petite dimension, reposant et sans bruit, qui a un rendement élevé

et est sans entretien. De plus, le système déshumidificateur du type à membrane de transmission de vapeur antérieur est constitué d'un nombre de composants comprenant le réservoir 2 pour stocker le liquide d'absorption d'humidité 1, le conduit de ventilation 3, le module d'absorption et d'émission d'humidité 5, la pompe 6 pour fournir le liquide d'absorption d'humidité 1 sous pression, les canalisations 7, 8 et les dispositifs de réfrigération électroniques 9. De manière identique, le régénérateur de température du type à absorption conventionnel est pourvu d'un nombre de composants comprenant l'unité de dilution 15, l'unité de concentration 16, une pompe de circulation 17 pour circuler le liquide d'absorption et l'eau et l'échangeur de chaleur de régénération 18. De plus, bien qu'utilisant la substance analogue à un film polymère à teneur élevée, le dispositif antérieur ne l'utilise pas dans le but de réduction de dimension.

Comme cela est évident à partir de la description ci-dessus, parce qu'il est constitué d'une combinaison d'une multiplicité de composants, le dispositif antérieur a un problème en ne satisfaisant pas les exigences de refroidissement dans des unités de parties électroniques. De plus, le dispositif antérieur exige le liquide d'absorption d'humidité 1 et les pompes 6, 17 de circulation de liquide d'absorption ou d'eau avec pour conséquence une difficulté rencontrée pour accomplir le système de refroidissement inaudible.

La présente invention a été réalisée dans le but d'éliminer les problèmes ci-dessus mentionnés et c'est de ce fait un objet de la présente invention de réaliser un système de refroidissement du type de petites dimensions, reposant, inaudible, qui présente un rendement élevé et est sans entretien, le système de refroidissement ayant pour caractéristique d'utiliser une membrane électrolytique solide ayant une fonction d'électrolyser (accomplir l'électrolyse) les molécules d'eau, où de la vapeur dans un gaz est électrolysée pour produire une différence d'humidité entre

les deux surfaces de la membrane pour extraire de la chaleur par l'évaporation et la condensation d'eau.

Afin d'accomplir l'objet ci-dessus, selon un aspect de la présente invention, on prévoit un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique, comprenant : un boîtier hermétiquement scellé ou étanche comprenant un gaz ; un moyen formant membrane électrolytique solide placé dans le boîtier hermétiquement scellé pour diviser ce boîtier en premier et second espaces hermétiquement scellés, le moyen formant membrane électrolytique solide étant construit de sorte que des électrodes poreuses sont prévues sur des surfaces d'un moyen électrolyte solide à teneur en polymère élevée permettant à des protons de passer sélectivement ; de l'eau emmagasinée dans le premier espace hermétiquement scellé ; un moyen de condensation pour condenser de l'humidité contenue dans le gaz dans le second espace hermétiquement scellé ; un moyen de retour d'eau pour ramener de l'eau, condensée par le moyen de condensation, au premier espace hermétiquement scellé ; un moyen de ventilation du type différentiel pour permettre une communication entre des sections de gaz des premier et second espaces hermétiquement scellés lorsqu'une différence de pression entre les sections de gaz des premier et second espaces hermétiquement scellés excède une pression de fonctionnement prédéterminée ; et une source d'alimentation en courant continu pour appliquer une tension continue entre les électrodes poreuses de la membrane électrolytique solide.

Selon un autre aspect de la présente invention, on prévoit un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique, comprenant : un boîtier hermétiquement scellé contenant un gaz ; un moyen formant membrane électrolytique solide placé dans le boîtier hermétiquement scellé pour diviser celui-ci en premier et second espaces, le moyen formant membrane électrolytique solide étant construit de sorte que des électrodes poreuses sont prévues sur des surfaces du moyen électrolyte solide à

teneur en polymère élevée permettant à des protons de passer sélectivement ; une membrane contenant de l'eau formée dans le premier espace ; un moyen de condensation pour condenser de l'humidité, contenue dans le gaz dans le second espace, dans un espace de condensation en communication avec le second espace ; un moyen de retour d'eau pour ramener de l'eau condensée par le moyen de condensation à la membrane contenant de l'eau réalisée dans le premier espace ; un trou de ventilation prévu pour établir une communication entre les premier et second espaces ; et une source d'alimentation en courant continu pour appliquer une tension continue entre les électrodes poreuses sur le moyen formant membrane électrolytique solide.

Selon un autre aspect de la présente invention, on prévoit un procédé de refroidissement du type à évaporation d'eau utilisant un boîtier hermétiquement scellé comprenant un gaz et divisé en premier et second espaces par un moyen formant membrane électrolytique solide ayant des électrodes poreuses sur des surfaces de son électrolyte solide à teneur en polymère élevée qui permet à des protons de passer sélectivement, comprenant les étapes de : appliquer une tension continue entre les électrodes poreuses pour provoquer l'électrolyse de l'eau sur une surface du moyen formant membrane électrolytique solide à un côté du premier espace ; transférer des protons produits par l'électrolyse de l'eau à travers le moyen formant membrane électrolytique solide à une surface du moyen formant membrane électrolytique solide à un côté du second espace ; et amener une réaction de production d'eau à prendre place sur la surface de la membrane électrolytique solide au côté du second espace pour produire une différence d'humidité entre les premier et second espaces pour diminuer la température d'eau emmagasinée dans le premier espace.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement dans la description explicative qui va suivre faite en référence aux dessins schématiques

annexés donnés uniquement à titre d'exemple illustrant plusieurs modes de réalisation de l'invention et dans lesquels :

- la figure 1 est une illustration schématique d'une construction d'un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique selon un premier mode de réalisation de la présente invention ;
- la figure 2 est une vue en coupe représentant une structure d'une membrane électrolytique solide pour utilisation dans le système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur la réaction électrolytique selon le premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 3 est une vue en coupe représentant une structure d'un mécanisme de ventilation du type à pression différentielle pour utilisation dans les systèmes de refroidissement du type à évaporation d'eau basés sur la réaction électrolytique selon le premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 4 illustre la relation entre la température d'évaporation d'ébullition et la pression de saturation d'eau ;
- la figure 5 illustre la relation en température entre un thermomètre sec et un thermomètre mouillé dans le cas où un gaz vient en contact avec l'eau ;
- la figure 6 est une illustration présentée pour expliquer une opération de refroidissement dans le système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur la réaction électrolytique selon le premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 7 représente schématiquement une construction d'un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique selon un second mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 8 représente schématiquement une construction d'un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique selon un troisième mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 9 représente schématiquement une construction d'un mécanisme de ventilation du type à pression différentielle d'un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique selon un quatrième mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 10 illustre schématiquement une structure d'une membrane électrolytique solide d'un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique selon un cinquième mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 11 est une illustration schématique d'une construction du système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur la réaction électrolytique selon le cinquième mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 12 est une illustration schématique d'une structure d'une membrane électrolytique solide pour utilisation dans un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique selon un sixième mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 13 illustre une caractéristique de la membrane électrolytique solide du système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur la réaction électrolytique selon le sixième mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 14 est une illustration schématique d'une construction du système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique selon le septième mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 15 est une illustration schématique d'une construction d'une modification du système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur la réaction électrolytique selon le septième mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 16 représente schématiquement une construction d'un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique selon un neuvième mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 17 représente schématiquement une construction d'un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique selon un dixième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 18 représente schématiquement une construction d'un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique selon un onzième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 19 représente schématiquement une construction d'un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique selon un douzième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 20 représente schématiquement une construction d'un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique selon un treizième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 21 représente schématiquement une construction d'un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique selon un seizième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 22 représente schématiquement un état utilisé du système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur la réaction électrolytique selon le seizième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 23 illustre schématiquement une construction d'un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique selon un dix-septième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 24 illustre schématiquement une construction d'un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique selon un dix-huitième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 25 est une illustration d'une construction d'un système déshumidificateur du type à membrane de transmission de vapeur antérieur ;

- la figure 26 est une illustration d'une structure d'un régénérateur de température du type à absorption antérieur utilisant une membrane poreuse hydrophobe ;

- la figure 27 est une vue en coupe pour décrire une séparation de gaz et de liquide due à la transmission sélective de vapeur à travers la membrane poreuse hydrophobe ; et

- la figure 28 est une illustration pour décrire un procédé de refroidissement antérieur pour un substrat de circuit électronique.

Une description sera effectuée ci-dessous des modes de réalisation de la présente invention en référence aux dessins.

Premier mode de réalisation

La figure 1 illustre schématiquement un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique selon un premier mode de réalisation de la présente invention. Dans cette illustration, le système est représenté comme comprenant une membrane électrolytique solide 50 portant une fonction pour accomplir l'électrolyse de molécules d'eau, laquelle membrane 50 est située dans un boîtier hermétiquement scellé ou étanche 51 (boîte), formant un espace hermétiquement scellé, pour diviser le boîtier hermétiquement scellé 51 en premier et second espaces hermétiquement scellé 51a, 51b. De plus, les deux surfaces de la membrane électrolytique solide 50 sont couplées à une source d'alimentation en courant continu 11 pour accepter de celle-ci une tension continue. Une portion de fond de l'espace 51a accepte de l'eau 52 qui est thermiquement couplée à un objet 53 en refroidissement. Un condenseur 54 est placé pour communiquer avec ledit espace 51b. A la surface externe du condenseur 54 est fixé un radiateur thermique 57 qui absorbe de la chaleur de la vapeur interne et rayonne la chaleur à l'extérieur. La vapeur provenant de l'espace 51b dans le condenseur 54 est refroidie et condensée en eau qui à son tour est stockée dans une portion de fond du condenseur 54. Le réservoir d'eau condensée de la portion de

fond du condenseur 54 communique à travers un passage d'eau 55, servant comme moyen de retour d'eau, avec le réservoir d'eau de l'espace 51a. De plus, un mécanisme de ventilation du type à pression différentielle 56 agissant comme moyen de ventilation du type à pression différentielle est prévu pour établir une communication entre une section de gaz (ou vapeur) de l'espace 51b et une section de gaz (vapeur) de l'espace 51a. Dans ce cas, le mécanisme de ventilation du type à pression différentielle 56 peut être également conçu pour réaliser une communication entre une section de gaz du condenseur 54 et la section de gaz de l'espace 51a. De plus, de l'oxygène et de la vapeur sont enfermés dans les espaces 51a, 51b à pression réduite.

En second lieu, une description sera effectuée ci-dessous d'une structure de la membrane électrolytique solide 50 en référence à la figure 2. Cette membrane électrolytique solide 50 est composée d'un conducteur de protons 58 constitué par un électrolyte solide à teneur en polymère élevée qui permet à des protons de passer sélectivement dans celle-ci, avec le conducteur de protons 58 étant pris en sandwich entre une anode 59 (électrode positive) et une cathode 60 (électrode négative). Un châssis 61 réalisé en résine maintient les portions d'extrémité du conducteur de protons 58, de l'anode 59 et de la cathode 60 de sorte que l'anode 59 et la cathode 60 sont fixées rigidement respectivement sur les deux surfaces du conducteur de protons 58. Ce conducteur de protons 58 peut être une membrane d'échange de protons (membrane électrolytique solide à teneur en polymère élevée) telle que Nafion-117 (une marque enregistrée de Du Pont Co., Ltd). De plus, l'anode 59 et la cathode 60 peuvent être une électrode poreuse qui est réalisée par un élément à mailles ou crible plaqué de platine réalisé en titane, tantale ou acier inoxydable ou par un élément plaqué de métal dans lequel des fibres servent comme moyens d'alimentation.

Par ailleurs, une description sera faite ci-dessous d'une structure du mécanisme de ventilation du type à

pression différentielle 56 en référence à la figure 3. Ce mécanisme de ventilation du type à pression différentielle 56 comprend une chambre de soupape 56a et une chambre de soupape 56b divisées par une soupape 56c. Une force de fermeture par un diaphragme 56d et un ressort de réglage de pression 56e est réalisée pour travailler sur la soupape 56c. Lorsque la différence de pression entre la chambre de soupape 56a et la chambre de soupape 56b excède la force de fermeture appliquée à la soupape 56c, la soupape 56c entre la condition d'ouverture pour permettre la ventilation. Cette force de fermeture est équivalente à une pression de fonctionnement du mécanisme de ventilation du type à pression différentielle 56 et est facilement réglable, par exemple, en tournant une vis de réglage 56f à la quantité d'expansion ou de rétrécissement, c'est-à-dire, la force de sollicitation du ressort de réglage de pression 56e.

Une description sera faite ci-dessous du fonctionnement du premier mode de réalisation de l'invention. Lorsqu'une tension continue de la source d'alimentation en courant continu 11 est appliquée entre l'anode 59 et la cathode 60, une réaction d'oxydation/réduction prend place sur les deux surfaces d'électrode comme exprimée par la formule suivante. A cet instant, comme représenté en figure 2, du H^+ (proton) produit à cause de l'électrolyse de l'eau sur l'anode 59 passe à travers le conducteur de protons 58 et atteint la cathode 60 pour contribuer à la production d'eau. Ainsi, de l'eau est électrolysée à l'anode 59, de l'eau est produite à la cathode 60, avec pour conséquence que la vapeur au côté anode 59 est transférée au côté cathode 60 tandis que de l'oxygène au côté cathode 60 est déplacé vers le côté anode 59.

Anode : $H_2O \rightarrow 2H^+ + 1/2O_2 + 2e^-$

Cathode : $2H^+ + 1/2O_2 + 2e^- \rightarrow H_2O$

Globalement : H_2O (côté anode) $\rightarrow$ H_2O (côté cathode)

O_2 (côté cathode) $\rightarrow$ O_2 (côté anode)

Si la membrane électrolytique solide 50 est placée de sorte que l'anode 59 soit positionnée au côté espace 51a, à

cause de cette réaction la vapeur dans l'espace 51a est déplacée au côté espace 51b et l'oxygène dans l'espace 51b est déplacé au côté espace 51a. Sur ce, l'humidité dans l'espace 51a chute, avec pour conséquence que l'évaporation de l'eau 52 stockée est accélérée pour induire la chute de température.

Puisque l'eau 52 stockée dans l'espace 51a est thermiquement couplée à l'objet 53 en train d'être refroidi, la chaleur produite à l'intérieur de l'objet 53 en train d'être refroidi est absorbée par l'eau 52 qui supporte la chute de température dans l'espace 51a. Ainsi, l'objet 53 en train d'être refroidi est refroidi tandis que l'eau 52 est évaporée à cause de l'absorption de chaleur. De plus, la vapeur produite par l'évaporation est tirée ou extraite dans l'espace 51b au moyen de l'action d'extraction de la vapeur de l'élément électrolytique solide 50, avec l'espace 51a étant toujours maintenu pour présenter une faible humidité et accélérant l'évaporation de l'eau 52. La vapeur tirée de l'espace 51a à l'espace 51b circule dans le condenseur 54 couplé à celui-ci sous forme d'un passage. De la chaleur de la vapeur circulant dans le condenseur 54 est rayonnée ou émise par le radiateur thermique 57 à l'extérieur et de ce fait la vapeur est refroidie pour tourner en eau condensée qui à son tour est stockée dans la portion de fond du condenseur 54. Cette eau condensée dans la portion de fondu du condenseur 54 retourne successivement à travers le passage d'eau 55 à la portion de fond de l'espace 51a. Ainsi, l'eau 52 dans l'espace 51a peut être circulée sans utiliser de moyens mécaniques telle qu'une pompe.

Par ailleurs, à cause de la fonction de transfert de molécules d'oxygène que la membrane électrolytique solide 50 a en plus de l'action d'extraction de vapeur, l'oxygène dans l'espace 51b est transféré dans l'espace 51a. Ceci élève la pression dans l'espace 51a et abaisse la pression dans l'espace 51b, avec pour conséquence qu'une différence de pression apparaît entre les deux espaces 51a et 51b. Lorsque cette différence de pression excède la pression de

fonctionnement du mécanisme de ventilation du type à pression différentielle 56, la soupape 56c passe dans la condition d'ouverture de sorte que les chambres de soupape 56a et 56b communiquent l'une avec l'autre pour permettre à de l'oxygène dans l'espace 51a de retourner vers l'espace 51b. Sur ce, les opérations de transfert mutuelles de vapeur et d'oxygène de la membrane électrolytique solide 50 continuent.

On exige au système de refroidissement d'établir arbitrairement la température de refroidissement en ce que la température de refroidissement nécessaire à l'objet 53 à refroidir dépend de diverses situations. La figure 4 illustre la relation entre la température d'évaporation d'ébullition d'eau et la pression de saturation. Comme cela est évident de cette figure, une température d'ébullition donnée peut être établie de telle manière que la pression de fonctionnement du boîtier hermétiquement scellé 51 est fixée de sorte que la température d'évaporation d'ébullition d'eau vienne en dessous de la température de refroidissement de l'objet 53 en train d'être refroidi. Par exemple, dans des cas où l'objet 53 en train d'être refroidi a besoin d'être refroidi en dessous de 50°C, comme indiqué par une ligne en pointillés en figure 4, un gaz contenant de la vapeur et de l'oxygène remplit le boîtier hermétiquement fermé 51 de sorte que la pression dans le boîtier hermétiquement fermé 51 devient en dessous de la valeur (0,15 Kg/cm^2) indiquée par un point P.

De plus, une description sera faite ci-dessous du principe selon lequel le refroidissement de l'objet 53 en train d'être refroidi est possible par la construction du système de refroidissement selon l'invention. La figure 5 représente les contenus d'humidité des gaz, c'est-à-dire, la relation entre la température au thermomètre mouillé et la température au thermomètre sec par rapport à l'humidité relative lorsque de l'eau et du gaz sont en condition de contact. La température au thermomètre sec est une température d'un gaz venant en contact avec l'eau et la température de l'eau venant en contact avec un gaz chute pour approcher sans fin la température au thermomètre mouillé. Par

exemple, comme indiqué par une ligne en pointillés en figure 5, la température au thermomètre mouillé d'un gaz ayant une température de 30°C et une humidité relative de 20 % assume une valeur (16°C) indiquée par une point Q. Ainsi, la température de l'eau venant en contact avec celui-ci résulte en une chute vers 16°C. Pour cette raison, si l'eau venant dans un gaz avec une faible humidité est en relation thermiquement couplée avec l'objet 53 en train d'être refroidi, l'objet 53 peut être refroidi en dessous de la température ambiante.

La figure 6 illustre la condition de fonctionnement du système de la figure 1 sur un diagramme de lignes d'air. Dans cette figure, en supposant que l'humidité relative de l'espace 51a soit prise en x_1 et sa température d'espace t_1, la condition thermique de l'espace est représentée à un point P_1 sur le digramme de lignes d'air. Ainsi, l'eau 52 venant en contact avec le gaz avec l'humidité relative x_1 commence à chuter le long d'une ligne L_1 vers la température au thermomètre mouillé t_w. De plus, l'eau 52 reçoit de la chaleur de l'objet 53 thermiquement couplé à celle-ci et de ce fait entre dans une condition d'équilibre à sa température intermédiaire. A cause de l'action de la membrane électrolytique solide 50, la vapeur produite dans l'espace 51a est déplacée vers l'espace 51b tandis que l'oxygène est déplacé de l'espace 51b à l'espace 51a avec pour conséquence que l'humidité relative de l'espace 51a est toujours maintenue pour être faible.

De manière analogue, en supposant que l'humidité relative de l'espace 51b soit considérée pour être x_2 dans l'état de saturation ou au voisinage de l'état de saturation et la température d'espace soit considérée pour être t_1, l'état thermique de l'espace est indiqué à un point P_2 sur le diagramme de lignes d'air. Si la température de condensation du condenseur 54 est t_c, l'état thermique du gaz se déplace horizontalement du point P_2 à un point P_d, tandis que la vapeur commence à se condenser et atteint un point P_c lorsqu'étant juste refroidie et ensuite retourne à l'espace

51b le long d'une ligne droite L_2, prenant ainsi un état indiqué par le point P_2. Cette répétition condense la vapeur déplacée par la membrane électrolytique solide 50. A cause de la réaction électrolytique précitée, l'oxygène égalise en mole la vapeur qui se déplace entre les espaces 51b et 51a dans une direction opposée à celle de la vapeur.

Comme décrit ci-dessus, selon le premier mode de réalisation, le boîtier thermiquement scellé 51 enfermant l'oxygène et la vapeur est divisé par la membrane électrolytique solide 50 en espaces 51a et 51b et la surface de la membrane électrolytique solide 50 au côté espace 51a provoque l'électrolyse de l'eau tandis que les protons produits par l'électrolyse de l'eau sont fournis par la membrane électrolytique solide 50 à une autre surface de la membrane électrolytique solide 50 au côté espace 51b de sorte que la réaction de production d'eau se produit sur la surface de la membrane électrolytique solide 50 au côté espace 51b pour créer la différence d'humidité entre les espaces 51a et 51b et subséquemment l'eau 52 contenue dans l'espace 51a est amenée en contact avec le gaz avec une faible humidité dans l'espace 51a pour réduire la température de l'eau. Par cet agencement, l'eau 52 et le gaz peuvent être circulés sans l'utilisation d'un moyen mécanique tel qu'une pompe, réalisant de la sorte un procédé de refroidissement non bruyant qui est également applicable au refroidissement local d'un substrat électronique.

De plus, ce mode de réalisation est équipé de la membrane électrolytique solide 50 placée pour diviser le boîtier hermétiquement scellé 51 enfermant l'oxygène et la vapeur dans les deux espaces 51a et 51b, de l'eau 52 emmagasinée dans l'espace 51a, du condenseur 54 prévu pour communiquer avec l'espace 51b du passage d'eau 55 pour établir une communication entre la portion de réservoir d'eau condensée du condenseur 54 et la portion de réservoir d'eau de l'espace 51a, du mécanisme de ventilation du type à pression différentielle 56 pour établir une communication entre les sections de gaz des espaces 51a et 51b et de la

source d'alimentation en courant continu 11 pour l'application d'une tension continue aux deux surfaces de la membrane électrolytique solide 50. Ainsi, le système peut circuler l'eau 52 et le gaz sans l'utilisation d'un moyen mécanique tel qu'une pompe et peut être construit avec des dispositifs reposants et avec moins de composants. Ceci permet une réduction en dimension et permet de ce fait un refroidissement de niveau microscopique ou à petite échelle tel qu'un refroidissement local sur un substrat électronique. De plus, ce système peut être sans bruit. De plus, sans moyen d'entraînement ou de commande intérieur, le système de refroidissement résultant est sans entretien. De plus, puisque la température de refroidissement de l'eau 52 est réglable en réglant la pression du gaz contenu dans le boîtier hermétiquement scellé 51, le refroidissement devient possible selon la température de refroidissement nécessaire pour l'objet 53 en train d'être refroidi. De plus encore, maintenant que le gaz contenu dans les espaces 51a et 51b est produit avec de l'oxygène et de la vapeur, seulement des facteurs contribuant à l'électrolyse existent dans les espaces 51a et 51b, promouvant ainsi la réaction et améliorant la capacité de refroidissement.

Second mode de réalisation

Bien que dans le premier mode de réalisation ci-dessus décrit le mouvement du gaz entre les espaces 51a et 51b dépend de la convection naturelle due à la différence de poids spécifique entre la molécule d'eau et la molécule d'oxygène, c'est-à-dire, due au poids spécifique de la molécule d'eau dans approximativement plus de la moitié de celui de la molécule d'oxygène, dans ce second mode de réalisation des ailettes rotatives 62 organisant un malaxage ou un moyen d'agitation sont, comme représenté en figure 7, prévues dans les sections de gaz des espaces 51a et 51b et sont réalisées pour être entraînées en rotation par un dispositif d'entraînement 63.

De ce fait, selon ce second mode de réalisation, avec les ailettes rotatives 62 étant entraînées en rotation par le

dispositif d'entraînement 63, les gaz dans les espaces 51a et 51b sont déplacés obligatoirement. Ainsi, les molécules d'oxygène et les molécules d'eau peuvent efficacement venir en contact avec les surfaces de réaction électrolytique de la membrane électrolytique solide 50, c'est-à-dire, l'anode 59 et la cathode 60, favorisant de la sorte la réaction électrolytique pour améliorer la capacité de refroidissement.

Troisième mode de réalisation

Bien que dans le premier mode de réalisation ci-dessus décrit l'eau 52 soit stockée dans la portion de fond de l'espace 51a et soit amenée en contact avec le gaz avec une faible humidité de sorte que sa température chute et soit de plus couplée thermiquement à l'objet 53 en train d'être refroidi pour refroidir l'objet 53, dans ce troisième mode de réalisation, comme représenté en figure 8, une plaque de refroidissement 64 thermiquement couplée à l'objet 53 en train d'être refroidi est intégralement fixée à une portion du boîtier hermétiquement scellé 51 de sorte que l'espace 51a est défini par la membrane électrolytique solide 50, le boîtier hermétiquement scellé 51 et la plaque de refroidissement 64. De plus, sur la surface de la plaque de refroidissement 64 faisant face à la membrane électrolytique solide 50, on a fixé rigidement une couche contenant de l'eau 65 qui est une plaque poreuse, une plaque analogue à une plaque perforée ou crible ou une plaque analogue à un film portant une bonne conductivité thermique et une propriété d'absorption d'eau. De plus, une portion de cette plaque de refroidissement 64 est positionnée sous le condenseur 54 et comporte une portion de réservoir d'eau condensée 64a réalisée pour stocker l'eau condensée par le condenseur 54 et cette portion de réservoir d'eau condensée 64a communique avec la couche contenant de l'eau 65 de sorte que la couche contenant de l'eau 65 est conservée pour être dans une condition mouillée.

Comme décrit ci-dessus, puisque dans ce troisième mode de réalisation la couche contenant de l'eau 65 est placée pour faire face à l'anode 59 de la membrane électrolytique

solide 50, ainsi que le premier mode de réalisation ci-dessus mentionné, la vapeur dans l'espace 51a est fournie à l'espace 51b tandis que les molécules d'oxygène dans l'espace 51b sont fournies à l'espace 51a de sorte que l'espace 51a présente une faible humidité et la surface de la couche contenant de l'eau 65 vient en contact avec le gaz de faible humidité de sorte que la température de la couche contenant de l'eau 65 chute. En conséquence, la plaque de refroidissement 64 est refroidie pour refroidir efficacement l'objet 53 en train d'être refroidi qui est thermiquement couplé à celle-ci. De plus, puisque le condenseur 54 est situé au-dessus de la plaque de refroidissement 64 pour être couplée à l'espace 51b dans une forme de passage et la portion de réservoir d'eau 64a est prévue dans la plaque de refroidissement 64 pour être positionnée au droit sous le condenseur 54 et est de plus couplée à la couche contenant de l'eau 65 de sorte que l'eau se déplace dans celle-ci, la vapeur dans l'espace 51b se déplace vers le condenseur supérieur 54 à cause de la différence de gravité puisque son poids spécifique est plus petit que celui de l'oxygène. De ce fait, la vapeur est condensée dans le condenseur 54 pour tourner en eau condensée qui à son tour chute pour être stockée dans la portion de réservoir d'eau condensée 64a. Subséquemment, l'eau 52 stockée dans la portion de réservoir d'eau condensée 64a est fournie à la couche contenant de l'eau 65 à cause de la différence de gravité de sorte que la couche contenant de l'eau 65 est maintenue pour être dans la condition mouillée ou humide. De plus, l'eau 52 contenue dans la couche contenant de l'eau 65 est évaporée de sa surface dans l'espace 51a, continuant ainsi la circulation de l'eau et de la vapeur.

Par ailleurs, la pression dans l'espace 51a s'élève en réponse au gaz d'oxygène de l'espace 51b, tandis que l'oxygène est ramené de l'espace 51a à l'espace 51b par le mécanisme de ventilation du type à pression différentielle 56.

De ce fait, la circulation de l'eau et du gaz devient possible sans l'utilisation d'énergie et d'un passage de circulation, permettant ainsi une réduction de dimension.

Quatrième mode de réalisation

Bien que dans le premier mode de réalisation ci-dessus décrit le passage d'eau 55 permette la communication entre la portion de réservoir d'eau condensée de la section de fond du condenseur 54 et la portion de réservoir d'eau de l'espace 51a, dans ce quatrième mode de réalisation, comme représenté en figure 9, un tube en forme de U 66 qui est une conduite est prévu dans la portion de réservoir d'eau condensée de la portion de fond du condenseur 54 de sorte que l'une de ses portions d'extrémité est positionnée pour venir sous le niveau de l'eau 52 (plonger dans celle-ci) de la portion de réservoir de l'espace 51a lorsque la différence de pression entre les sections de gaz des espaces 51a et 51b est inférieure à une valeur préétablie ou spécifiée et pour faire saillie de l'eau 52 lorsque la différence de pression excède la valeur préétablie tandis que son autre portion d'extrémité est placée à un niveau supérieur au niveau de l'eau 52 de la portion de réservoir d'eau de l'espace 51a lorsque la différence de pression est inférieure à la valeur préétablie.

Ainsi, dans ce quatrième mode de réalisation, lorsque la différence de pression entre les sections de gaz des espaces 51a et 51b est en dessous de la valeur préétablie, l'eau condensée produite dans le condenseur 54 est stockée dans la portion de réservoir d'eau condensée. De plus, le niveau de l'eau condensée stockée dans la portion de réservoir d'eau condensée devient supérieur à l'autre extrémité du tube en forme de U 66, l'eau condensée circule à travers le tube en forme de U 66 dans la portion de réservoir d'eau de l'espace 51a, accomplissant ainsi la circulation d'eau. De plus, lorsque la différence de pression entre les sections de gaz des espaces 51a et 51b devient grande, le niveau de l'eau 52 dans la portion de réservoir d'eau de l'espace 51a chute. Lorsque la différence de pression arrive à la valeur préétablie, la portion d'extrémité du tube en

forme de U 66 coïncide avec le niveau de l'eau 62. Lorsque la différence de pression devient plus grande, l'eau dans le tube en forme de U 66 est pressée vers le côté condenseur 54 et le gaz dans l'espace 51a est déchargé au condenseur 54, résultant dans l'élimination de la différence de pression. Du fait qu'il n'y a aucune différence de pression entre les espaces 51a et 51b, la portion d'extrémité du tube en forme de U 66 vient sous l'eau 52 dans la portion de réservoir d'eau avec pour conséquence que la circulation d'eau redémarre à travers le tube en forme de U 66. De ce fait, selon ce quatrième mode de réalisation, le tube en forme de U 66 présente la fonction de circulation d'eau simultanément avec la fonction de circulation de gaz et de ce fait le mécanisme de ventilation du type à pression différentielle 56 devient non nécessaire, simplifiant de la sorte les composants et permettant sa réduction de dimension.

Cinquième mode de réalisation

Bien que dans le premier mode de réalisation ci-dessus mentionné le boîtier hermétiquement fermé 51 soit divisé en deux espaces 51a et 51b par une membrane électrolytique solide 50, dans ce cinquième mode de réalisation, comme représenté en figure 10, deux membranes électrolytiques solides, c'est-à-dire des première et seconde membranes électrolytiques solides 50a et 50b ayant une construction similaire à la membrane électrolytique solide ci-dessus mentionnée 50, sont utilisées et disposées à un certain intervalle pour diviser le boîtier hermétiquement fermé 51 en espaces 51a et 51b et pour définir un espace hermétiquement fermé 70. Dans ce cas, les première et seconde membranes électrolytiques solides 50a et 50b sont agencées en série dans une direction dans laquelle l'hydrogène se déplace.

En second lieu, une description sera effectuée ci-dessous du fonctionnement de ce cinquième mode de réalisation de l'invention. Une tension continue est appliquée par la source d'alimentation en courant continu 11 à une anode 59a et une cathode 60a de la première membrane électrolytique solide 50a (section de cellule électrolytique d'eau). Ainsi,

la réaction électrolytique suivante prend place sur les surfaces de l'anode 59a et de la cathode 60a.

Côté anode : $H_2O \rightarrow 2H^+ + 1/2O_2 + 2e^-$

Côté cathode : $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

C'est-à-dire, l'anode 59a consomme de la vapeur et produit un gaz d'oxygène tandis que la cathode 60a produit un gaz d'hydrogène. De plus, le gaz hydrogène ici produit est hermétiquement comprimé dans l'espace hermétiquement fermé 70 afin de former un espace de gaz de faible humidité. L'espace 51a est maintenu pour présenter une faible humidité tandis que l'espace 51b est conservé pour présenter une humidité élevée, créant de la sorte une différence d'humidité entre membranes. Ainsi, dans le cas où comme dans le premier mode de réalisation ci-dessus mentionné les espaces 51a et 51b sont formés par la membrane électrolytique solide 50, puisque le conducteur de protons 58 (membrane électrolytique solide à teneur en polymère élevée) a une perméabilité à l'humidité, la vapeur se déplace du côté humidité élevée à travers le conducteur de protons 58 au côté faible humidité. Ceci correspond au mouvement opposé de la vapeur lorsqu'étant vue comme un système, altérant ainsi l'efficacité de déplacement dans le système. Cependant, l'espace de gaz de faible humidité défini dans l'espace hermétiquement clos 70 peut agir pour bloquer le mouvement opposé de vapeur précitée pour supprimer la détérioration de l'efficacité du déplacement de la vapeur.

Par ailleurs, à l'électrode 59b de la seconde membrane électrolytique solide 50b (section de cellule de production d'eau), une réaction de dissociation se produit pour ioniser des molécules d'hydrogène, tandis qu'à l'anode 60b une réaction apparaît pour convertir des molécules d'oxygène en molécules d'eau.

Electrode 59b : $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

Electrode 60b : $2H^+ + 2e^- + 1/2O_2 \rightarrow H_2O$

Les réactions exprimées par les formules ci-dessus sont basées sur le principe d'une cellule de combustible. Une force électromotrice se développe entre les électrodes 59b et

60b et l'énergie appliquée à la première membrane électrolytique solide 50a est récupérée par la seconde membrane électrolytique solide 50b pour régénération (réutilisation).

Par ailleurs, une description sera effectuée en référence à la figure 11 en termes d'un système de régénération de la force électromotrice récupérée à la seconde membrane électrolytique solide 50b pour la réaction électrolytique dans la première membrane électrolytique solide 50a. Tout d'abord, une tension continue est donnée par la source d'alimentation en courant continu 11 à la première membrane électrolytique solide 50a pour amener la réaction électrolytique d'eau à se produire dans la première membrane électrolytique solide 50a, tandis que la réaction de formation d'eau prend place dans la seconde membrane électrolytique solide 50b. A cet instant, une force électromotrice est produite à cause de la réaction dans la seconde membrane électrolytique solide 50b. Cette force électromotrice produite est acceptée et récupérée par un dispositif de récupération de force électromotrice 71. De plus, une énergie récupérée par le dispositif de récupération de force électromotrice 71 est fournie à la première membrane électrolytique solide 50a à la place de l'énergie de la source d'alimentation en courant continu 11, maintenant de la sorte la réaction électrolytique et continuant de ce fait l'opération de refroidissement. Cependant, la consommation d'énergie apparaît par la perte de chaleur par effet Joule et d'autres dans chaque membrane électrolytique solide et de ce fait l'énergie récupérée par le dispositif de récupération de force électromotrice 71 a pour conséquence qu'on ne couvre pas suffisamment l'énergie nécessaire. De ce fait, une source supplémentaire d'énergie 72 est prévue pour suppléer l'énergie.

Comme décrit ci-dessus, selon ce cinquième mode de réalisation, l'espace de gaz est formé dans l'espace hermétiquement clos 70 entre les première et seconde membranes électrolytiques solides 50a et 50b pour bloquer le

mouvement inverse de la vapeur de l'espace 51b (côté humidité élevée) à l'espace 51a (côté humidité faible), supprimant ainsi l'abaissement de l'efficacité de mouvement et améliorant la performance de refroidissement. De plus, puisque la force électromotrice produite entre les électrodes 59b et 60b de la seconde membrane électrolytique solide 50b est récupérée pour régénération, un système d'économie d'énergie peut être réalisé.

Bien que dans ce cinquième mode de réalisation les première et seconde membranes électrolytiques solides 50a et 50b soient disposées à un certain intervalle, il est également approprié que les première et seconde membranes électrolytiques solides 50a et 50b soient disposées pour être amenées en contact l'une avec l'autre. Dans ce cas, l'espace hermétiquement clos 70 à définir entre les première et seconde membranes électrolytiques solides 50a et 50b devient minimum avec pour conséquence que l'espace de gaz d'hydrogène devient un minimum, améliorant ainsi la sécurité du système.

Sixième mode de réalisation

Bien que dans le cinquième mode de réalisation précité les première et seconde membranes électrolytiques solides 50a et 50b soient disposées à un intervalle donné, dans ce sixième mode de réalisation, comme représenté en figure 12, à la place de la seconde membrane électrolytique solide 50b étant la section de production d'eau, une seconde membrane électrolytique solide 50c est utilisée où un court-circuit électrique est formé à l'intérieur de la membrane électrolytique solide à teneur en polymère élevée. Cette seconde membrane électrolytique solide 50c n'a pas séparément l'électrode positive et l'électrode négative à ses deux surfaces mais est construite en une électrode de court-circuit interne étant une électrode unique.

Plus spécifiquement, la seconde membrane électrolytique solide 50c est construite de sorte qu'un électrolytique solide à teneur en polymère élevée conducteur de cations 74 et un catalyseur à particules fines de platine 75 sont imprégnés dans des trous d'un matériau de base poreux

conducteur d'électrons 73 pour tridimentionnellement venir en contact l'un avec l'autre. De ce fait, dans cette seconde membrane électrolytique solide 50c, les protons et les électrons sont simultanément déplaçables de sa surface arrière 76 (faisant face à la première membrane électrolytique solide 50a) à sa surface avant 77.

Sur la surface arrière 76 de la seconde membrane électrolytique solide 50c, l'hydrogène produit à la cathode 60a de la première membrane électrolytique solide 50a étant la section de cellule électrolytique d'eau est consommé pour produire des protons et des électrons. De plus, les protons passent à travers l'électrolyte solide à teneur en polymère élevée conducteur de cations 74 imprégnés dans les trous du matériau de base poreux 73 pour se déplacer de sa surface arrière 76 à sa surface avant 77. Par ailleurs, les électrons passent à travers le matériau de base poreux conducteur d'électrons 73 pour se déplacer de sa surface arrière 76 à sa surface avant 77. Les protons et les électrons transférés à la surface avant 77 réagissent avec l'oxygène dans le gaz pour produire de l'eau sur la surface avant 77, accomplissant ainsi une opération de refroidissement.

Ainsi, selon le sixième mode de réalisation, puisque la seconde membrane électrolytique solide 50c servant comme électrode unique est utilisée à la place de la seconde membrane électrolytique solide 50c, la structure du système devient simplifiée pour permettre la réduction des coûts.

La figure 13 est une illustration des résultats d'un test d'évaluation pour les capacités de déshumidification et les capacités de concentration d'oxygène en utilisant une membrane électrolytique solide 50 comme décrit dans le premier mode de réalisation et en utilisant les deux première et seconde membranes électrolytiques solides 50a et 50c comme décrit dans le sixième mode de réalisation. Dans cette illustration, les courbes A et B représentent respectivement les variations de l'humidité et de la concentration en oxygène avec le temps dans l'espace électrolytique d'eau 51a dans le cas de l'utilisation d'une membrane électrolytique

solide, tandis que les courbes C et D représentent respectivement les variations de l'humidité et de la concentration en oxygène dans le temps dans le cas de l'utilisation d'une paire de membranes électrolytiques solides. Dans ce cas, l'espace électrolytique d'eau est hermétiquement fermé et est équipé d'un détecteur d'humidité et d'un détecteur de concentration, tandis que l'espace de production d'eau est maintenu à une température de 35°C et une humidité relative de 70 % par une température constante et un bain d'humidité élevé et la tension à appliquer est réglée à 3V CC.

A partir de la figure 13, en comparant la courbe A à la courbe C, il est évident que l'utilisation de la paire de membranes électrolytiques solides réduit plus grandement l'humidité dans le temps et présente une performance de déshumidification supérieure. Le mouvement inverse de la vapeur est gêné par un espace de gaz formé entre la paire de membranes électrolytiques solides, améliorant de la sorte la performance de déshumidification. De plus, en comparant la courbe B à la courbe D, il est évident à partir de la même illustration que l'utilisation de la paire de membranes électrolytiques solides augmente plus la concentration en oxygène dans le temps et présente une performance de concentration en oxygène supérieure.

Bien que dans le sixième mode de réalisation ci-dessus mentionné les première et seconde membranes électrolytiques solides 50a et 50c soient disposées à une séparation donnée, il est également possible que les première et seconde membranes électrolytiques solides 50a et 50c soient disposées pour être amenées en contact l'une avec l'autre. Dans ce cas, l'espace hermétiquement étanche 70 à définir entre les première et seconde membranes électrolytiques solides 50a et 50c assume un minimum pour amener l'espace de gaz d'hydrogène à devenir un minimum, améliorant ainsi la sécurité du système.

Septième mode de réalisation

Dans ce septième mode de réalisation, comme représenté en figure 14, en plus de la structure du cinquième mode de réalisation, un conducteur thermique analogue à une plaque perforée ou crible 78 est fixé sur la surface de la cathode 60a de la première membrane électrolytique solide 50a et est étendu à l'extérieur du système, avec un radiateur thermique 79 étant fixé à la portion d'extension de celui-ci. Une tension continue est appliquée entre les électrodes de la membrane électrolytique solide pour induire les réactions d'oxydation/réduction (désoxydation) sur les deux surfaces des électrodes de sorte que toute la vapeur est déplacée du côté anode au côté cathode tandis que l'oxygène est déplacé du côté cathode au côté anode et la vapeur dans l'espace 51a est fournie au côté espace 51b tandis que l'oxygène dans l'espace 51b est fourni au côté espace 51a. Sur ce, l'humidité dans l'espace 51a devient plus faible, accélérant de la sorte l'évaporation de l'eau 52 stockée dans l'espace 51a pour induire la chute de température. A cet instant, dans le conducteur de protons 58, la chaleur par effet Joule est produite à cause de la circulation du courant et la chaleur de réaction est produite à cause de la réaction chimique, induisant ainsi l'élévation de température du conducteur de protons 58. Cependant, la chaleur du conducteur de protons 58 est transmise au conducteur thermique 78 et rayonnée par le radiateur thermique 79, avec pour conséquence que l'élévation de température du conducteur de protons 58 peut être supprimée pour permettre au conducteur de protons 58 d'être maintenu à une température donnée, améliorant de la sorte la capacité de refroidissement.

Bien que dans le septième mode de réalisation ci-dessus mentionné le conducteur thermique 78 soit fixé seulement sur la cathode 60a de la première membrane électrolytique solide 50a, le conducteur thermique 78 peut être également fixé sur seulement l'anode 59a de la seconde membrane électrolytique 50b ou comme représenté en figure 15 le conducteur thermique 78 peut être fixé à la fois aux première et seconde membranes

électrolytiques solides 50a et 50b. Même ces cas peuvent avoir les mêmes effets. De plus, même si dans le premier mode de réalisation ci-dessus décrit la membrane électrolytique solide 50 est équipée du conducteur thermique 78, alors il est également possible d'améliorer la performance de refroidissement.

Huitième mode de réalisation

Bien que dans les modes de réalisation ci-dessus décrits de la vapeur et de l'oxygène soient enfermés ou comprimés comme le gaz dans le boîtier hermétiquement clos 51, dans le huitième mode de réalisation, de l'air est emmagasiné comme le gaz dans le boîtier hermétiquement clos 51 et son fonctionnement est toujours effectué au voisinage de la pression atmosphérique. Dans ce cas, le gaz contient de l'azote et d'autres qui ne contribuent pas à la réaction électrolytique et de ce fait il existe un inconvénient à la vitesse de réaction. Cependant, à cause du fonctionnement au voisinage de la pression atmosphérique, il n'y a pas besoin de se faire du souci concernant une fuite de gaz et la fabrication du système devient simplifiée.

Neuvième mode de réalisation

La figure 16 est une illustration schématique d'une structure d'un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur la réaction électrolytique selon un neuvième mode de réalisation de l'invention. Dans cette illustration, désignée par le nombre 100 est une membrane électrolytique solide ayant une configuration cylindrique et ayant une fonction d'électrolyser des molécules d'eau. La membrane électrolytique solide 100 est fixée à une plaque de support 102 pour diviser un boîtier hermétiquement scellé 101 et configuré cylindriquement (boîte) avec un fond en deux espaces 101a et 101b. Une tension continue est fournie pour être appliquée par une source d'alimentation en courant continu 11 aux deux surfaces de la membrane électrolytique solide 100. Les deux espaces 101a et 101b communiquent l'un avec l'autre par des trous de ventilaton 103a réalisés dans une plaque d'extrémité 103 fixée à la portion d'extrémité

inférieure de la membrane électrolytique solide 101. De l'eau 52 est mise dans la portion inférieure de l'espace 101a pour imbiber ou tremper une portion d'extrémité inférieure d'un élément de revêtement 101a qui est installé le long de la paroi interne du boîtier hermétiquement étanche 101 et qui sert comme élément d'absorption ayant une configuration analogue à une plaque perforée ou crible, analogue à du coton ou analogue à une éponge pour présenter une bonne hydratation. De plus, l'eau 52 est absorbée ou imbibée dans l'élément de revêtement 101c par le phénomène de capillarité de sorte qu'un film d'eau est formé par de l'eau 52a sur la surface de paroi interne du boîtier constituant l'espace 101a. Une portion du boîtier définissant l'espace 101a est couplée thermiquement à un objet 53 en train d'être refroidi. A une surface externe d'un espace de condensation 104 formé dans une portion de l'espace 101b est fixé un radiateur thermique 57 qui agit comme moyen de condensation pour absorber de la chaleur de la vapeur à l'intérieur et pour rayonner la chaleur à l'extérieur. La vapeur circulant de l'espace 101b est refroidie et condensée en eau qui à son tour est absorbée par l'élément de revêtement 101c placé sur la surface de paroi. De plus, à cause du phénomène de capillarité, l'eau condensée absorbée par l'élément de revêtement 101c se déplace suivant une flèche A dans le revêtement 101c à la surface de paroi interne du boîtier formant l'espace 101a. De plus, dans les espaces 101a et 101b on a emmagasiné de l'oxygène mélangé à de la vapeur.

La membrane électrolytique solide 100 est construite pour avoir la même structure que la membrane électrolytique solide 50 telle que représentée en figure 2 à l'excepté de la configuration cylindrique. C'est-à-dire, cette membrane électrolytique solide 100 est construite de sorte qu'une anode 59 et une cathode 60 sont respectivement situées sur des côtés de surfaces circonférentielles externe et interne d'un conducteur de protons cylindrique 58 servant comme électrolyte solide à teneur en polymère élevée qui permet aux protons de passer sélectivement. De plus, un châssis réalisé

en résine 61 maintient le conducteur de protons 58, l'anode 59 et la cathode 60 et l'anode 59 et la cathode 60 sont fixées rigidement respectivement sur les deux surfaces du conducteur de protons. Comme conducteur de protons 58 on utilise une membrane d'échange de protons (une membrane électrolytique solide à teneur en polymère élevée) telle que le Nafion-117 (la marque enregistrée de Du Pont). De plus encore, l'anode 59 et la cathode 60 peuvent être une électrode poreuse qui est constituée d'un élément à maille plaqué de platine réalisé en titane, tantale ou acier inoxydable ou d'un élément plaqué de métal dans lequel des fibres servent comme moyens d'alimentation.

En second lieu, une description sera effectuée d'un fonctionnement du neuvième mode de réalisation de l'invention. En réponse à l'application d'une tension continue de la source d'alimentation en courant continu 11 entre l'anode 59 et la cathode 60, les réactions d'oxydation/réduction telles qu'exprimées par les formules suivantes se produisent sur les deux surfaces d'électrodes. A cet instant, comme représenté en figure 2, du H^+ (protons) produit par l'électrolyse sur l'anode 59 passe à travers le conducteur de protons 58 pour atteindre la cathode 60 pour produire de l'eau. Ainsi, de l'eau est électrolysée à l'anode 59 tandis que de l'eau est produite à la cathode 60, de sorte que toute la vapeur au côté anode 59 est déplacée au côté anode 59 et l'oxygène au côté cathode 60 est déplacé au côté anode 59.

Côté anode : $H_2O \rightarrow 2H^+ + 1/2O_2 + 2e^-$

Côté cathode : $2H^+ + 1/2O_2 + 2e^- \rightarrow H_2O$

Globalement : H_2O (côté anode) $\rightarrow$ H_2O (côté cathode)

O_2 (côté cathode) $\rightarrow$ O_2 (côté anode)

Si la membrane électrolytique solide 100 est placée de sorte que l'anode 59 soit positionnée au côté espace 101a, à cause de cette réaction, la vapeur dans l'espace 101a est déplacée au côté espace 101b tandis que l'oxygène dans l'espace 101b est déplacé au côté espace 101a. En conséquence, l'humidité diminue dans l'espace 101a pour

accélérer l'évaporation de l'eau 52a absorbée dans l'élément de revêtement 101c installé sur la surface de paroi interne du boîtier constituant le même espace, induisant ainsi la chute de température.

Puisque le boîtier constituant cet espace 101a est thermiquement couplé à l'objet 53 en train d'être refroidi, la chaleur produite à l'intérieur de l'objet 53 en train d'être refroidi est absorbée par l'eau 52a dont la température chute dans l'espace 101a, tandis que l'eau 52a s'évapore à cause de l'absorption de chaleur. De plus, à cause de l'action d'extraction de la vapeur de la membrane électrolytique solide 100, la vapeur évaporée est extraite dans l'espace 101b et l'espace 101a est toujours maintenu pour présenter une faible humidité pour favoriser l'évaporation de l'eau 52a. La vapeur extraite de l'espace 101a dans l'espace 101b s'écoule suivant une flèche B dans l'espace de condensation 104 couplé comme passage d'eau à l'espace 101b. La vapeur mise dans l'espace de condensation 104 est traitée de sorte que sa chaleur est rayonnée par le radiateur thermique 57 à l'extérieur pour être refroidie pour tourner en eau condensée qui à son tour est absorbée dans l'élément de revêtement 101c installé sur la surface de paroi interne de l'espace de condensation 104. De plus, à cause du phénomène de capillarité, l'eau condensée est successivement ramenée le long de la flèche A dans l'élément de revêtement 101c installé sur la surface de paroi interne de l'espace 101a. Ainsi, l'eau 52a dans l'espace 101a peut être circulée sans l'utilisation d'un moyen mécanique tel qu'une pompe.

Par ailleurs, à cause de la fonction de transfert des molécules d'oxygène qu'a la membrane électrolytique solide 100 en plus de la fonction d'extraction de vapeur précitée, le gaz d'oxygène dans l'espace 101b est transféré dans l'espace 101a. Sur ce, la pression dans l'espace 101a s'élève tandis que la pression dans l'espace 101b chute, avec pour conséquence qu'une différence de pression se produit entre les deux espaces 101a et 101b. De plus, à cause de la différence de pression produite entre les deux espaces 101a

et 101b, l'oxygène dans l'espace 101a est ramené à travers les trous de ventilation 103a dans l'espace 101b le long d'une flèche C. De ce fait, les opérations de transfert mutuelles de vapeur et d'oxygène de la membrane électrolytique solide 100 continue. Dans ce cas, la température de refroidissement nécessaire à l'objet 53 en train d'être refroidi varie selon diverses situations et de ce fait le système de refroidissement a besoin d'avoir une fonction pour arbitrairement établir la température de refroidissement.

La figure 4 illustre la relation entre la température d'évaporation d'ébullition d'eau et la pression de saturation. Comme cela est évident à partir de cette illustration, une température de refroidissement donnée peut être établie de telle manière que la pression de fonctionnement du boîtier hermétiquement scellé 101 soit fixée de sorte que la température d'évaporation d'ébulllition d'eau devient en dessous de la température de refroidissement de l'objet 53 en train d'être refroidi. Par exemple, dans des cas où l'objet 53 en train d'être refroidi a besoin d'être refroidi en dessous de 50°C, comme indiqué par une ligne en pointillés en figure 4, la pression d'un gaz contenant de la vapeur et de l'oxygène peut être établie de sorte que la pression dans le boîtier hermétiquement étanche 51 devient en dessous de la valeur (0,15 Kg/cm^2) indiquée par un point P.

De plus, une description sera effectuée ci-dessous du principe selon lequel le refroidissement de l'objet 53 en train d'être refroidi est possible par la construction du système de refroidissement selon l'invention. La figure 5 représente les contenus en humidité des gaz, c'est-à-dire, la relation entre la température au thermomètre mouillé et la température au thermomètre sec par rapport à l'humidité relative lorsque de l'eau et un gaz sont en condition de contact. La température au thermomètre sec est une température d'un gaz venant en contact avec l'eau et la température de l'eau venant en contact avec un gaz chute pour approcher sans fin la température au thermomètre mouillé. Par

exemple, comme indiqué par une ligne en pointillés en figure 5, la température au thermomètre mouillé d'un gaz ayant une température de 30°C et une humidité relative de 20 % assume une valeur (16°C) indiquée par un point Q. Ainsi, la température de l'eau venant en contact avec celui-ci résulte en une chute vers 16°C. Pour cette raison, si l'eau venant dans un gaz avec une faible humidité est en relation thermiquement couplée avec l'objet 53 en train d'être refroidi, l'objet 53 peut être refroidi en dessous de la température ambiante.

La figure 6 illustre la condition de fonctionnement du système de la figure 16 sur un diagramme de lignes d'air. Dans cette illustration, en supposant que l'humidité relative de l'espace 101a soit prise en x_1 et sa température d'espace t_1, la condition thermique de l'espace est représentée à un point P_1 sur le diagramme de lignes d'air. Ainsi, l'eau 52 venant en contact avec le gaz avec l'humidité relative x_1 commence à chuter le long d'une ligne L_1 vers la température au thermomètre mouillé t_w. De plus, l'eau 52 reçoit de la chaleur de l'objet 53 thermiquement couplé à celle-ci et entre de ce fait dans une condition d'équilibre à sa température intermédiaire. A cause de l'action de la membrane électrolytique solide 100, la vapeur produite dans l'espace 101a est déplacée à l'espace 101b, tandis que l'oxygène est déplacé de l'espace 101b à l'espace 101a, avec pour conséquence que l'humidité relative de l'espace 101a est toujours maintenue pour être faible.

De manière identique, en supposant que l'humidité relative de l'espace 101b en prise pour être x_2 dans l'état de saturation ou au voisinage de l'état de saturation et la température d'espace est prise pour être t_1, l'état thermique de l'espace est indiqué à un point P_2 sur le diagramme des lignes d'air. Si la température de condensation de l'espace de condensation 101 est t_c, l'état thermique de gaz se déplace horizontalement du point P_2 à un point P_d, tandis que la vapeur commence à se condenser et atteint un point P_c lorsqu'étant davantage refroidie et retourne ensuite à

l'espace 101b le long d'une ligne droite L_2, prenant ainsi un état indiqué par le point P_2. Cette répétition condense la vapeur déplacée de la membrane électrolytique solide 100. A cause de la réaction électrolytique précitée, l'oxygène égalise en mole la vapeur qui se déplace entre les espaces 101b et 101a dans une direction opposée à celle de la vapeur.

Comme décrit ci-dessus, selon le neuvième mode de réalisation, le boîtier hermétiquement scellé 101 enfermant l'oxygène et la vapeur est divisé par la membrane électrolytique solide 100 en espaces 101a et 101b et la surface de la membrane électrolytique solide 100 au côté espace 101a provoque l'électrolyse de l'eau tandis que les protons produits par l'électrolyse de l'eau sont fournis par la membrane électrolytique solide 100 à une autre surface de la membrane d'électrolytique solide 100 au côté espace 101b de sorte que la réaction de production d'eau se produit sur la surface de la membrane électrolytique solide 100 au côté espace 101b pour créer la différence d'humidité entre les espaces 101a et 101b et subséquemment l'eau 52a appliquée à la surface de paroi interne de l'espace 101a est amenée en contact avec le gaz avec une faible humidité dans l'espace 101a pour réduire la température de l'eau. Par cet agencement, l'eau 52a et le gaz peuvent être circulés sans l'utilisation d'un moyen mécanique tel qu'une pompe, produisant de la sorte un procédé de refroidissement sans bruit qui ne nécessite pas de mécanisme d'entraînement pour la circulation de l'eau.

De plus, ce mode de réalisation est équipé de la membrane électrolytique solide 100 placée pour diviser le boîtier hermétiquement scellé 101 enfermant l'oxygène et la vapeur dans les deux espaces 101a et 101b, de l'eau 52a appliquée dans la surface de paroi interne de l'espace 101a, de l'espace de condensation 104 prévu pour communiquer avec l'espace 101b, de l'élément de revêtement 101c pour établir une communication entre l'espace de condensation 104 et l'espace 101a, des trous de ventilation 103a pour effectuer une communication entre les sections de gaz des espaces 101a

et 101b et de la source d'alimentation en courant continu 11 pour appliquer une tension continue aux deux surfaces de la membrane électrolytique solide 101. Ainsi, le système peut circuler l'eau 52a et le gaz sans l'utilisation d'un moyen mécanique tel qu'une pompe et peut être construit avec des dispositifs reposants et avec moins de composants. Ceci permet une réduction de dimension et permet de ce fait un refroidissement de niveau microscopique ou à petite échelle tel qu'un refroidissement local sur un substrat électronique. De plus, ce système peut être sans bruit et peut être sans entretien à cause de l'absence d'une section d'entraînement. De plus, puisque la température de refroidissement de l'eau 52a peut être réglée en ajustant la pression du gaz contenu dans le boîtier hermétiquement scellé 101, le refroidissement devient possible selon la température de refroidissement nécessaire pour l'objet 53 en train d'être refroidi. De plus encore, maintenant que le gaz contenu dans les espaces 101a et 101b est produit avec de l'oxygène et de la vapeur, seulement des facteurs contribuant à l'électrolyse existent dans les espaces 101a et 101b, favorisant ainsi la réaction et améliorant la capacité de refroidissement.

De plus, selon le neuvième mode de réalisation, la membrane électrolytique solide 100 et les espaces 101a et 101b sont disposés coaxialement autour d'un axe vertical (l'axe de la membrane électrolytique solide 100) et l'espace de condensation 104 est placé à la position la plus haute tandis que les espaces 101a et 101b sont situés aux positions plus basses et de plus les trous de ventilation 103a pour ramener l'oxygène de l'espace 101a à l'espace 101b sont situés à la position la plus basse. Ainsi, la vapeur a un point spécifique petit et peut facilement se déplacer vers le haut, tandis que l'oxygène a un grand poids spécifique et se déplace vers le bas. De ce fait, le gaz est mobile par la différence de poids spécifique entre la vapeur et l'oxygène sans la nécessité d'une source d'entraînement. Même si la membrane solide électrolytique 100 et les espaces 101a et 101b sont coaxialement disposés autour d'un axe incliné par

rapport à la direction verticale, les mêmes effets peuvent également être obtenus.

Dixième mode de réalisation

Bien que dans le neuvième mode de réalisation précité le boîtier hermétiquement scellé 101 ait une portion de fond et la même dimension de diamètre externe dans les directions verticales, dans le dixième mode de réalisation, comme représenté en figure 17, le boîtier hermétiquement étanche 101 de façon similaire comporte une portion de fond mais comporte des dimensions de diamètre externe différentes dans les directions verticales. C'est-à-dire, dans le boîtier hermétiquement scellé 101, le diamètre externe d'une section inférieure recevant la membrane électrolytique solide 100 est réalisé pour être plus grand que le diamètre externe d'une section supérieure constituant l'espace de condensation 104. Par le neuvième mode de réalisation ci-dessus mentionné, dans le cas où la charge thermique de l'objet 53 en train d'être refroidi est grande et qu'il est nécessaire d'élargir le diamètre externe de la membrane électrolytique 100, alors la dimension de l'espace 101a devient grande. De plus, si tout le boîtier hermétiquement étanche 101 est conçu pour avoir la même dimension que celle de l'espace 101a, la dimension de diamètre externe de l'espace de condensation 104 devient non nécessairement grande, élargissant ainsi la dimension de tout le système et résultant en étant désavantageux du point de vue économique. Au contraire, selon le dixième mode de réalisation, puisque la dimension de diamètre externe de la section supérieure constituant l'espace de condensation 104 est conçue pour être plus petite, l'agrandissement en dimension de tout le système est supprimé et le problème précité peut être éliminé.

Onzième mode de réalisation

Bien que dans le neuvième mode de réalisation ci-dessus décrit l'espace 101a d'humidité réduite communique avec l'espace de condensation 104 et est placé pour entourer l'espace 101b comprenant une grande quantité de vapeur afin d'évaporer l'eau 52a absorbée dans l'élément de revêtement

101c, dans ce onzième mode de réalisation, comme représenté en figure 18, l'espace 101a est situé dans l'espace 101b. C'est-à-dire, une plaque de refroidissement 64 est coaxialement disposée avec le boîtier hermétiquement scellé 101 de sorte que la portion d'extrémité inférieure fait saillie de la surface inférieure du boîtier hermétiquement scellé 101. De plus, dans un côté inférieur du boîtier hermétiquement scellé 101, la membrane électrolytique solide 100 est placée pour entourer la plaque de refroidissement 64. De plus, un élément de revêtement 101c est installé le long de la surface de paroi externe (surface circonférentielle externe) de la plaque de refroidissement 64 dans un côté inférieur du boîtier hermétiquement scellé 101 et installé successivement le long de la surface de paroi interne (surface circonférentielle interne) du boîtier hermétiquement scellé 101 dans un côté supérieur de celui-ci. L'élément de revêtement 101c a des trous de ventilation de vapeur 101d à sa portion milieu. Par cette construction, dans un côté inférieur du boîtier hermétiquement étanche 101, on a formé un espace 101a entouré par la membrane électrolytique solide 100 et l'élément de revêtement 101c installé sur la surface de paroi externe de la plaque de refroidissement 64 et à l'extérieur de l'espace 101a, on a formé un espace 101b défini par la membrane électrolytique solide 100 et le boîtier hermétiquement scellé 101. Dans l'espace 101a, de l'eau 52 est stockée afin de tremper dans la portion d'extrémité inférieure de l'élément de revêtement 101c. De plus, l'espace 101a communique par des trous de ventilation 103a avec l'espace 101b, et l'espace 101b communique à travers les trous de ventilation 101d avec un espace de condensation 104 réalisé dans un côté supérieur du boîtier hermétiquement scellé 101.

Dans ce onzième mode de réalisation, la chaleur de l'objet 53 en train d'être refroidi est transmise par la plaque de refroidissement 64 et est absorbée par l'eau 52a dans l'élément de revêtement 101c installé sur la surface de paroi externe de la plaque de refroidissement 64. Ainsi,

l'objet 53 en train d'être refroidi est refroidi tandis que l'eau 52a est évaporée à cause de l'absorption de chaleur. De plus, la chaleur évaporée est extraite dans l'espace 101b à cause de l'action d'extraction de chaleur de la membrane électrolytique solide 100 de sorte que l'espace 101a est toujours conservé pour présenter une faible humidité pour accélérer l'évaporation de l'eau 52a. La vapeur extraire dans l'espace 101b à cause de l'action d'extraction de vapeur de la membrane électrolytique solide 100 est déplacée à travers les trous de ventilation 101d dans l'espace de condensation 104 et ensuite condensée par l'action de rayonnement du radiateur thermique 57 et de plus absorbée dans l'élément de revêtement 101c installé sur sa surface de paroi interne. De plus, l'eau absorbée dans l'élément de revêtement 101c dans l'espace de condensation 104 se déplace le long d'une flèche A jusqu'à l'élément de revêtement 101c installé sur la surface de paroi externe de la plaque de refroidissement 64 à cause du phénomène de capillarité de l'élément de revêtement 101c, retournant ainsi à l'espace 101a.

Par ailleurs, à cause de la fonction de transfert de molécules d'oxygène qu'a la membrane électrolytique solide 100 concurremment avec l'action d'extraction de vapeur précitée, l'oxygène dans l'espace 101b est déplacé à l'espace 101a. De ce fait, la pression dans l'espace 101a augmente tandis que la pression dans l'espace 101b diminue, produisant ainsi une différence de pression entre eux. A cause de cette différence de pression entre eux, l'oxygène dans l'espace 101a est ramené à travers les trous de ventilation 103a dans l'espace 101b le long d'une flèche C, avec pour conséquence que les opérations de transfert mutuelles de vapeur et d'oxygène de la membrane électrolytique solide 100 continuent.

Selon ce onzième mode de réalisation, puisque comme décrit ci-dessus l'espace 101a est formé à l'intérieur de l'espace 101b, la plaque de refroidissement 64 peut être située sur l'axe du boîtier hermétiquement scellé 101, c'est-à-dire, la plaque de refroidissement 64 peut être concentrée

localement dans une gamme étroite. Ainsi, selon ce onzième mode de réalisation, en plus des effets du neuvième mode de réalisation ci-dessus décrit, il est possible de refroidir efficacement un petit objet 53 en train d'être refroidi et une portion de chauffage locale. De plus, puisque l'élément de revêtement 101c est installé pour venir en contact avec la surface de paroi externe de la plaque de refroidissement 64, la chaleur de la plaque de refroidissement 64 est absorbée par l'eau 52a dans l'élément de revêtement 101c de sorte que la plaque de refroidissement 64 est refroidie rapidement.

Douxième mode de réalisation

Bien que dans le neuvième mode de réalisation ci-dessus décrit le boîtier hermétiquement scellé 101 soit construit pour être symétrique par rapport à son axe, dans ce douxième mode de réalisation, comme représenté en figure 19, le boîtier hermétiquement scellé 101 est construit pour avoir une configuration en polygone et la surface de la membrane électrolytique solide ou la surface de refroidissement n'est pas prévue par rapport à toute sa surface mais est prévue par rapport à une surface ou plusieurs surfaces (non représentées). Dans ce cas, les mêmes effets peuvent également être obtenus. Cette structure permet aux configurations du boîtier hermétiquement scellé 101 d'être déterminées selon les conditions d'adaptation pour refroidir l'objet 53 en train d'être refroidi.

Treizième mode de réalisation

Bien que dans le onzième mode de réalisation ci-dessus décrit, afin d'évaporer l'eau 52a absorbée dans l'élément de revêtement 101c, l'espace 101a d'humidité réduite soit situé à l'intérieur de l'espace 101b comprenant une grande quantité de vapeur dans le côté inférieur du boîtier hermétiquement scellé 101 et l'espace de condensation 104 communiquant avec l'espace 101b soit placé dans le côté supérieur du boîtier hermétiquement scellé 101, dans ce treizième mode de réalisation comme représenté en figure 20, un espace 101b placé à l'extérieur d'un espace 101a est construit en un espace de condensation 104. C'est-à-dire, la portion

d'extrémité inférieure d'une plaque de refroidissement 64 est disposée coaxialement à un boîtier hermétiquement scellé 101 pour faire saillie de la surface inférieure du boîtier hermétiquement scellé 101. De plus, une membrane électrolytique solide 100 est disposée afin de renfermer la plaque de refroidissement 64. De plus, un élément de revêtement 101c est successivement installé de la surface de paroi externe de la plaque de refroidissement 64 à travers la surface de fond interne du boîtier étanche 101 jusqu'à la surface de paroi interne du boîtier hermétiquement scellé 101. De plus encore, un radiateur thermique 57 est fixé sur la surface de paroi externe du boîtier hermétiquement scellé 101. Par cette structure, l'espace 101a est défini par la membrane électrolytique solide 100 et l'élément de revêtement 101c installé sur la surface de paroi externe de la plaque de refroidissement 64 tandis que l'espace 101b est formé à l'extérieur de l'espace 101a pour être entouré par la membrane électrolytique solide 100 et le boîtier hermétiquement scellé 101. Dans l'espace 101a, l'eau 52 est gardée pour tremper dans la portion d'extrémité inférieure du revêtement 101c. L'espace 101a est couplé à travers des trous de ventilation 103a à l'espace 101b. L'espace 101b est, sur sa surface de paroi externe, équipé du radiateur thermique 57 pour servir également comme espace de condensation.

Dans ce treizième mode de réalisation, la chaleur de l'objet 53 en train d'être refroidi est transmise par la plaque de refroidissement 64 qui est absorbée par l'eau 52a dans l'élément de revêtement 101c installé sur la surface de paroi externe de la plaque de refroidissement 64. Sur ce, l'objet 53 en train d'être refroidi est refroidi tandis que l'eau 52a est évaporée à cause de l'absorption de chaleur. La vapeur évaporée est extraite dans l'espace 101b à cause de l'action d'extraction de vapeur de la membrane électrolytique solide 100 et l'espace 101a est conservé pour présenter une faible humidité pour favoriser l'évaporation de l'eau 52a. De plus, dans l'espace 101b, la vapeur extraite à cause de l'action d'extraction de vapeur de la membrane électrolytique

solide 100 est condensée par l'action de rayonnement de chaleur du radiateur thermique 57 et absorbée dans le revêtement 101c installé sur sa surface de paroi interne. De plus, la vapeur (eau) extraite dans l'élément de revêtement 101c dans l'espace 101b se déplace le long d'une flèche A jusqu'à l'élément de revêtement 101c installé sur la surface de paroi externe de la plaque de revêtement 64 par le phénomène de capillarité de l'élément de revêtement 101c, résultant ainsi au retour à l'espace 101a.

Par ailleurs, à cause de la fonction de transfert d'oxygène qu'a la membrane électrolytique solide 100 avec la fonction d'extraction de vapeur précitée, l'oxygène dans l'espace 101b est transféré dans l'espace 101a, de la sorte la pression dans l'espace 101a s'élève et la pression dans l'espace 101b chute, produisant ainsi une différence de pression entre eux. De plus, à cause de cette différence de pression entre eux, l'oxygène dans l'espace 101a est ramené à travers le trous de ventilation 103a dans l'espace 101b le long d'une flèche C. De ce fait, les opérations de transfert mutuelles de vapeur et d'oxygène de la membrane électrolytique solide 100 continuent.

Comme décrit ci-dessus, selon ce treizième mode de réalisation, puisque l'espace 101a est situé à l'intérieur de l'espace 101b et le radiateur thermique 57 est prévu sur la surface de paroi externe du boîtier hermétiquement scellé 101 de sorte que l'espace 101b agit également comme l'espace de condensation 104, en plus des effets du onzième mode de réalisation ci-dessus décrit, il est possible de racourcir la dimension axiale et cette structure est efficace particulièrement parce qu'il est nécessaire de réduire sa hauteur à cause de limitations d'adaptation.

Quatorzième mode de réalisation

Bien que dans le neuvième mode de réalisation ci-dessus décrit la membrane électrolytique solide à une configuration cylindrique soit utilisée pour former séparemment les deux espaces 101a et 101b, dans ce quatorzième mode de réalisation, n'étant pas représenté aux figures, les première

et seconde membranes électrolytiques solides construites comme la membrane électrolytique solide mais différente en diamètre sont coaxialement disposées pour former un espace hermétiquement scellé entre elles pour établir séparemment deux espaces 101a et 101b. Dans ce cas, la première membrane électrolytique solide est positionnée au côté espace 101a tandis que la seconde membrane électrolytique solide est positionnée au côté espace 101b. Dans ce quatorzième mode de réalisation, comme le cinquième mode de réalisation ci-dessus décrit, l'espace hermétiquement scellé formé entre les première et seconde membranes électrolytiques solides établit un espace de gaz de faible humidité et une force électromotrice prend place entre les électrodes prévues aux deux surfaces de la seconde membrane électrolytique solide.

Selon ce quatorzième mode de réalisation, en plus des effets du neuvième mode de réalisation ci-dessus mentionné, à cause de l'espace hermétiquement scellé précité étant l'espace de gaz de faible humidité, il est possible d'améliorer la performance de refroidissement en bloquant le mouvement inverse de la vapeur de l'espace 101b à l'espace 101a. De plus, avec la force électromotrice prenant place entre les électrodes prévues aux deux surfaces de la seconde membrane électrolytique solide étant récupérée et réutilisée, un système d'économie d'énergie peut être obtenu.

Quinzième mode de réalisation

Bien que dans le neuvième mode de réalisation ci-dessus décrit la membrane électrolytique solide cylindrique 100 soit utilisée pour établir séparemment les deux espaces 101a et 101b, dans ce quinzième mode de réalisation, n'étant pas représenté aux figures, une première membrane électrolytique solide cylindrique construite comme la membrane électrolytique solide 100 et une seconde membrane électrolytique solide cylindrique ayant un court-circuit électrique formé à l'intérieur d'une membrane électrolytique à teneur en polymère élevée sont coaxialement disposées pour former un espace hermétiquement clos entre elles pour ainsi établir séparemment deux espaces 101a et 101b. La première

membrane électrolytique solide est positionnée au côté espace 101a tandis que la seconde membrane électrolytique solide est positionnée au côté espace 101b.

Selon ce quinzième mode de réalisation, ainsi que le sixième mode de réalisation ci-dessus mentionné, l'amélioration de la capacité de déshumidification est possible et une capacité de concentration et d'oxygène excellente peut être atteinte.

Bien que dans les modes de réalisation ci-dessus décrits le but est de réduire la dimension du système, si un électrolyte solide de grande dimension est incorporé pour agrandir la zone de réaction électrolytique, il est possible à un système de conditionnement d'air d'être reposant, non bruyant et sans entretien.

Seizième mode de réalisation

La figure 21 est une illustration schématique d'une structure d'un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique selon un seizième mode de réalisation de l'invention. A cette illustration, un boîtier hermétiquement scellé 110 est réalisé à partir d'une plaque d'acier inoxydable flexible ayant une épaisseur d'approximativement 0,3 mm et traité, par exemple, pour avoir une configuration de surface en forme d'onde ou une configuration de surface irrégulière microscopique. De plus, une membrane électrolytique solide 50 est prévue pour diviser le boîtier hermétiquement scellé 110 en deux espaces 110a et 110b étant des premier et second espaces hermétiquement scellés. De plus, un moyen d'espacement 111 réalisé en une résine isolante à teneur en polymère élevée est situé entre une surface de paroi interne du boîtier hermétiquement scellé 110 et la membrane électrolytique solide 50. De plus encore, les espaces 110a et 111b sont remplis d'oxygène. L'espace 110b du boîtier hermétiquement scellé 110 communique par un tube de ventilation 112 avec un condenseur 54. Au milieu de ce tube de ventilation 112 est fixé un élément flexible tel qu'un soufflet 113. Egalement au milieu d'un passage d'eau 55 est

fixé un élément flexible tel qu'un soufflet 114. D'autres structures sont les mêmes que dans le premier mode de réalisation ci-dessus décrit.

Dans ce seizième mode de réalisation, puisque le boîtier hermétiquement scellé 110 est fabriqué avec un matériau flexible, lorsque ces deux portions d'extrémité sont maintenues et pliées, sa forme externe peut être pliée comme représenté en figure 22. De plus, la membrane électrolytique solide 50 a une séparation appropriée du boîtier hermétiquement scellé 110 au moyen du moyen d'espacement 111. De plus, à cause de la déformation du boîtier hermétiquement scellé 110, les portions d'extrémité de celui-ci s'abaissent relativement par rapport au condenseur 54. Selon le déplacement relatif du boîtier hermétiquement scellé 110 et du condenseur 54, la contrainte à appliquer au passage d'eau 55 peut être supprimée à cause de la déformation de l'élément flexible 114. De plus, à cause de la déformation de l'élément flexible 113 fixé dans le tube de ventilation 112, le condenseur 54 peut arbitrairement prendre la relation de position au boîtier hermétiquement scellé 110 verticalement et horizontalement. A cet instant, l'élément flexible 114 fixé dans le passage d'eau 55 se déforme en conformité avec la déformation relative du boîtier hermétiquement scellé 110 et du condenseur 54.

L'opération de refroidissement du système de refroidissement du type à évaporation d'eau selon ce seizième mode de réalisation est la même que celle du premier mode de réalisation ci-dessus décrit. Pour cette raison, ce seizième mode de réalisation peut avoir les mêmes effets que le premier mode de réalisation ci-dessus décrit. De plus, puisque le boîtier hermétiquement scellé 110 a une flexibilité et de ce fait est déformable, la portion de fond du boîtier hermétiquement scellé 110 vient en contact avec l'eau 52, c'est-à-dire, la forme externe de la section de refroidissement, est déformable en conformité avec la configuration de la surface refroidie de l'objet 53 en train d'être refroidi, permettant ainsi le contact serré ou étanche

entre la surface refroidie et la section de refroidissement. Ainsi, une connexion thermique excellente entre la section de refroidissement du boîtier hermétiquement scellé 110 et l'objet 53 en train d'être refroidi devient possible indépendamment de la configuration de la surface refroidie de l'objet 53 en train d'être refroidi, améliorant de la sorte l'efficacité de refroidissement. De plus, par la déformation des éléments flexibles 113 et 114, la relation positionnelle relative entre le boîtier hermétiquement scellé 110 et le condenseur 54 peut être arbitrairement établie. De ce fait, le condenseur 54 peut être placé à une position optionnelle indépendamment de la position de l'objet 53 en train d'être refroidi, et de ce fait le degré de liberté sur l'installation du système de refroidissement du type à évaporation d'eau peut augmenter.

Bien que dans le seizième mode de réalisation le boîtier hermétiquement scellé 110 soit fabriqué avec une plaque en acier inoxydable il est traité pour avoir une configuration en forme d'onde ou une configuration irrégulière microscopique pour avoir une épaisseur d'approximativement 0,3 mm, le boîtier hermétiquement scellé 110 n'est pas limité à cette structure aussi longtemps qu'il est réalisé pour être déformable et il est également possible qu'il soit fabriqué avec une plaque métallique flexible ou un élément de revêtement sans perméabilité. Comme exemple de l'élément de revêtement sans perméabilité, on trouve un revêtement traité à garnissage de caoutchouc.

Dix-septième mode de réalisation

La figure 23 est une illustration schématique d'une structure d'un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique selon un dix-septième mode de réalisation de l'invention. Dans cette illustration, un premier boîtier hermétiquement scellé 120A et un second boîtier hermétiquement scellé 120B sont disposés verticalement, et une membrane électrolytique solide 50 est placée pour diviser l'intérieur du boîter hermétiquement scellé 120A en deux espaces 120a et 120b. De

l'eau 52 est emmagasinée dans la portion de fond de l'espace 12b et un radiateur thermique 57 est fixé sur la surface 120b externe du premier boîtier hermétiquement scellé 120A au côté espace 120b. De plus, une plaque de refroidissement 121 thermiquement couplée à l'objet 53 en train d'être refroidi est intégralement fixée sur une surface latérale du second boîtier hermétiquement scellé 120B. La plaque de refroidissement 121 et le second boîtier hermétiquement scellé 120B sont fabriqués avec une plaque d'acier inoxydable flexible qui a une épaisseur d'approximativement 0,3 mm et qui est traitée pour avoir une configuration en forme d'onde ou une configuration irrégulière microscopique. De plus, une portion de réservoir d'eau condensée 64a est prévue à un côté supérieur du second boîtier hermétiquement scellé 120B et un moyen d'espacement 111 réalisé en une résine isolante à teneur en polymère élevée est placé dans le second boîtier hermétiquement scellé 120B pour former un espace 120c. Sur la surface interne de la plaque de refroidissement 121 est formée une couche contenant de l'eau 65 constituée d'une plaque poreuse, une plaque perforée ou analogue à un crible, un élément en forme de film ou analogue qui possède une bonne propriété de conduction thermique et une bonne propriété d'absorption d'eau. La portion d'extrémité supérieure de cette couche contenant de l'eau 65 est située dans la portion de réservoir d'eau condensée 64a de sorte que la couche contenant de l'eau 65 absorbe l'eau 52 dans la portion de réservoir d'eau condensée 64a pour être conservée dans une condition mouillée ou humide.

De plus, l'espace 120a du premier boîtier hermétiquement scellé 120A et l'espace 120c du second boîtier hermétiquement scellé 120B communiquent par un tube de ventilation 112 l'un avec l'autre. Un élément flexible 113 est fixé au milieu de tube de ventilation 112 et une portion de réservoir d'eau de l'espace 120b communique par un passage d'eau 55 avec la portion de réservoir d'eau condensée 64a. Un élément flexible 114 est fixé au milieu du passage d'eau 55. De plus, la section de gaz et de l'espace 120b est couplée

par un mécanisme de ventilation de type différentiel 56 à la section de gaz de l'espace 120c. De plus, un élément flexible 115 tel qu'un soufflet est également fixé dans une conduite du mécanisme de ventilation du type différentiel 56.

L'espace 120a organise un premier espace hermétiquement scellé, l'espace 120b constitue un second espace hermétiquement scellé et l'espace 120c constitue un troisième espace hermétiquement scellé. De l'oxygène est emmagasiné dans les espaces 120a, 120b et 120c. L'eau 52 absorbée dans la couche contenant de l'eau 65 correspond à l'eau stockée dans le premier espace hermétiquement scellé.

En second lieu, une description sera faite ci-dessous du fonctionnement du dix-septième mode de réalisation. Lorsqu'une tension continue d'une source d'alimentation en courant continu 11 est appliquée entre une anode 59 et une cathode 60, une électrolyse de l'eau prend place dans l'anode 59 pour produire du H^+ (protons). Ces protons passent à travers un conducteur de protons 58 pour atteindre la cathode 60 pour contribuer à la production d'eau. Ainsi, la vapeur dans l'espace 120a est transférée dans l'espace 120b tandis que l'oxygène dans l'espace 120b est transféré dans l'espace 120a. Dans ce cas, la couche contenant de l'eau 65 absorbe l'eau 52 stockée dans la portion de réservoir d'eau condensée 64a pour entrer dans une condition mouillée. De ce fait, la vapeur dans les espaces 120a et 120c est transférée à travers la membrane électrolytique solide 50 dans l'espace 120b de sorte que les humidités dans les espaces 120a et 120c chutent, avec pour conséquence que l'évaporation de l'eau absorbée dans la couche contenant de l'eau 65 est accélérée pour induire la réduction de température. De plus, la température de la plaque de refroidissement 121 venant en contact avec la couche contenant de l'eau 65 décline. De plus, puisque la plaque de refroidissement 121 est thermiquement couplée à l'objet 53 en train d'être refroidi, la chaleur produite à l'intérieur de l'objet 53 en train d'être refroidi est absorbée par la plaque de refroidissement 121 et l'eau dont la température chute et qui est absorbée

dans la couche contenant de l'eau 65. Ainsi, la vapeur évaporée est tirée ou extraite dans l'espace 120b à cause de l'action d'extraction de vapeur de la membrane électrolytique solide 50 de sorte que les espaces 120a et 120c sont toujours maintenus pour être dans une condition de faible humidité, accélérant ainsi l'évaporation de l'eau. La chaleur de la vapeur extraite dans l'espace 120b est rayonnée par le radiateur thermique 57 vers l'extérieur avec pour conséquence que la vapeur est refroidie pour tourner en eau condensée et pour rester dans la portion de fond de l'espace 120b. L'eau stockée dans la portion de fond de l'espace 120b est successivement ramenée à travers le passage d'eau 55 dans la portion de réservoir d'eau condensée 64a. L'eau 52 stockée dans la portion de réservoir d'eau condensée 64a est absorbée par la couche contenant de l'eau 65. Ainsi, l'eau 52 peut être circulée sans la nécessité d'un moyen mécanique tel qu'une pompe.

Par ailleurs, à cause de la fonction de transfert de molécules d'oxygène que possède la membrane électrolytique solide 50 en plus de l'action d'extraction de vapeur précitée, l'oxygène dans l'espace 120b est transféré aux espaces 120a et 120c. Ainsi, les pressions dans les espaces 120a et 120c s'élèvent tandis que la pression dans l'espace 120b chute, produisant de la sorte une différence de pression entre eux. De plus, lorsque cette différence de pression excède la pression de fonctionnement du mécanisme de ventilation du type différentiel 56, les gaz d'oxygène dans les espaces 120a et 120c retournent à l'espace 120b. En conséquence, la membrane électrolytique solide 50 maintient les opérations de mouvement mutuelles de la vapeur et de l'oxygène.

De plus, puisque la plaque de refroidissement 121 et le second boîtier hermétiquement scellé 120B sont fabriqués avec une plaque d'acier inoxyable flexible qui a une épaisseur d'approximativement 0,3 mm et qui est traitée pour avoir, par exemple, une configuration de surface en forme d'onde ou une configuration de surface irrégulière microscopique, ils sont

déformables en conformité avec la surface refroidie de l'objet 53 en train d'être refroidi. A cet instant, le moyen d'espacement 111 assure un espace approprié entre le second boîtier hermétiquement scellé 120B et la plaque de refroidissement 121. L'objet 53 en train d'être refroidi est amené de façon serrée ou étanche en contact avec la plaque de refroidissement 121 et est ensuite refroidi. De plus, la relation relative entre les premier et second boîtiers hermétiquement scellés 120A et 120B peut être changée par les déformations des éléments flexibles 113, 114 et 115.

Ainsi, ce dix-septième mode de réalisation 17 peut produire les mêmes effets que ceux du seizième mode de réalisation ci-dessus mentionné. De plus, dans ce dix-septième mode de réalisation, le second boîtier hermétiquement scellé 120B équipé de la plaque de refroidissement 121 est séparé du premier boîtier hermétiquement scellé 120A recevant la membrane électrolytique solide 50. Pour cette raison, il n'est pas nécessaire à la membrane électrolytique solide 50 d'être déformée en conformité avec la forme externe de l'objet 53 en train d'être refroidi, avec pour conséquence que l'action d'extraction de vapeur et la fonction de transfert des molécules d'oxygène de la membrane électrolytique solide 50 deviennent stables dans le temps, allongeant ainsi la durée du système.

Bien que dans ce dix-septième mode de réalisation le second boîtier hermétiquement scellé 120B soit produit en utilisant une plaque d'acier inoxydable qui a une épaisseur d'approximativement 0,3 mm et qui est traitée pour avoir une configuration de surface en forme d'onde ou une configuration de surface irrégulière microscopique, le second boîtier hermétiquement scellé 120B n'est pas limité à cela, pourvu qu'il soit déformable. Par exemple, il peut être fabriqué avec une plaque métallique flexible ou un élément de revêtement sans aucune perméabilité. Comme exemple d'élément de revêtement sans aucune perméabilité, on trouve un revêtement traité par recouvrement de caoutchouc.

Dix-huitième mode de réalisation

Dans ce dix-huitième mode de réalisation, comme représenté en figure 24, une membrane de transmission de vapeur 122 est revêtue sur une couche contenant de l'eau 65. D'autres structures sont les mêmes que celles du dix-septième mode de réalisation ci-dessus décrit. La membrane de transmission de vapeur 122 permet la transmission sélective de seulement de la vapeur et, par exemple, est produite par un film à teneur élevée de polymère ayant un grand nombre de trous fins. Le diamètre de chaque trou est supérieur à celui de la molécule de la vapeur mais est plus petit que celui de la molécule d'eau liquide.

Dans le cas de ce type de système de refroidissement, la surface refroidie a besoin d'être grande lorsque la surface de la plaque de refroidissement 121 est grande, un passage d'eau inégal se produit et une surface sèche est partiellement produite, avec pour conséquence que l'effet de refroidissement se détériore en partie. Au contraire, selon ce dix-huitième mode de réalisation, l'eau 52 absorbée par la portion de réservoir d'eau condensée 64a dans la couche contenant de l'eau 65 à cause du phénomène de capillarité tourne en vapeur et passe à travers la membrane de transmission de vapeur 122 pour venir dans l'espace 120c. Ainsi, le contenu d'humidité de la couche contenant de l'eau 65 peut augmenter avec la membrane de transmission de vapeur 122 avec pour conséquence qu'on peut empêcher toute la surface de la couche contenant de l'eau 65 de faire couler de l'eau et de ce fait un effet de refroidissement suffisant peut être obtenu indépendamment d'une grande surface de refroidissement.

Bien que les seizième à dix-huitième modes de réalisation ci-dessus décrits comprennent la membrane électrolytique solide 50, à la place de la membrane électrolytique solide 50 il est également possible d'utiliser les première et seconde membranes électrolytiques solides 50a et 50b comme représenté en figure 10 ou d'utiliser les première et seconde membranes électrolytiques solides 50a et

50b comme représenté en figure 12. De plus, bien que dans le dix-septième et le dix-huitième mode de réalisation ci-dessus décrits la plaque de refroidissement 121 thermiquement couplée à l'objet 53 en train d'être refroidi soit fixée à une surface latérale du second boîtier hermétiquement scellé 120B, il est également approprié qu'une couche contenant de l'eau 65 soit fixée rigidement sur une surface interne latérale du second boîtier hermétiquement scellé 120B et la surface latérale du second boîtier hermétiquement scellé 120B à laquelle la couche contenant de l'eau 65 est fixée est thermiquement couplée à l'objet 53 en train d'être refroidi. Dans ce cas, la plaque de refroidissement 121 peut être omise. De plus encore, bien que dans les dix-septième et dix-huitième modes de réalisation la portion de réservoir d'eau condensée 64a soit située au côté supérieur du second boîtier hermétiquement scellé 120B, il est également possible que la portion de réservoir d'eau condensée 64a soit placée à une portion de fond du second boîtier hermétiquement scellé 120B et le côté d'extrémité inférieure de la couche contenant de l'eau 65 soit sous le réservoir d'eau condensée dans la portion de réservoir d'eau condensée 64a pour tirer ou extraire l'eau par le phénomène de capillarité de sorte que la couche contenant de l'eau 65 est gardée dans une condition humide ou mouillée.

Selon la présente invention, des électrodes poreuses sont prévues sur les deux surfaces d'un électrolyte solide à teneur en polymère élevée permettant à des protons de passer sélectivement et le système de refroidissement est équipé d'une membrane électrolytique solide pour diviser un espace hermétiquement clos contenant du gaz en premier et second espaces hermétiquement clos, d'eau stockée dans le premier espace hermétiquement clos, d'un moyen de condensation pour condenser de l'eau contenue dans un gaz dans le second espace hermétiquement clos, d'un moyen de retour d'eau pour ramener l'eau condensée, condensée par le moyen de condensation, au premier espace hermétiquement clos, d'un moyen de ventilation du type à pression différentielle pour permettre une

ventilation entre des sections de gaz des premier et second espaces hermétiquement clos lorsqu'une différence de pression entre les sections de gaz des premier et second espaces hermétiquement clos excède une pression de fonctionnement et d'une source d'alimentation en courant continu pour appliquer une tension continue entre les électrodes poreuses prévues sur les deux surfaces de la membrane solide électrolytique. Cet agencement peut réaliser un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique qui est de petite dimension, du type reposant, qui a une efficacité élevée et qui est sans entretien.

De plus, la membrane électrolytique solide est construite de sorte que les première et seconde membranes électrolytiques ayant chacune des électrodes poreuses sur les deux surfaces de son électrolyte solide à teneur en polymère élevée permettant sélectivement une transmission de protons sont agencées en série dans une direction de déplacement des protons pour sceller hermétiquement un espace entre elles et la source d'alimentation en courant continu est réalisée pour appliquer la tension continue aux électrodes poreuses prévues sur les deux surfaces de la première membrane électrolytique solide étant en relation opposée au premier espace hermétiquement clos. Ainsi, l'espace de gaz formé entre les première et seconde membranes électrolytiques solides travaille pour bloquer le mouvement inverse de vapeur pour supprimer de la sorte l'affaiblissement d'efficacité de mouvement de vapeur et pour de ce fait améliorer la performance de refroidissement.

Une force électromotrice produite entre les électrodes poreuses sur les deux surfaces de la seconde membrane électrolytique solide est récupérée et retournée en une portion d'énergie à appliquer entre les électrodes poreuses sur les deux surfaces de la première membrane électrolytique solide, réalisant ainsi un système d'économie d'énergie.

De plus, la membrane électrolytique solide est construite de sorte qu'une première membrane électrolytique solide ayant des électrodes poreuses sur les deux surfaces de

son électrolyte solide à teneur en polymère élevée permettant sélectivement la transmission de protons et une seconde membrane électrolytique solide réalisée pour simultanément permettre les mouvements des protons et des électrons, sont agencées en série dans une direction de déplacement des protons pour sceller hermétiquement un espace entre elles et la source d'alimentation en courant continu applique une tension continue entre les électrodes poreuses sur les deux surfaces de la première membrane électrolytique solide étant en relation opposée au premier espace hermétiquement clos. Ainsi, l'espace de gaz formé entre les première et seconde membranes électrolytiques solides travaille pour bloquer le mouvement inverse de vapeur pour supprimer de la sorte l'affaiblissement d'efficacité de mouvement de vapeur et améliorer de ce fait la performance de refroidissement. De plus, puisque la seconde membrane électrolytique solide est construite avec un pôle unique pour permettre les mouvements simultanés de protons et d'électrons, il est possible de simplifier le système et de diminuer son coût.

De plus, un moyen agitateur ou mélangeur de gaz est prévu dans les sections de gaz des premier et second espaces hermétiquement clos, par lequel moyen mélangeur de gaz les gaz dans les premier et second espaces hermétiquement clos circulent en force pour effectivement venir en contact avec la surface de réaction électrolytique de la membrane électrolytique solide, favorisant de la sorte la réaction électrolytique pour améliorer la performance de refroidissement.

Par ailleurs, une section de refroidissement d'un boîtier constituant le premier espace hermétiquement clos est construit avec un élément flexible de sorte que la forme externe de la section de refroidissement est déformable en conformité avec l'apparence d'un objet en train d'être refroidi qui est thermiquement couplé à la section de refroidissement. Sur ce, la section de refroidissement du boîtier peut de façon excellente être amenée en contact avec l'objet en train d'être refroidi indépendamment de la forme

externe du boîtier en train d'être refroidi. Ceci améliore l'efficacité de refroidissement.

De plus, le moyen de condensation comprend un condenseur couplé par un tube de ventilation au second espace hermétiquement clos et au moins une portion du tube de ventilation est construite avec un élément flexible de sorte que la position du condenseur est variable par rapport au second espace hermétiquement clos, avec pour conséquence que le degré de liberté sur l'installation du système de refroidissement du type à évaporation d'eau augmente.

Par ailleurs, un troisième espace hermétiquement clos est prévu pour recevoir une couche contenant de l'eau pour stocker de l'eau et pour communiquer par un tube de ventilation avec le premier espace hermétiquement clos et l'eau condensée est ramenée par un moyen de retour d'eau à la couche contenant de l'eau. De plus, une section de refroidissement d'un boîtier constituant le troisième espace hermétiquement clos est construit avec un élément flexible de sorte que la forme externe de la section de refroidissement est déformable en conformité avec la forme externe de l'objet en train d'être refroidi qui est thermiquement couplé à la section de refroidissement. De ce fait, la section de refroidissement du boîtier peut être de façon excellente amenée en contact avec l'objet en train d'être refroidi indépendamment de la forme externe de l'objet en train d'être refroidi, ce qui améliore l'efficacité de refroidissement. De plus, puisque le troisième espace hermétiquement clos équipé de la section de refroidissement est séparé de l'espace comprenant la membrane électrolytique solide, il n'est pas nécessaire à la membrane électrolytique solide d'être déformable et la membrane électrolytique solide peut présenter de façon stable l'action d'extraction de vapeur et la fonction de transfert de molécules d'oxygène pendant de longues périodes, résultant ainsi en une vie de service longue.

De plus, puisque la membrane de transmission de vapeur qui bloque la transmission d'eau liquide mais permet la

transmission sélective de vapeur est revêtue sur la surface de la couche contenant de l'eau, le contenu en humidité de la couche contenant de l'eau peut être établi à une valeur élevée et toute la surface de la couche contenant de l'eau peut être empêchée d'écouler de l'eau de sorte qu'un effet de refroidissement suffisant peut être obtenu indépendamment d'une grande surface refroidie.

De plus, un troisième espace hermétiquement clos est prévu pour recevoir une couche contenant de l'eau stockant de l'eau et pour être couplée par un tube de ventilation au premier espace hermétiquement clos, l'eau condensée est ramenée par un moyen de retour d'eau à la couche contenant de l'eau et au moins une portion du tube de ventilation est construite avec un élément flexible de sorte que la position du troisième espace hermétiquement clos est variable par rapport au premier espace hermétiquement clos, avec pour conséquence que le degré de liberté sur l'installation du système de refroidissement du type à évaporation d'eau augmente.

De plus, une plaque de refroidissement thermiquement couplée à l'objet en train d'être refroidi est disposée pour faire face à la membrane électrolytique solide pour former le premier espace hermétiquement clos et une couche contenant de l'eau est formée sur la surface de la plaque de refroidissement qui est en relation opposée à la membrane électrolytique solide de sorte que l'eau stockée dans le premier espace hermétiquement clos est fournie à la couche contenant de l'eau. Ainsi, la plaque refroidie est directement refroidie par l'eau stockée dans la couche contenant de l'eau, améliorant de la sorte la performance de refroidissement.

De plus, une portion de la plaque de refroidissement est construite pour être en relation opposée au second espace hermétiquement clos et une portion de réservoir d'eau condensée pour stocker de l'eau condensée par un moyen de condensation est réalisée dans une portion de la plaque de refroidissement faisant face au second espace hermétiquement

clos et de plus la portion de réservoir d'eau condensée et la couche contenant de l'eau sont agencées pour communiquer l'une avec l'autre. De ce fait, la circulation de l'eau est possible sans l'utilisation d'énergie et d'un passage de circulation, permettant ainsi une réduction de dimension.

De plus, le moyen de retour d'eau et le moyen de ventilation du type à pression différentielle permettent au gaz dans le premier espace hermétiquement clos de s'écouler dans le second espace hermétiquement clos lorsque la différence de pression entre les premier et second espaces hermétiquement clos excède une valeur prédéterminée et les premier et second espaces hermétiquement clos communiquent l'un avec l'autre à travers un tube de la sorte l'eau condensée dans le second espace hermétiquement clos est ramenée dans le premier espace hermétiquement clos lorsque la différence de pression précitée descend en dessous de la valeur prédéterminée. Ce tube a la fonction de circulation d'eau simultanément avec la fonction de circulation de gaz, simplifiant ainsi les composants pour la réduction de dimension.

Un conducteur thermique est prévu de sorte qu'il vient thermiquement en contact avec la surface de la membrane électrolytique solide et une portion de celle-ci fait saillie de l'espace hermétiquement clos à l'extérieur et un radiateur thermique est placé sur la portion du conducteur thermique qui fait saillie de l'espace hermétiquement clos à l'extérieur. Par cet agencement, la chaleur de la membrane électrolytique solide est réalisée à l'extérieur du sytème de sorte que l'augmentation dans la température de la membrane électrolytique solide peut être supprimée, améliorant ainsi la capacité de refroidissement.

De plus, un gaz consistant en oxygène et vapeur est emmagasiné dans les premier et second espaces hermétiquement clos, avec pour conséquence que seulement le facteur qui peut contribuer à la réaction électrolytique existe dans les premier et second espaces hermétiquement clos, ce qui

augmente la vitesse de réaction pour améliorer la capacité de refroidissement.

De plus, des électrodes poreuses sont prévues sur les deux surfaces d'un électrolyte solide à teneur en polymère élevée qui permet sélectivement aux protons de passer et le système est pourvu d'une membrane électrolytique solide pour diviser un espace hermétiquement clos contenant du gaz en premier et second espaces, d'une membrane contenant de l'eau formée dans le premier espace, d'un moyen de condensation pour condenser l'humidité, contenu dans le gaz dans le second espace, dans un espace de condensation communiquant avec le second espace, d'un moyen de retour d'eau pour ramener l'eau condensée par le moyen de condensation à la membrane contenant de l'eau réalisée dans le premier espace, d'un trou de ventilation prévu pour établir une communication entre les premier et second espaces et d'une source d'alimentation en courant continu pour appliquer une tension continue entre les électrodes poreuses sur les deux surfaces de la membrane électrolytique solide. Cet agencement peut réaliser un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique qui est du type de petite dimension, reposant et sans bruit, qui a une efficacité élevée et qui est sans entretien.

De plus, un élément d'absorption d'eau analogue à un crible, du coton ou à une éponge est prévu pour successivement s'étendre le long de la surface de paroi constituant le premier espace et la surface de paroi d'un élément formant l'espace de condensation et l'élément d'absorption d'eau dans l'espace de condensation absorbe l'eau condensée par le moyen de condensation de sorte que l'eau absorbée se déplace vers l'élément d'absorption d'eau dans le premier espace par le phénomène de capillarité de l'élément d'absorption d'eau pour former une membrane contenant de l'eau dans le premier espace. Ainsi, la circulation d'eau devient possible sans la nécessité d'un moyen mécanique tel qu'une pompe, réalisant ainsi un système non bruyant.

De plus, une plaque de refroidissement couplée thermiquement à l'objet en train d'être refroidi est disposée en relation opposée à la membrane électrolytique solide pour établir le premier espace et un élément d'absorption d'eau analogue à un crible, à du coton ou à une éponge est prévu sur la surface de la plaque de refroidissement faisant face à la membrane électrolytique solide pour absorber de l'eau pour former une membrane contenant de l'eau. De ce fait, la plaque de refroidissement peut être directement refroidie par l'eau absorbée par l'élément contenant de l'eau, améliorant de la sorte la performance de refroidissement.

De plus, la membrane électrolytique solide est formée pour avoir une configuration cylindrique et est placée de sorte que son axe prend une direction sensiblement verticale. De plus, les premier et second espaces sont formés coaxialement avec l'axe de la membrane électrolytique solide et un trou de ventilation est réalisé à la position la plus basse de l'espace hermétiquement clos dans la direction axiale tandis que les premier et second espaces sont placés à un côté inférieur de l'espace hermétiquement clos dans la direction axiale et l'espace de condensation communique avec le second espace et est situé à la section la plus supérieure de l'espace hermétiquement clos dans la direction axiale. Par cet agencement, le gaz peut se déplacer doucement à cause de la différence en poids spécifique entre la vapeur et l'oxygène sans l'utilisation d'une source d'entraînement.

De plus, la membrane électrolytique solide est réalisée pour avoir une configuration cylindrique et est disposée de sorte que son axe prend la direction sensiblement verticale et les premier et second espaces sont formés pour être coaxiaux avec l'axe de la membrane électrolytique solide et de plus le premier espace est situé à l'intérieur du second espace et le trou de ventilation est ralisé dans la portion la plus basse dans la direction axiale et un moyen de condensation est disposé au côté circonférentiel externe du second espace de sorte que le second espace sert comme espace

de condensation. Cet agencement peut réduire la dimension axiale.

De plus, puisqu'un gaz consistant en oxygène et vapeur est hermétiquement emmagasiné dans les premier et second espaces, seulement les facteurs contribuant à la réaction électrolytique résultent en existant dans les premier et second espaces, améliorant ainsi la vitesse de réaction pour améliorer la capacité de refroidissement.

De plus, l'espace hermétiquement clos comprenant un gaz est divisé en premier et second espaces par la membrane électrolytique solide ayant les électrodes poreuses sur les deux surfaces de son électrolyte solide à teneur en polymère élevée ce qui permet aux protons de passer sélectivement et une tension continue est appliquée entre les électrodes poreuses sur les deux surfaces pour provoquer l'électrolyse de l'eau sur la surface de la membrane électrolytique solide au côté du premier espace. Les protons produits par l'électrolyse de l'eau sont transférés par la membrane électrolytique solide à la surface de la membrane électrolytique solide au côté du second espace et la réaction de production d'eau prend place sur la surface de la membrane électrolytique solide au côté du second espace pour produire la différence d'humidité entre les premier et second espace pour diminuer la température de l'eau emmagasinée dans le premier espace. Cet agencement peut réaliser un système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique qui est du type de petite dimension, reposant et sans bruit, qui a une efficacité élevée et qui est sans entretien.

De plus, puisque le gaz d'humidité élevée dans le second espace est condensé pour produire l'eau condensée qui à son tour est ramenée au premier espace pour l'ajouter à l'eau emmagasinée dans le premier espace. La circulation d'eau est accomplie sans l'utilisation d'un moyen mécanique tel qu'une pompe, réalisant ainsi un système non bruyant.

De plus, une portion du second espace est formée dans l'espace de condensation ayant une fonction de rayonner de la

chaleur à l'extérieur et le gaz d'humidité élevée dans le second espace est condensé pour produire l'eau condensée et l'eau condensée est ramenée au premier espace pour être ajoutée à l'eau emmagasinée dans le premier espace. La circulation de l'eau est accomplie sans l'utilisation d'un moyen mécanique tel qu'une pompe, réalisant ainsi un système non bruyant.

De plus encore, un trou de ventilation est prévu pour rétablir une communication entre les premier et second espaces de sorte que l'oxygène produit par l'électrolyse de l'eau sur la surface de la membrane électrolytique solide au côté du premier espace retourne par le trou de ventilation au second espace. La circulation de l'oxygène est conduite sans l'utilisation d'un moyen mécanique tel qu'une pompe, réalisant ainsi un système non bruyant.

REVENDICATIONS

1. Système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique, caractérisé en ce qu'il comprend :

un boîtier hermétiquement scellé (51) contenant un gaz ;

un moyen formant membrane électrolytique solide (50 ; 100) placé dans ledit boîtier hermétiquement scellé pour diviser celui-ci en premier et second espace hermétiquement scellés (51a, 51b ; 101a, 101b), ledit moyen formant membrane électrolytique solide étant construit de sorte que des électrodes poreuses (59, 60) sont prévues sur des surfaces d'un moyen électrolyte solide à teneur en polymère élevée permettant à des protons de passer sélectivement ;

de l'eau (52) stockée dans ledit premier espace hermétiquement scellé (51a ; 101a) ;

un moyen de condensation (54) pour condenser de l'humidité contenue dans ledit gaz dans le second espace hermétiquement scellé (51b ; 101b) ;

un moyen de retour d'eau (55) pour retourner de l'eau, condensée par ledit moyen de condensation, audit premier espace hermétiquement scellé ;

un moyen de ventilation (56) du type à pression différentielle pour permettre une communication entre des sections de gaz desdits premier et second espaces hermétiquement scellés lorsqu'une différence de pression entre lesdites sections de gaz desdits premier et second espaces hermétiquement scellés excède une pression de fonctionnement prédéterminée ; et

une source d'alimentation en courant continu (11) pour appliquer une tension continue entre lesdites électrodes poreuses de ladite membrane électrolytique solide.

2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend de plus un moyen d'agitation de gaz prévu dans

les sections de gaz des premier et second espaces hermétiquement scellés précités.

3. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une section de boîtier constituant le premier espace hermétiquement scellé précité est équipée d'une section de refroidissement construite avec un élément flexible (113) de sorte qu'une forme externe de ladite section de refroidissement est déformable en conformité avec une forme externe d'un objet en train d'être refroidi (53) qui est thermiquement couplé à ladite section de refroidissement.

4. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de condensation précité comprend un condenseur couplé par un tube de ventilation (112) au second espace hermétiquement scellé précité et au moins une portion dudit tube de ventilation est construite avec un élément flexible (113) de sorte que la position dudit condenseur est variable par rapport au second espace hermétiquement scellé.

5. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend de plus un troisième espace hermétiquement scellé (51c) prévu pour recevoir une couche contenant de l'eau (65) pour stocker de l'eau et communiquer à travers un tube de ventilation (113) avec le premier espace hermétiquement scellé, l'eau condensée étant retournée par un moyen de retour d'eau (55) à ladite couche contenant de l'eau et une section de refroidissement étant prévue dans une portion du boîtier précité constituant le troisième espace hermétiquement scellé et étant construite avec un élément flexible (113) de sorte que la forme externe de ladite section de refroidissement est déformable en conformité avec la forme externe d'un objet en train d'être refroidi (53) qui est thermiquement couplé à ladite section de refroidissement.

6. Système selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comprend de plus une membrane de transmission de vapeur (122) réalisée pour bloquer une transmission d'eau liquide mais pour sélectivement permettre une transmission de vapeur, ladite membrane de transmission de vapeur étant revêtue sur une surface de la couche contenant de l'eau précitée.

7. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend de plus un troisième espace hermétiquement scellé (51c) prévu pour recevoir une couche contenant de l'eau (65) pour stocker de l'eau et pour être couplé par un tube de ventilation (112) au premier espace hermétiquement scellé, l'eau condensée étant ramenée par un moyen de retour d'eau (55) à ladite couche contenant de l'eau et au moins une portion dudit tube de ventilation étant construite avec un élément flexible (113) de sorte que la position du troisième espace hermétiquement scellé est variable par rapport au premier espace hermétiquement scellé.

8. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend de plus une plaque de refroidissement thermiquement couplée à un objet en train d'être refroidi (53) et disposée pour faire face au moyen formant membrane électrolytique solide précitée pour former le premier espace hermétiquement scellé et une couche contenant de l'eau (65) formée sur une surface de la plaque de refroidissement qui est en relation opposée au moyen formant membrane électrolytique solide de sorte que l'eau stockée dans le premier espace hermétiquement scellé est fournie à ladite couche contenant de l'eau.

9. Système selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'une portion de la plaque de refroidissement est construite pour être en relation opposée au second espace hermétiquement scellé et une portion de réservoir d'eau condensée (64a) pour stocker de l'eau condensée par le moyen condenseur précité est réalisée dans une portion de la plaque de refroidissement précitée faisant face au second espace hermétiquement scellé et la portion de réservoir d'eau condensée et la couche contenant de l'eau sont agencées pour communiquer l'une avec l'autre.

10. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de retour d'eau (55) précité et le moyen de ventilation du type à pression différentielle (56) précité comprennent un tube réalisant une communication entre les premier et second espaces hermétiquement scellés, de la sorte

le gaz dans le premier espace hermétiquement scellé circule dans le second espace hermétiquement scellé à travers ledit tube lorsque la différence de pression entre lesdits premier et second espaces hermétiquement scellés excède une valeur prédéterminée et l'eau condensée dans le second espace hermétiquement scellé est ramenée dans le premier espace hermétiquement scellé à travers ledit tube lorsque la différence de pression descend en dessous de la valeur prédéterminée.

11. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le gaz emmagasiné dans les premier et second espaces hermétiquement scellés est un gaz consistant en oxygène et vapeur.

12. Système de refroidissement du type à évaporation d'eau basé sur une réaction électrolytique, caractérisé en ce qu'il comprend :

un boîtier hermétiquement scellé (51 ; 101) contenant un gaz ;

un moyen formant membrane électrolytique solide (50 ; 100) placé dans ledit boîtier hermétiquement scellé pour diviser celui-ci en premier et second espaces (51a, 51b ; 101a, 101b), ledit moyen formant membrane électrolytique solide étant construit de sorte que des électrodes poreuses sont prévues sur des surfaces d'un moyen électrolyte solide à teneur en polymère élevée permettant à des protons de passer sélectivement ;

une membrane contenant de l'eau (65) formée dans ledit premier espace ;

un moyen de condensation (54) pour condenser de l'humidité, contenue dans le gaz dans ledit second espace, dans un espace de condensation communicant avec ledit second espace ;

un moyen de retour d'eau (55) pour ramener de l'eau condensée par ledit moyen de condensation à ladite membrane contenant de l'eau (65) réalisée dans ledit premier espace ;

un trou de ventilation (103a) prévu pour établir une commmunication entre lesdits premier et second espaces ; et

une source d'alimentation en courant continu (11) pour appliquer une tension continue entre lesdites électrodes poreuses sur ledit moyen formant membrane électrolytique solide.

13. Système selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il comprend de plus un élément d'absorption d'eau ayant une configuration analogue à un crible, à du coton ou une éponge est prévu pour successivement s'étendre le long d'une surface de paroi constituant le premier espace précité et une surface de paroi d'un élément formant l'espace de condensation précité (104), ledit élément d'absorption d'eau dans l'espace de condensation étant réalisé pour absorber de l'eau condensée par le moyen de condensation de sorte que l'eau absorbée se déplace vers l'élément d'absorption dans le premier espace par le phénomène de capillarité de l'élément d'absorption d'eau pour former une membrane contenant de l'eau (65) dans le premier espace.

14. Système selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il comprend de plus une plaque de refroidissement thermiquement couplée à un objet en train d'être refroidi (53) et disposée en relation opposée au moyen formant membrane électrolytique solide pour établir le premier espace et un élément d'absorption d'eau ayant une configuration analogue à un crible, à du coton ou à une éponge et prévu sur une surface de ladite plaque de refroidissement faisant face au moyen formant membrane électrolytique solide pour absorber de l'eau pour former une membrane contenant de l'eau (65).

15. Système selon la revendication 12, caractérisé en ce que le moyen formant membrane électrolytique solide précité est formé pour avoir une configuration cylindrique et est placé de sorte que son axe prend une direction sensiblement verticale et les premier et second espaces précités sont formés coaxialement avec l'axe dudit moyen formant membrane électrolytique solide et un trou de ventilation (103a) est réalisé à une position la plus basse du boîtier hermétiquement scellé précité dans la direction axiale et les premier et second espaces hermétiquement

scellés sont placés à un côté inférieur dudit boîtier hermétiquement scellé dans la direction axiale et l'espace de condensation communique avec le second espace et est situé à une section la plus supérieure du boîtier hermétiquement scellé dans la direction axiale.

16. Système selon la revendication 12, caractérisé en ce que le moyen formant membrane électrolytique solide précité est réalisé pour avoir une configuration cylindrique et est disposé de sorte que son axe prend la direction sensiblement verticale et les premier et second espaces précités sont formés pour être coaxiaux avec l'axe dudit moyen formant membrane électrolytique solide et de plus le premier espace est situé à l'intérieur du second espace et un trou de ventilation (103a) est réalisé dans une portion la plus inférieure dans la direction axiale et le moyen de condensation est disposé à une portion circonférentielle externe du second espace de sorte que le second espace hermétiquement scellé sert comme espace de condensation (104).

17. Système selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'un gaz consistant en oxygène et vapeur est hermétiquement emmagasiné dans les premier et second espaces précités.

18. Procédé de refroidissement du type à évaporation d'eau utilisant un boîtier hermétiquement scellé contenant un gaz et divisé en premier et second espace par un moyen formant membrane électrolytique solide ayant des électrodes poreuses sur des surfaces de son électrolytique solide à teneur en polymère élevée qui permet à des protons de passer sélectivement, caractérisé en ce qu'il consiste à :

appliquer une tension continue entre lesdites électrodes poreuses (59, 60) pour provoquer une électrolyse de l'eau sur une surface du moyen formant membrane électrolyte solide (50 ; 100) à un côté du premier espace (51a ; 101a) ;

transférer des protons produits par l'électrolyse de l'eau à travers ledit moyen formant membrane électrolytique

solide à ladite surface du moyen formant membrane électrolytique solide à un côté du second espace (51b ; 101b) ; et

amener une réaction de production d'eau à prendre place sur ladite surface de la membrane électrolytique solide au côté du second espace pour produire une différence d'humidité entre les premier et second espaces pour diminuer la température de l'eau stockée dans le premier espace.

19. Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce qu'un gaz d'humidité élevée dans le second espace précité est condensé pour produire de l'eau condensée et l'eau condensée est ramenée au premier espace pour l'ajouter à l'eau stockée dans le premier espace.

20. Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce qu'un trou de ventilation (103a) est prévu pour établir une communication entre les premier et second espaces précités de sorte que de l'oxygène produit par l'électrolyse de l'eau sur une surface de la membrane d'électrolyte solide à un côté de premier espace est ramenée à travers ledit trou de ventilation au second espace.

FIG. 1

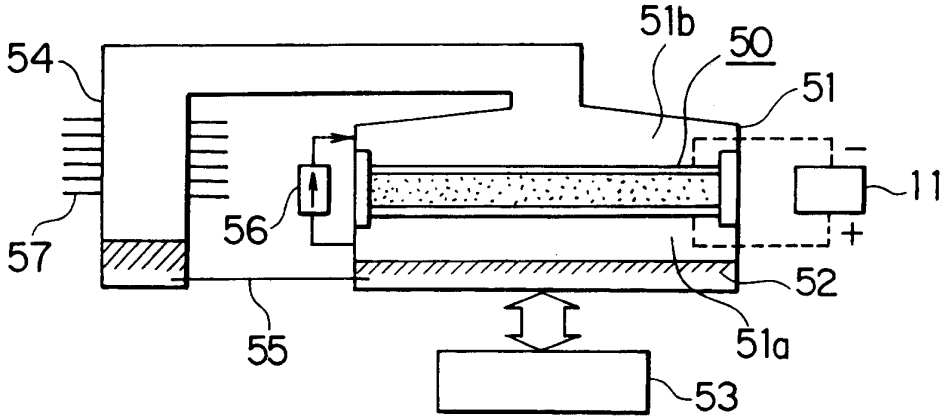


FIG. 2

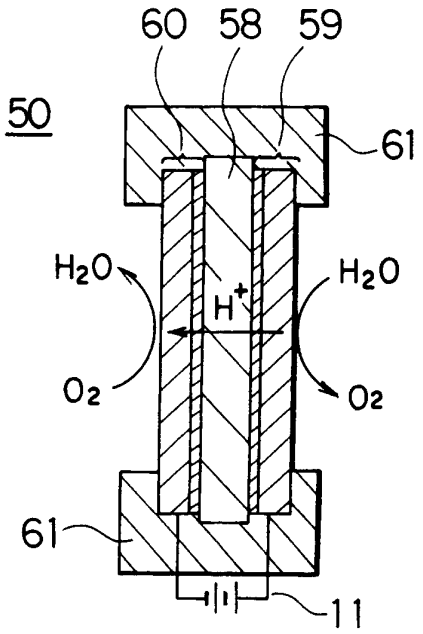


FIG. 3

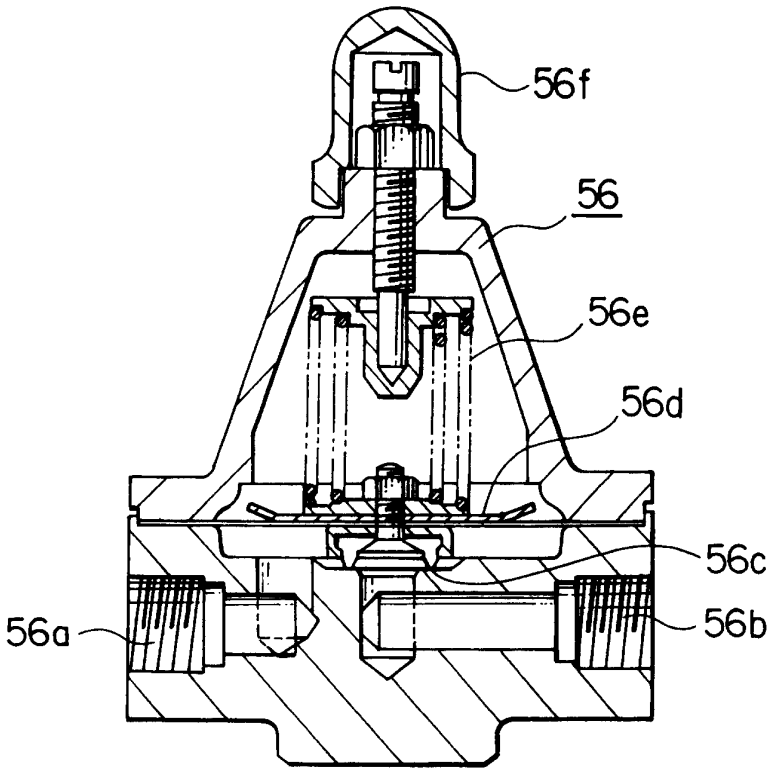


FIG. 4

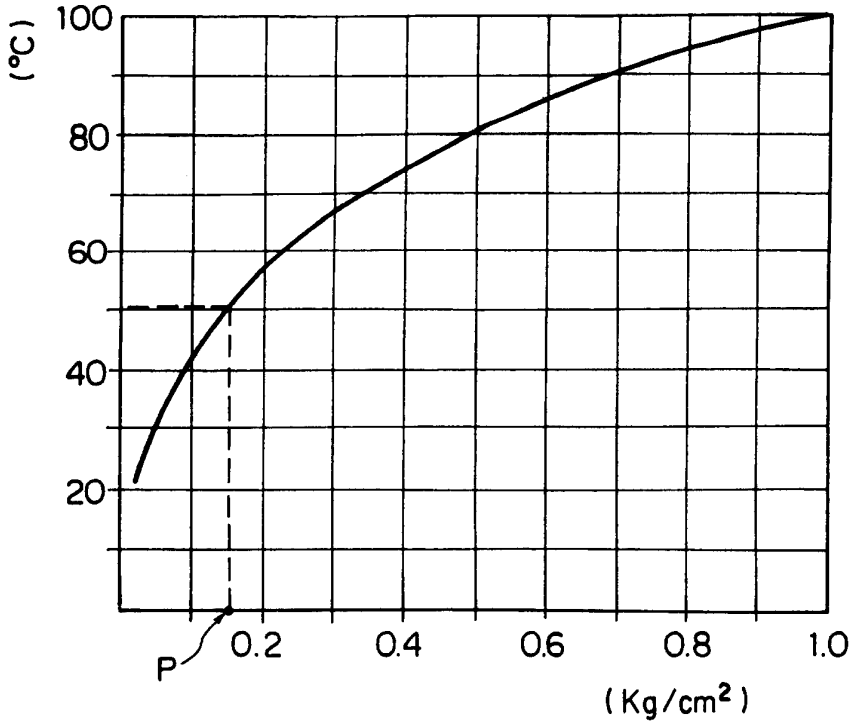
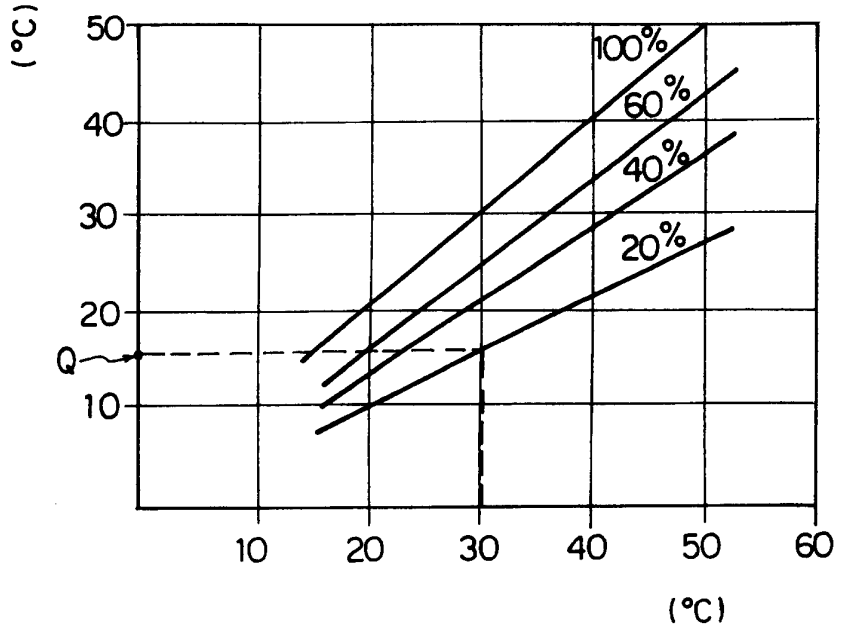

(°C)
100
80
60
40
20
P
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
(Kg/cm²)

FIG. 5


(°C)
50
40
30
20
Q
10
100%
60%
40%
20%
10
20
30
40
50
60
(°C)

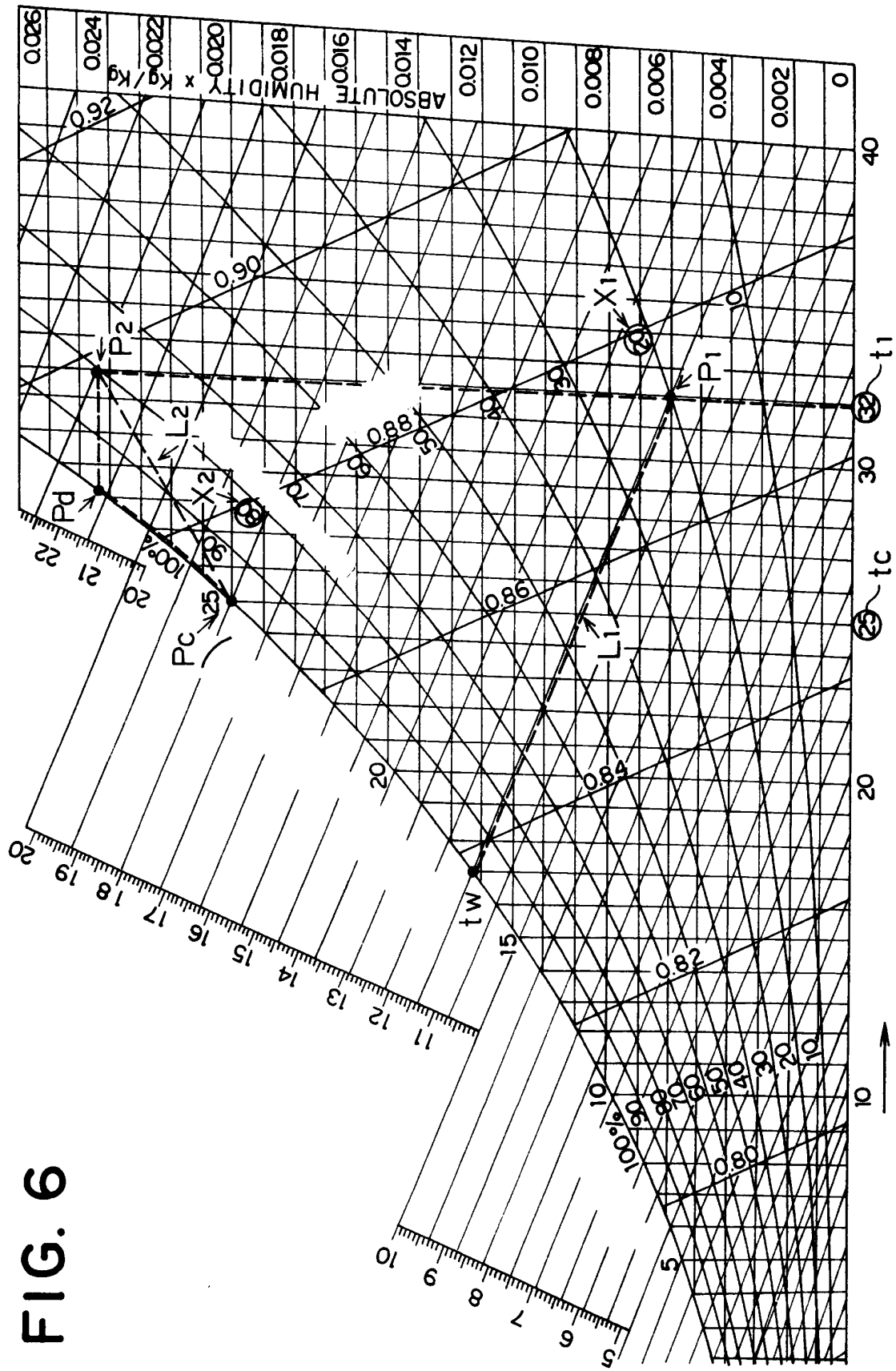

ABSOLUTE HUMIDITY x Kg/Kg
0.026
0.024
0.022
0.020
0.018
0.016
0.014
0.012
0.010
0.008
0.006
0.004
0.002
0
0.92
0.90
0.88
0.86
0.84
0.82
0.80
100%
P2
P1
Pd
Pc
L2
L1
X1
X2
tw
t1
tc
10
20
30
40
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22

FIG. 6

FIG. 7

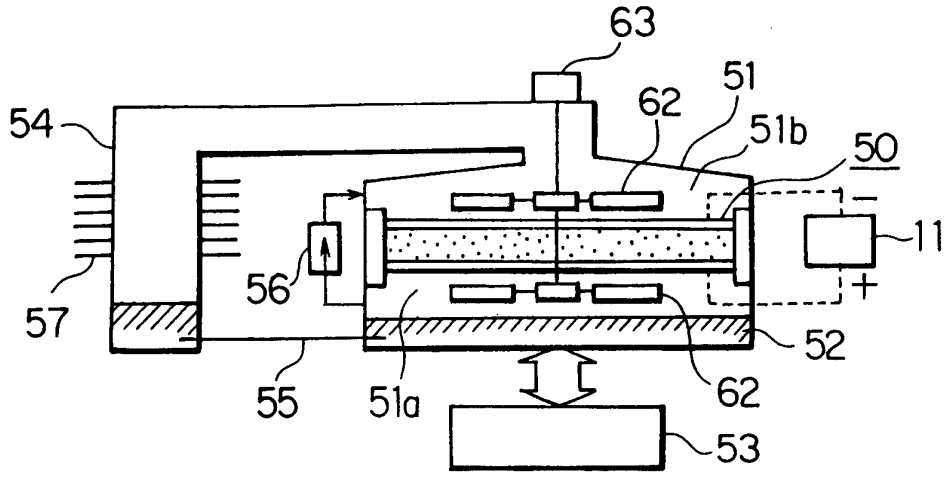

63
51
62
54
51b
50
11
56
57
52
55
51a
62
53

FIG. 8

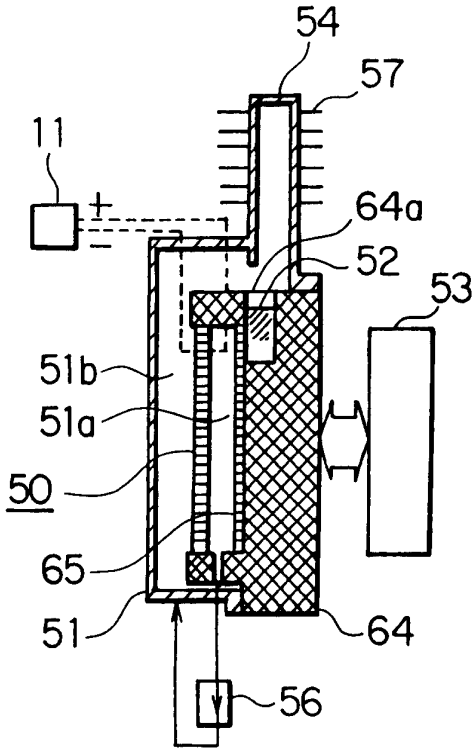

54
57
11
64a
52
53
51b
51a
50
65
51
64
56

FIG. 9

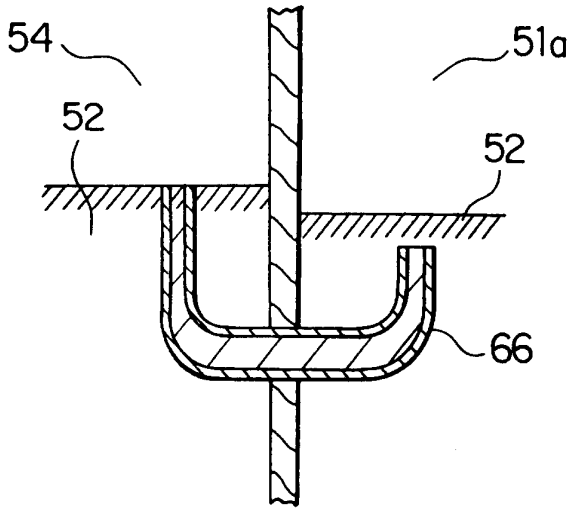


FIG. 10

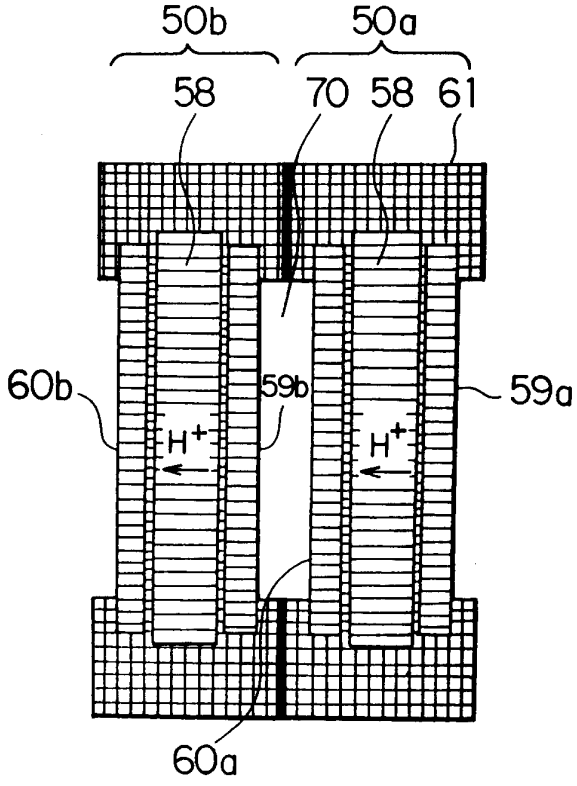


FIG. 11

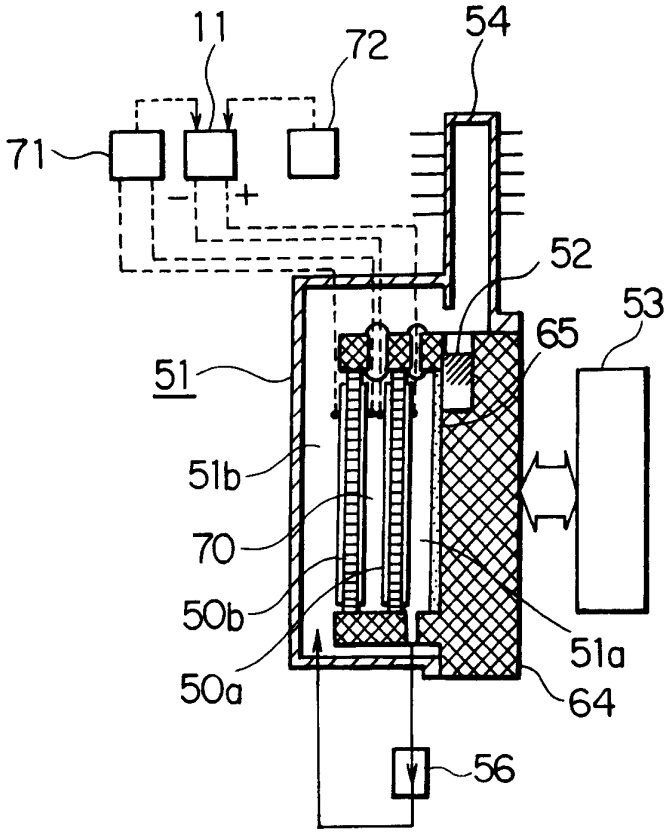


FIG. 12

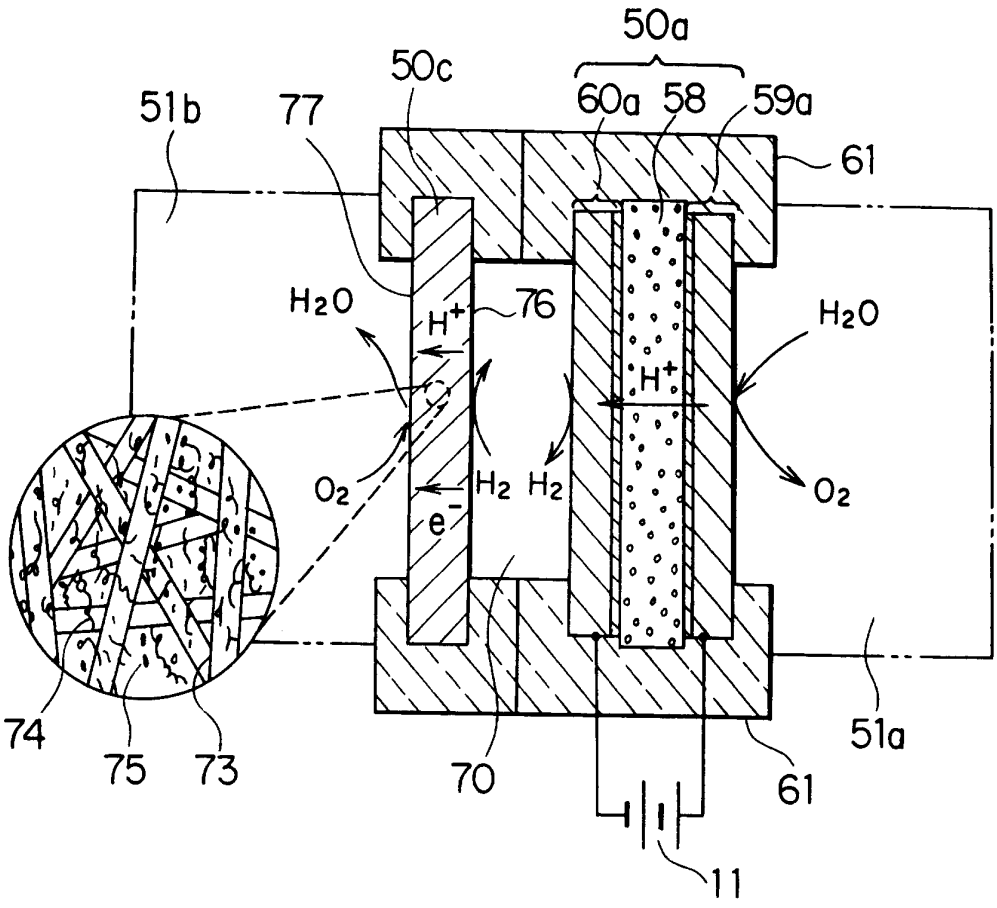

50a
50c
51b
77
60a
58
59a
61
H2O
H+
76
H2O
H+
O2
H2
H2
e-
O2
74
75
73
70
61
51a
11

FIG. 13

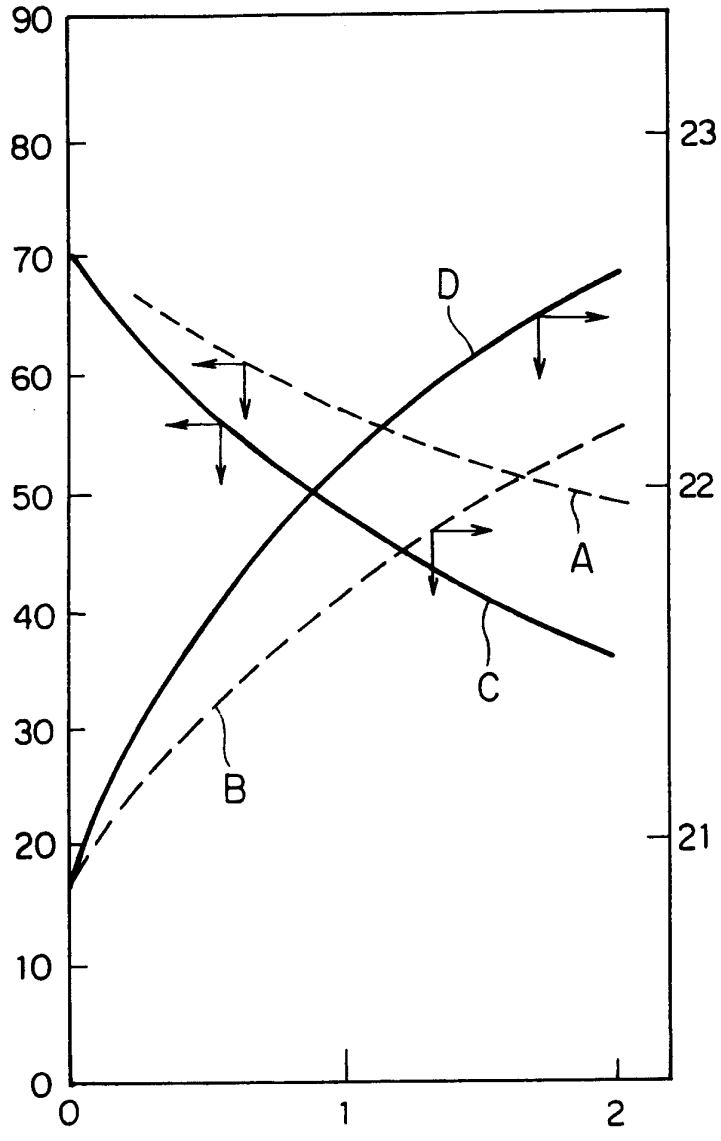


FIG. 14

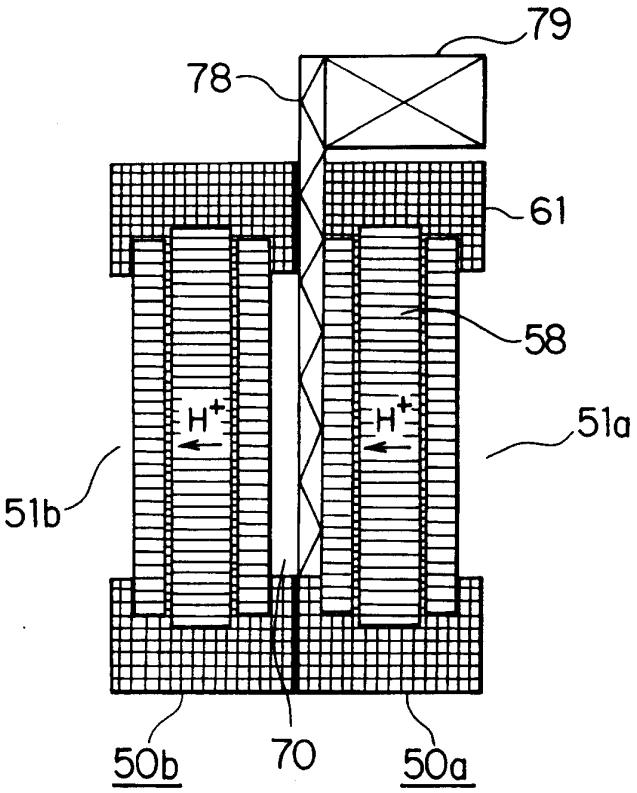


FIG. 15

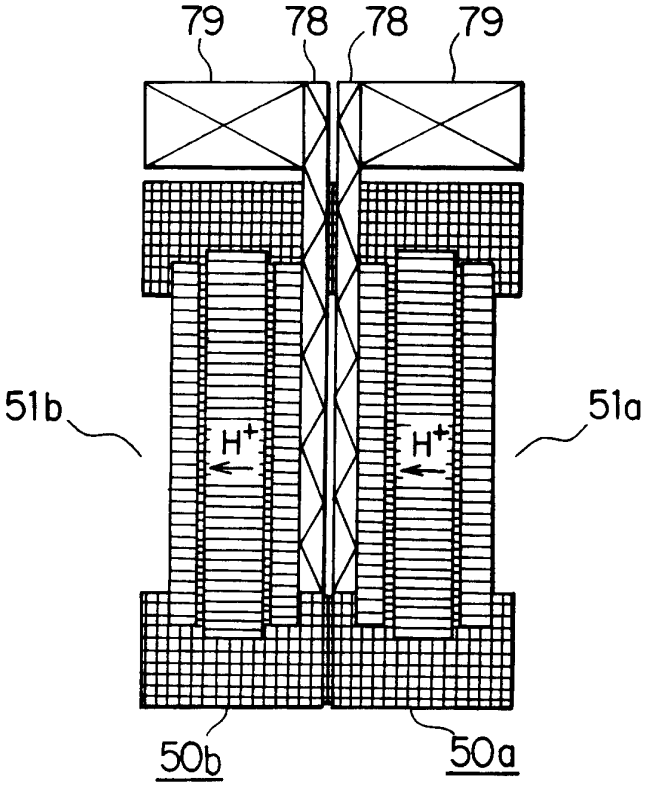


FIG. 16

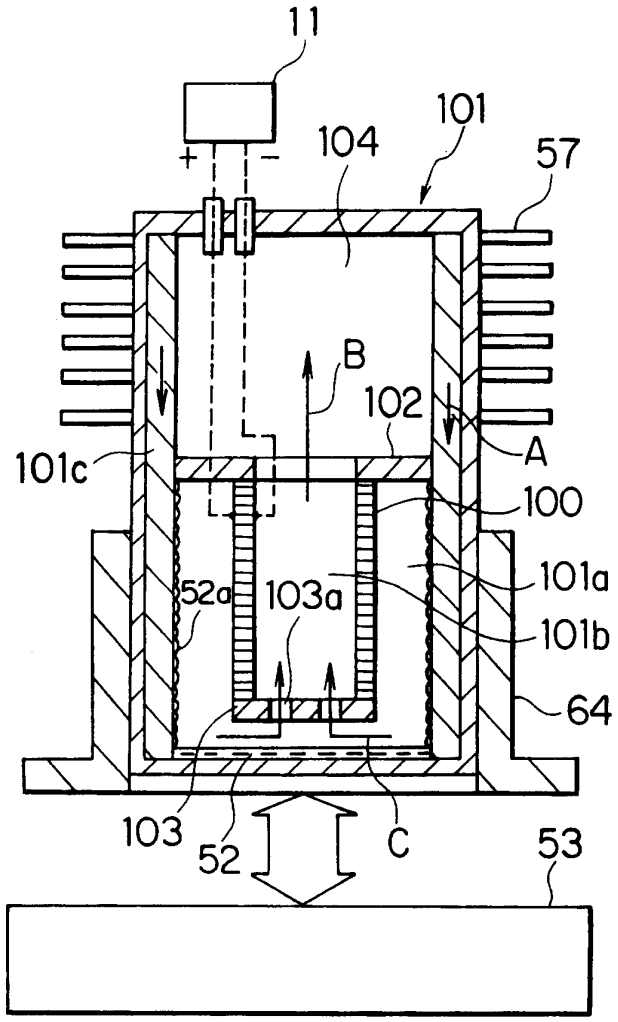


FIG. 17

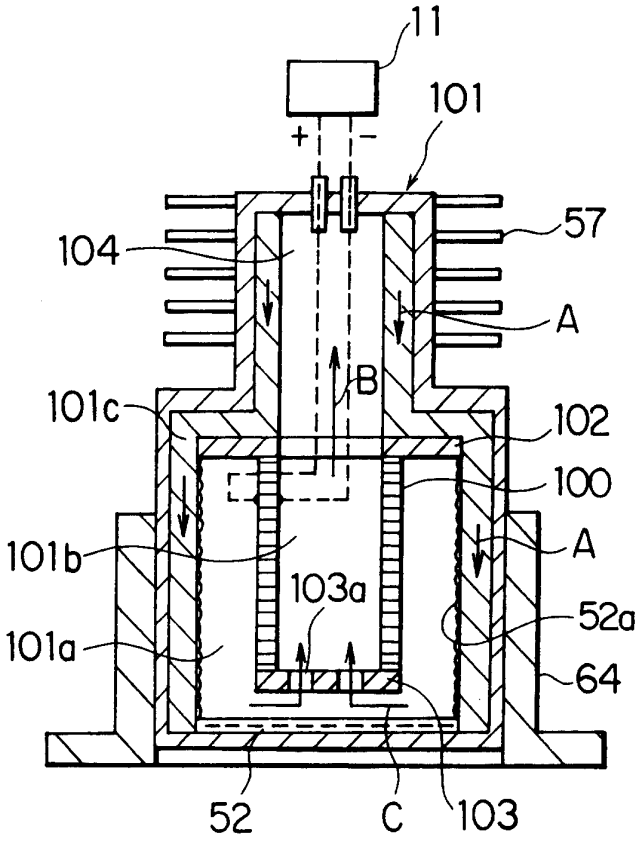

11
101
+
−
104
57
A
B
101c
102
100
A
101b
103a
52a
101a
64
52
C
103

FIG. 18

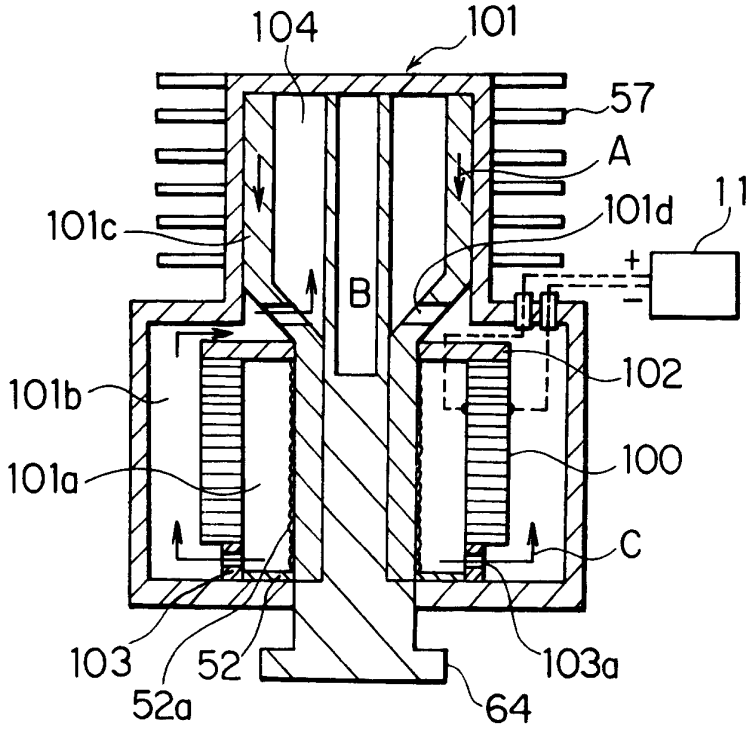

104
101
57
A
101c
101d
11
+
−
B
102
101b
100
101a
C
103
52
103a
52a
64

FIG. 19

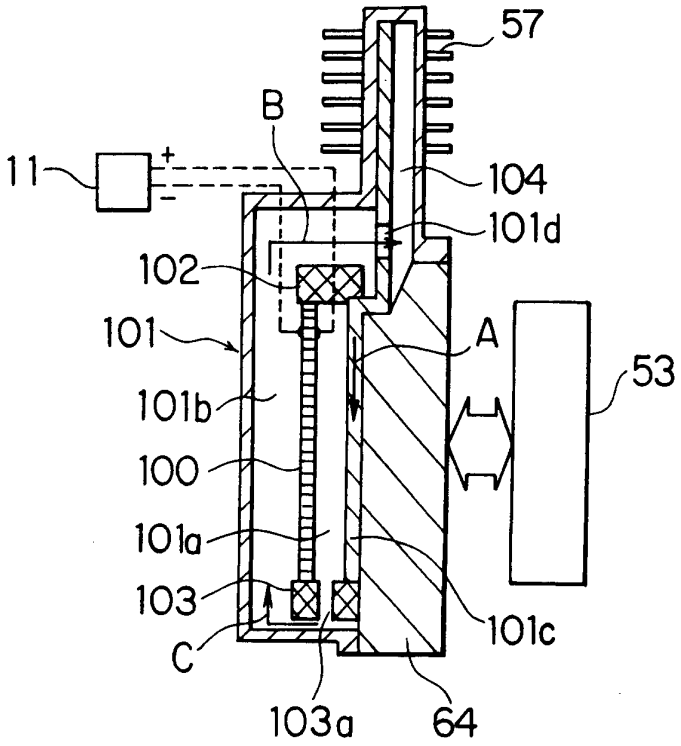

57
B
11
+
-
104
101d
102
101
A
53
101b
100
101a
103
101c
C
103a
64

FIG. 20

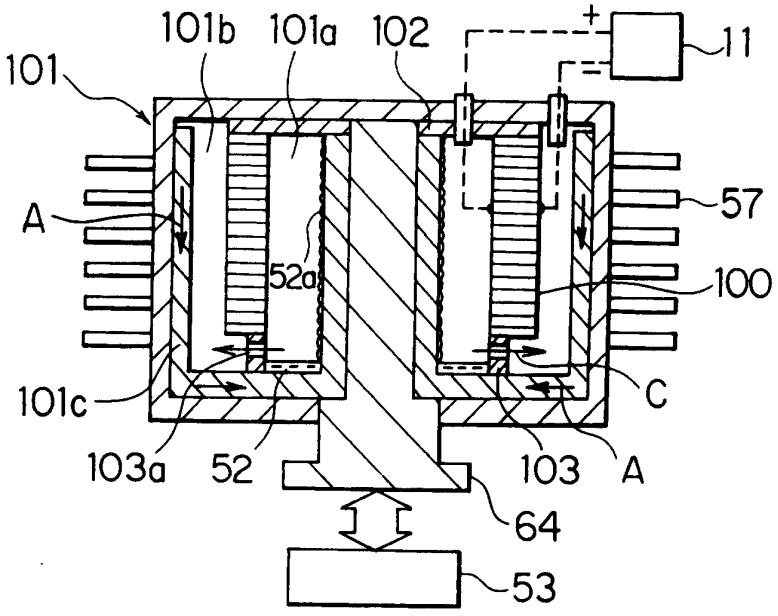

101b
101a
102
+
11
101
57
A
52a
100
101c
C
103a
52
103
A
64
53

FIG. 21

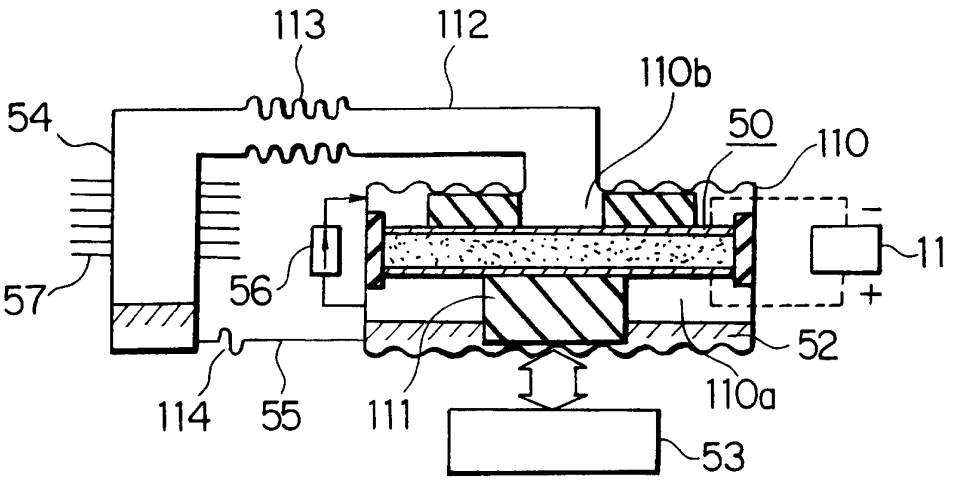

113
112
110b
54
50
110
11
57
56
52
114
55
111
110a
53

FIG. 22

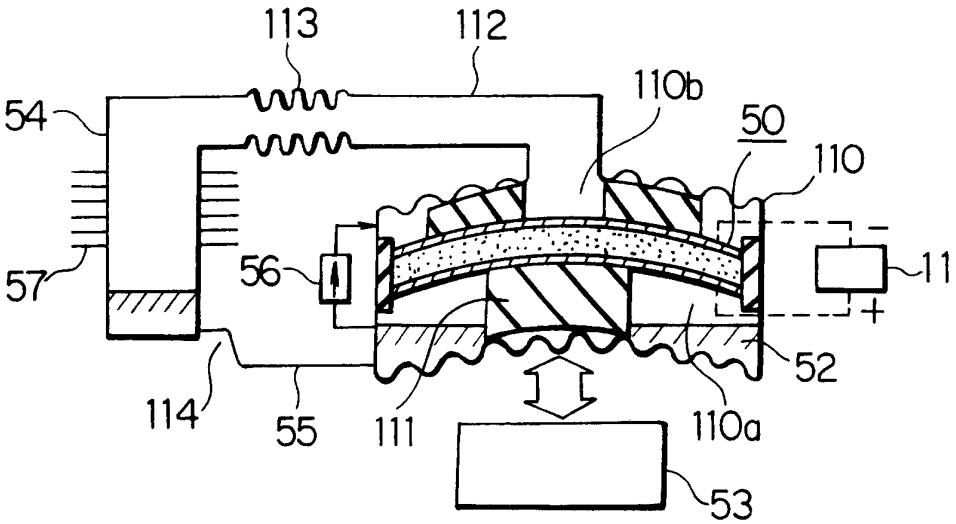

113
112
110b
54
50
110
11
57
56
52
114
55
111
110a
53

FIG. 23

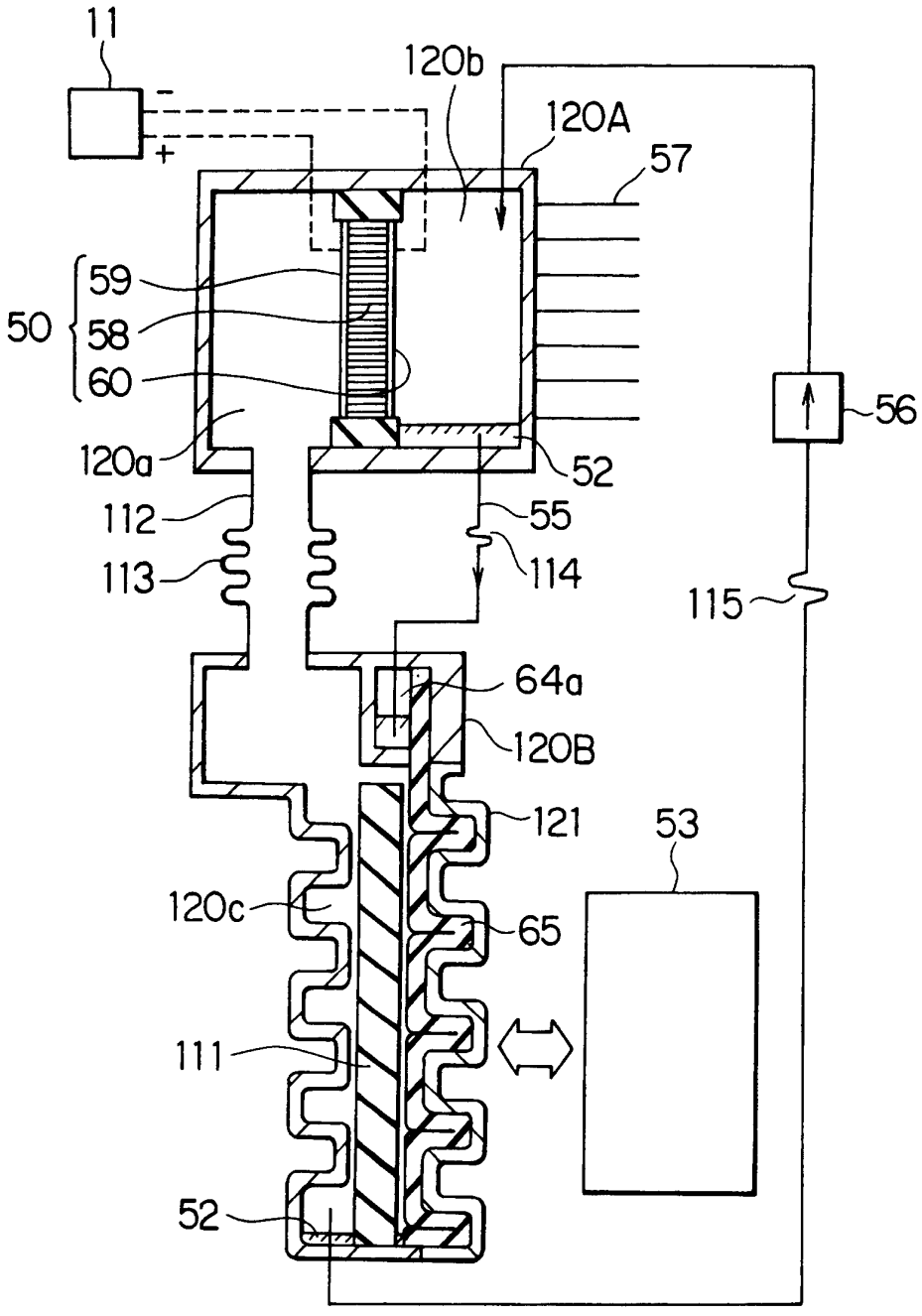

11
120b
120A
57
59
50
58
60
56
120a
52
112
55
113
114
115
64a
120B
121
53
120c
65
111
52

FIG. 24

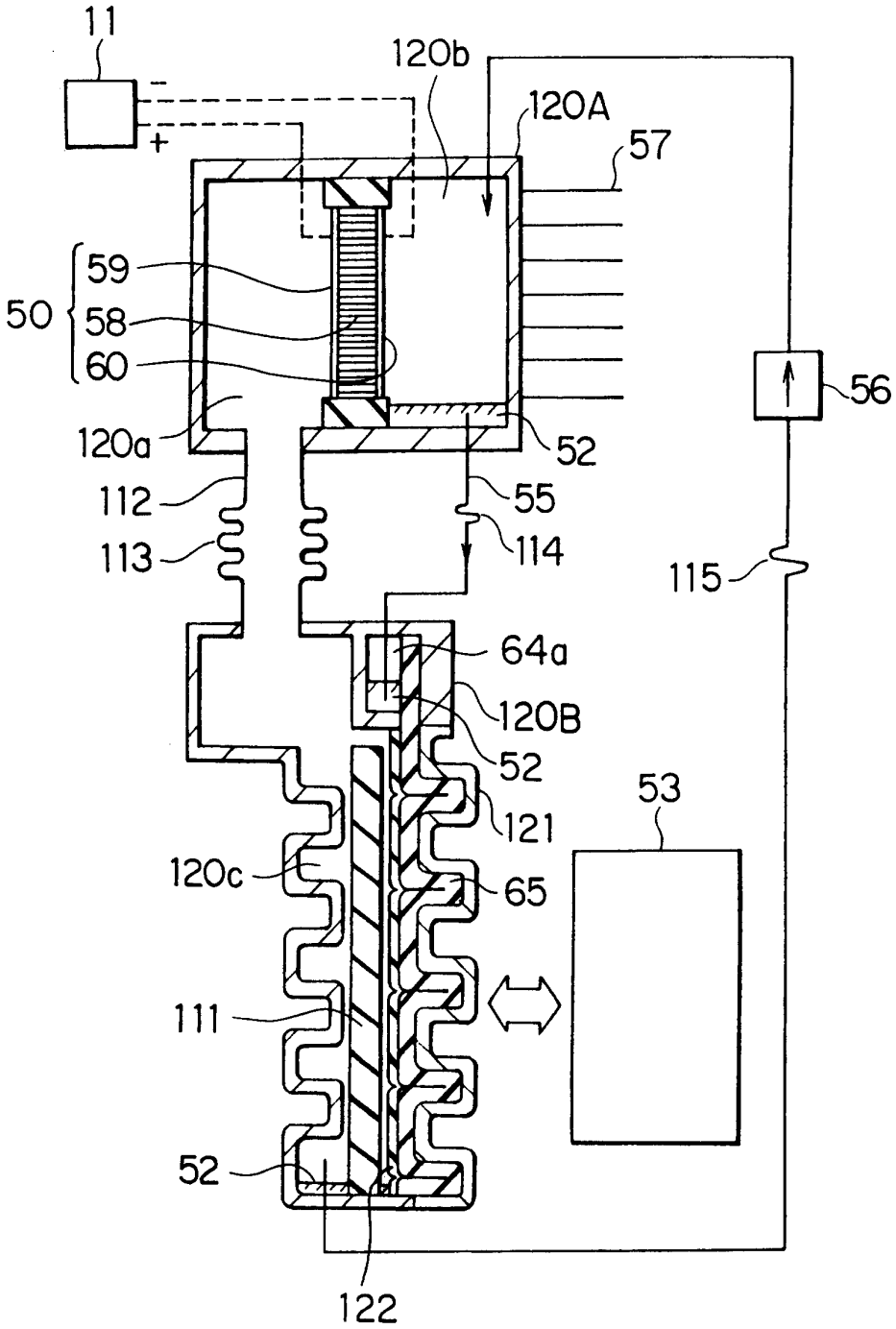

11
120b
120A
57
59
50
58
60
56
120a
52
112
55
113
114
115
64a
120B
52
53
121
120c
65
111
52
122

FIG. 25

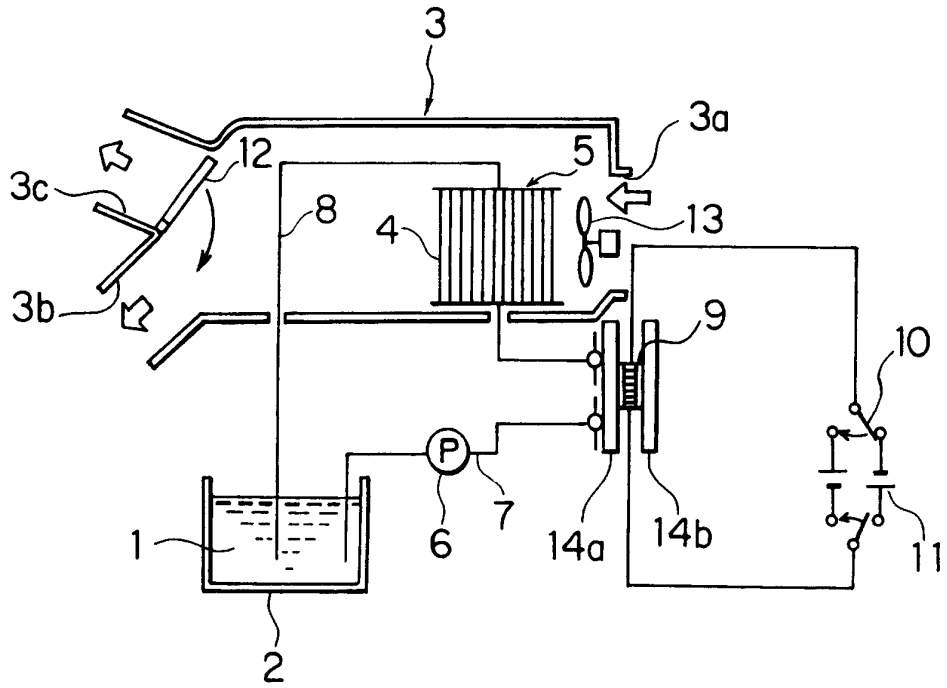

3
3a
12
5
3c
8
4
13
3b
9
10
P
7
6
14a
14b
1
11
2

FIG. 26

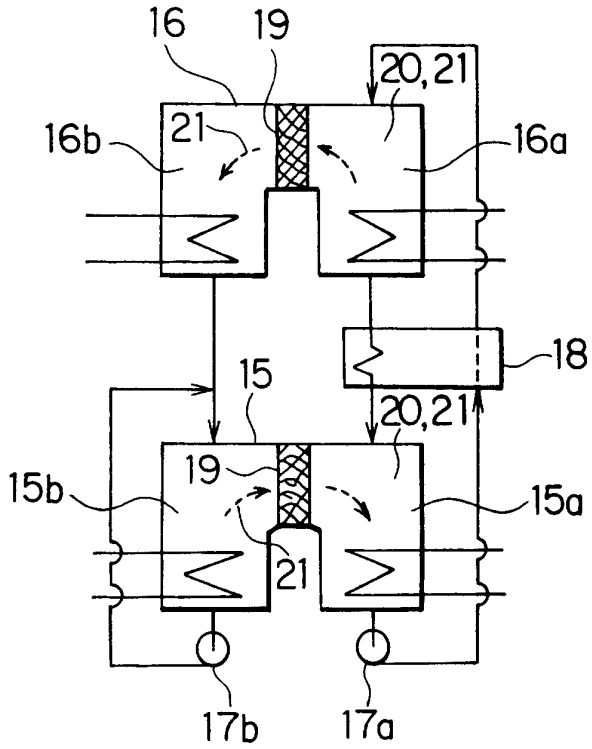

16
19
20,21
21
16b
16a
18
15
20,21
19
15b
15a
21
17b
17a

FIG. 27

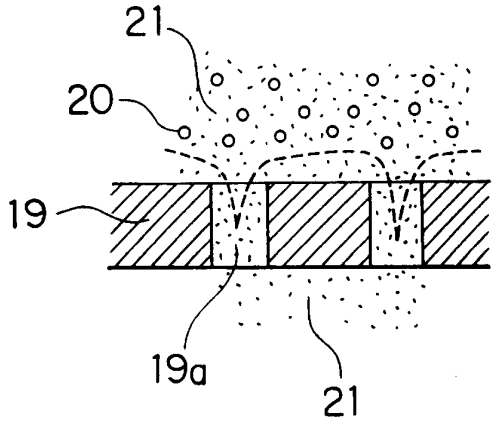


FIG. 28

