

## (12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 65545 B1** (51) Cl. internationale : **B06B 1/02; A61M 11/00**

(43) Date de publication :  
**31.05.2024**

---

(21) N° Dépôt :  
**65545**

(22) Date de Dépôt :  
**15.12.2021**

(30) Données de Priorité :  
**15.12.2020 US 202017122025**

(71) Demandeur(s) :  
**Shaheen Innovations Holding Limited, Unit 2, Level 7, Al Sila Tower Abu Dhabi Global Market Square Al Maryah Island, Abu Dhabi (AE)**

(72) Inventeur(s) :  
**ALSHAIBA SALEH GHANNAM ALMAZROUEI, Mohammed ; BHATTI, Sajid ; MACHOVEC, Jeff ; LAMOUREUX, Clement**

(74) Mandataire :  
**SABA & CO., TMP**

(86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation : EP 21834858.9

---

(54) Titre : **DISPOSITIFS INHALATEURS À BRUME**

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif inhalateur à brume (200) pour générer une brume comprenant un agent thérapeutique destinée à être inhalée par un utilisateur. Le dispositif comprend un dispositif générateur de brume (201) et un dispositif de pilotage (202). Le dispositif de pilotage (202) est configuré pour piloter le dispositif générateur de brume (201) à une fréquence optimale pour maximiser l'efficacité de génération de brume par le dispositif générateur de brume (201).

**Revendications :**

1. Un dispositif inhalateur de brume destiné à générer une brume contenant un produit thérapeutique à inhaler par un utilisateur, le dispositif comprenant :
  - un dispositif générateur de brume (201) qui comprend :
    - un boîtier de générateur de brume (204) qui est allongé et comprend un orifice d'entrée d'air (207) et un orifice de sortie de brume (208) ;
    - une chambre à liquide (218) prévue à l'intérieur du boîtier de générateur de brume (204), la chambre à liquide (218) contenant un liquide devant être atomisé, le liquide comprenant un produit thérapeutique ;
    - une chambre de sonication (219) prévue à l'intérieur du boîtier de générateur de brume (204) ;
    - un élément capillaire (222) s'étendant entre la chambre à liquide (218) et la chambre de sonication (219) de sorte qu'une première partie (223) de l'élément capillaire (222) soit à l'intérieur de la chambre à liquide (218) et une deuxième partie (224) de l'élément capillaire (222) soit à l'intérieur de la chambre de sonication (219) ;
    - un transducteur ultrasonique (215) doté d'une surface d'atomisation, dans lequel un segment de la deuxième partie (224) de l'élément capillaire (222) est superposé à une partie de la surface d'atomisation, et dans lequel quand le transducteur ultrasonique (215) est entraîné par un signal de commande CA, la surface d'atomisation vibre pour atomiser le liquide porté par la deuxième partie (224) de l'élément capillaire (222) pour générer une brume comprenant le liquide atomisé et de l'air à l'intérieur de la chambre de sonication (219) ; et
    - un agencement de flux d'air qui fournit un chemin de flux d'air entre l'orifice d'entrée d'air (207), la chambre de sonication (219) et l'orifice de sortie d'air de manière à ce qu'un utilisateur aspirant à l'orifice de sortie de brume (208) aspire de l'air à travers l'orifice d'entrée (207), à travers la chambre de sonication (219) et sortant par l'orifice de sortie de brume (208), la brume générée dans la chambre de sonication (219) étant portée par l'air et sortant par l'orifice de sortie de brume (208) pour être inhalée par l'utilisateur, le dispositif comprenant en sus :
      - un dispositif de pilotage (202) qui inclut :
        - une batterie (250) ;

caractérisé en ce que le dispositif de pilotage (202) comprend en sus :

  - un circuit à pont en H (334) connecté au transducteur ultrasonique (215), le circuit à pont en H (334) étant configuré pour générer un signal de commande CA pour piloter le transducteur ultrasonique (215) ;

une micropuce (300) connectée au circuit à pont en H (334) pour commander le circuit à pont en H (334) pour générer le signal de commande CA, la micropuce (300) étant une seule unité qui comprend une pluralité de composants et sous-systèmes intégrés interconnectés comprenant :

un oscillateur (315) configuré pour générer :

un signal d'horloge principal,

un signal d'horloge de première phase qui est élevé une première fois pendant la demi-période positive du signal d'horloge principal et bas pendant la demi-période négative du signal d'horloge principal, et

un signal d'horloge de deuxième phase qui est élevé une deuxième fois au cours de la demi-période négative du signal d'horloge principal et bas au cours de la demi-période positive du signal d'horloge principal, les phases du signal d'horloge de première phase et du signal d'horloge de deuxième phase étant alignées sur le centre ;

un sous-système générateur de signal de modulation de largeur d'impulsion (PWM) comprenant :

une boucle à verrouillage de retard (332) configurée pour générer un signal d'horloge double fréquence en utilisant le signal d'horloge de première phase et le signal d'horloge de deuxième phase, le signal d'horloge double fréquence ayant une fréquence double de celle du signal d'horloge principal, la boucle à verrouillage de retard étant configurée pour commander le front montant du signal d'horloge de première phase et du signal d'horloge de deuxième phase pour qu'il soit synchrone avec le front montant du signal d'horloge double fréquence, et la boucle à verrouillage de retard étant configurée pour régler la fréquence et le cycle du signal d'horloge de première phase et du signal d'horloge de deuxième phase en réponse à un signal de commande de pilotage pour produire un signal de sortie de première phase et un signal de sortie de deuxième phase, le signal de sortie de première phase et le signal de sortie de deuxième phase étant configurés pour entraîner le circuit à pont en H (334) à générer un signal de commande CA pour piloter le transducteur ultrasonique (215) ;

une borne de signal de sortie de première phase configurée pour émettre le signal de sortie de première phase vers le circuit à pont en H (334) ;

une borne de signal de sortie de deuxième phase configurée pour émettre le signal de sortie de deuxième phase vers le circuit à pont en H (334) ;

une borne d'entrée de rétroaction configurée pour recevoir un signal de rétroaction du circuit à pont en H (334), le signal de rétroaction indiquant un paramètre de fonctionnement du circuit à pont en H (334) ou du signal de commande CA quand le circuit à pont en H (334) pilote le transducteur ultrasonique (215) avec le signal de commande CA pour atomiser le liquide ;

un sous-système convertisseur analogique-numérique « ADC »(318) comprenant :

- une pluralité de bornes d'entrée ADC (319) configurées pour recevoir une pluralité de signaux analogiques respectifs, une borne d'entrée ADC de la pluralité de bornes d'entrée ADC (319) étant connectée à la borne d'entrée de rétroaction de manière à ce que le sous-système ADC (318) reçoive le signal de rétroaction du circuit à pont en H (334), et le sous-système ADC (318) étant configuré pour échantillonner des signaux analogiques reçus à la pluralité de bornes d'entrée ADC (319) à une fréquence d'échantillonnage proportionnelle à la fréquence du signal d'horloge principal et le sous-système ADC étant configuré pour générer des signaux numériques ADC en utilisant les signaux analogiques échantillonnés ;

- un sous-système processeur numérique (316) configuré pour recevoir les signaux numériques ADC du sous-système ADC (318) et traiter les signaux numériques ADC pour générer le signal de commande de pilotage, le sous-système processeur numérique (316) étant configuré pour communiquer le signal de commande de pilotage au sous-système générateur de signal PWM (329) pour commander le sous-système générateur de signal PWM (329) ; et

- un sous-système convertisseur numérique- analogique "DAC" comprenant :

- un convertisseur numérique analogique "DAC" (327) configuré pour convertir un signal de commande numérique généré par le sous-système processeur numérique (316) en un signal de commande de tension analogique pour commander un circuit régulateur de tension qui génère une tension pour modulation par le circuit à pont en H (334) ; et

- une borne de sortie DAC configurée pour émettre le signal de commande de tension analogique afin de commander le circuit régulateur de tension pour générer une tension prédéterminée pour modulation par le circuit à pont en H (334) pour piloter le transducteur ultrasonique (215) en réponse aux signaux de rétroaction indiquant le fonctionnement du transducteur ultrasonique (215).

2. Le dispositif de la revendication 1, dans lequel la micropuce comprend en sus :

- un diviseur de fréquence (330) connecté à l'oscillateur (315) pour recevoir le signal d'horloge principal de l'oscillateur (315), le diviseur de fréquence (330) étant configuré pour diviser le signal d'horloge principal par une grandeur de diviseur prédéterminée et émettre le signal de référence de fréquence à la boucle à verrouillage de retard (332).

3. Le dispositif de la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel la boucle à verrouillage de retard (332) comprend une pluralité de lignes à retard connectées bout à

bout, le retard total des lignes à retard étant égal à la période du signal d'horloge principal ; et éventuellement

dans lequel la boucle à verrouillage de retard (332) est configurée pour régler le rapport cyclique du signal d'horloge de première phase et du signal d'horloge de deuxième phase en réponse au signal de commande de pilotage en faisant varier le retard de chaque ligne à retard dans la boucle à verrouillage de retard (332).

4. Le dispositif d'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la borne d'entrée de rétroaction est configurée pour recevoir un signal de rétroaction du circuit à pont en H (334) sous la forme d'une tension indiquant un courant RMS d'un signal de commande CA qui pilote le transducteur ultrasonique.

5. Le dispositif d'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le sous-système ADC (318) comprend une pluralité d'autres bornes d'entrée ADC configurées pour recevoir des signaux de rétroaction indiquant au moins une de la tension de la batterie (250) ou la tension du chargeur de batterie connecté au dispositif.

6. Le dispositif d'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la microprocesseur (300) comprend en sus :

un capteur de température (314) intégré à la microprocesseur (300), le capteur de température (314) étant configuré pour générer un signal de température indiquant la température de la microprocesseur (300), le signal de température étant reçu par une autre borne d'entrée ADC du sous-système ADC (318) et le signal de température étant échantillonné par l'ADC.

7. Le dispositif d'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le sous-système ADC (318) est configuré pour échantillonner séquentiellement des signaux reçus à la pluralité de bornes d'entrée ADC (319), chaque signal étant échantillonné par le sous-système ADC (318) un nombre de fois respectivement prédéterminé.

8. Le dispositif d'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la microprocesseur (300) comprend en sus :

un sous-système de charge de batterie configuré pour commander le chargement de la batterie (250).

9. Le dispositif d'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le sous-système DAC comprend :

un autre convertisseur numérique-analogique "DAC" (327) configuré pour convertir un signal de commande numérique généré par le sous-système processeur numérique (316) en un signal de commande de tension analogique pour commander le circuit régulateur de tension.

10. Le dispositif d'une quelconque des revendications précédentes, le dispositif comprenant en sus :

une autre micropuce (301), l'autre micropuce (301) étant une seule unité comprenant une pluralité de composants et sous-systèmes intégrés interconnectés incluant :

une première borne d'alimentation en puissance ;

une deuxième borne d'alimentation en puissance ;

le circuit à pont en H (334) qui intègre un premier commutateur, un deuxième commutateur, un troisième commutateur et un quatrième commutateur, dans lequel :

le premier commutateur et le troisième commutateur sont connectés en série entre la première borne d'alimentation en puissance et la deuxième borne d'alimentation en puissance ;

une première borne de sortie est connectée électriquement entre le premier commutateur et le troisième commutateur, la première borne de sortie étant connectée à une première borne du transducteur ultrasonique (215),

le deuxième commutateur et le quatrième commutateur sont connectés en série entre la première borne d'alimentation en puissance et la deuxième borne d'alimentation en puissance, et

une deuxième borne de sortie est connectée électriquement entre le deuxième commutateur et le quatrième commutateur, la deuxième borne de sortie étant connectée à une deuxième borne du transducteur ultrasonique (215) ;

une première borne de phase configurée pour recevoir le premier signal de sortie de phase du sous-système générateur de signal de modulation de largeur d'impulsion PWM (329) ;

une deuxième borne de phase configurée pour recevoir un deuxième signal de sortie de phase du sous-système générateur de signal PWM (329) ;

un automate d'état numérique (337) configuré pour générer des signaux de temporisation basés sur le premier signal de sortie de phase et le deuxième signal de sortie de phase et émettre les signaux de temporisation aux commutateurs du circuit à pont en H (334) pour commander aux commutateurs de s'activer et désactiver selon une séquence telle que le circuit à pont en H (334) émette un signal de commande CA pour entraîner le transducteur ultrasonique (215), la séquence comprenant une période de flottement libre dans laquelle le premier commutateur et le deuxième commutateur sont désactivés et le

troisième commutateur et le quatrième commutateur sont activés afin de dissiper l'énergie stockée par le transducteur ultrasonique (215) ;

un capteur de courant (335) qui intègre :

une première résistance de détection de courant connectée en série entre le premier commutateur et la première borne d'alimentation en puissance ;

un premier capteur de tension (344) configuré pour mesurer la chute de tension sur la première résistance de détection de courant et fournir une première sortie de tension indiquant le courant passant par la première résistance de détection de courant ;

une deuxième résistance de détection de courant connectée en série entre le deuxième commutateur et la première borne d'alimentation en puissance ;

un deuxième capteur de tension (345) configuré pour mesurer la chute de tension sur la deuxième résistance de détection de courant et fournir une deuxième sortie de tension indiquant le courant passant par la deuxième résistance de détection de courant ; et

une borne de sortie de capteur de courant (335) configurée pour fournir une tension de sortie RMS relative à la terre qui est équivalente à la première sortie de tension et la deuxième sortie de tension,

dans lequel la tension de sortie RMS indique un courant RMS passant par le premier commutateur ou le deuxième commutateur et le courant passant par le transducteur ultrasonique (215) connecté entre la première borne de sortie et la deuxième borne de sortie.

11. Le dispositif de la revendication 10, dans lequel le circuit à pont en H (334) est configuré pour sortir une puissance de 22 W à 50 W au transducteur ultrasonique (215) connecté à la première borne de sortie et la deuxième borne de sortie ; et éventuellement

dans lequel l'autre microprocesseur (301) comprend :

un capteur de température (336) intégré à l'autre microprocesseur (301), le capteur de température (336) étant configuré pour mesurer la température l'autre microprocesseur (301) et désactiver au moins une partie de l'autre microprocesseur (301) dans le cas où le capteur de température (336) détecte que l'autre microprocesseur (301) est à une température qui dépasse un seuil prédéterminé ; et éventuellement

dans lequel le dispositif comprend en sus :

un circuit convertisseur élévateur configuré pour augmenter la tension de la batterie (250) jusqu'à une tension de survoltage en réponse au signal de sortie de tension analogique de la borne de sortie DAC, le circuit convertisseur élévateur (305) étant configuré pour fournir la tension de survoltage à la première borne d'alimentation en

puissance de manière à ce que la tension de survoltage soit modulée par la commutation des commutateurs du circuit à pont en H (334).

12. Le dispositif des revendications 10 ou 11, dans lequel le capteur de courant (335) est configuré pour capter le courant passant par le transducteur ultrasonique pendant la période de flottement libre et l'automate d'état numérique (337) est configuré pour adapter les signaux de temporisation pour activer soit le premier commutateur soit le deuxième commutateur quand le capteur de courant (335) détecte que le courant passant par le transducteur ultrasonique pendant la période de flottement libre est à zéro.

13. Le dispositif d'une quelconque des revendications 10 à 12, dans lequel, pendant une phase de réglage du fonctionnement du dispositif, l'autre microprocesseur (301) est configurée pour :

mesurer le temps mis pour que le courant passant par le transducteur ultrasonique tombe à zéro quand le premier commutateur et le deuxième commutateur sont désactivés et le troisième commutateur et le quatrième commutateur sont activés ; et

régler la durée de la période de flottement libre pour qu'elle soit égale à la durée mesurée.

14. Le dispositif d'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif comprend en sus :

un processeur pour commander le dispositif pilote (202) ; et

une mémoire stockant des instructions qui, quand elles sont exécutées par le processeur, amènent le dispositif pilote (202) à :

- A. commander au dispositif pilote (202) d'émettre un signal de commande CA au transducteur ultrasonique (215) à une fréquence de balayage ;
- B. calculer la puissance active utilisée par le transducteur ultrasonique (215) sur la base du signal de rétroaction ;
- C. commander au dispositif pilote (202) de moduler le signal de commande CA pour maximiser la puissance active utilisée par le transducteur ultrasonique (215) ;
- D. stocker un enregistrement dans la mémoire de la puissance active maximale utilisée par le transducteur ultrasonique (215) et de la fréquence de balayage du signal de commande CA ;
- E. répéter les étapes A-D un nombre prédéterminé d'itérations avec la fréquence de balayage incrémentée ou décrétementée à chaque itération, de



manière à ce que, une fois le nombre prédéterminé d'itération atteint, la fréquence de balayage a été incrémentée ou décrémentée depuis une fréquence de balayage de départ jusqu'à une fréquence de balayage finale ;

- F. identifier à partir des enregistrements stockés dans la mémoire, la fréquence optimale pour le signal de commande CA qui est la fréquence de balayage du signal de commande CA à laquelle la puissance active maximale est utilisée par le transducteur ultrasonique (215) ; et
- G. commander au dispositif pilote d'émettre un signal de commande CA au transducteur ultrasonique (215) à la fréquence optimale pour commander au transducteur ultrasonique (215) d'atomiser un liquide.

15. Le dispositif de la revendication 14, dans lequel la fréquence de départ de balayage est de 2900 kHz et la fréquence de fin de balayage est de 3100 kHz.