(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 654 518**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **90 08891**

(51) Int Cl[5] : G 01 R 31/26; H 01 L 23/44//F 28 F 27/00

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 12.07.90.

(30) **Priorité** : 13.07.89 US 379083.

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 17.05.91 Bulletin 91/20.

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

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

(71) **Demandeur(s) :** *Société dite: AMERICAN ELECTRONIC ANALYSIS* — US.

(72) **Inventeur(s) :** Taraci Richard, Taraci Brian et Gorgenyi Imre.

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

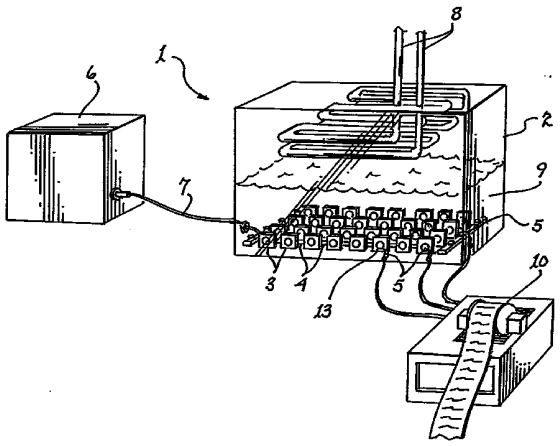
(74) **Mandataire :** Rinuy Santarelli.

(54) Procédé et appareil pour maintenir un dispositif fonctionnant électriquement, et notamment son boîtier, à une température souhaitée.

(57) L'invention concerne un procédé et un appareil pour maintenir un dispositif fonctionnant électriquement à une température souhaitée.

Le dispositif (3) fonctionnant électriquement est plongé dans un bain formé d'un liquide inerte (9) ayant un point d'ébullition inférieur à la température souhaitée du dispositif. Ce dernier, en fonctionnant, dégage de la chaleur qui est transmise au bain par ébullition nucléée du liquide. La température du dispositif est contrôlée jusqu'à ce qu'elle se stabilise à une valeur comprise entre le point d'ébullition du liquide et la température souhaitée. Un liquide inerte, d'un point d'ébullition supérieur à la température souhaitée, est ajouté lentement au bain pour modifier la vitesse d'ébullition nucléée du liquide à ébullition inférieure.

Domaine d'application: essais de déverminage de semiconducteurs, etc.



FR 2 654 518 - A1

L'invention concerne d'une manière générale un procédé et un appareil pour maintenir un dispositif immergé, fonctionnant électriquement, à une température souhaitée en réglant la vitesse d'ébullition nucléée du liquide d'immersion dans des conditions thermiques élevées.

De nombreux dispositifs électriques qui produisent de la chaleur en fonctionnant ont un taux de panne élevée durant la première année de service. De tels dispositifs comprennent des condensateurs, des résistances et des dispositifs à semi-conducteurs comprenant des diodes, des transistors et des circuits intégrés. Les circuits sont particulièrement concernés, car les progrès dans le traitement des semi-conducteurs et dans la conception des circuits ont conduit à une densité accrue des composants sur le circuit avec, pour conséquence, une augmentation de la chaleur générée par unité de surface d'une puce à semi-conducteurs.

La majorité des dispositifs électriques qui tombent en panne durant la première année de fonctionnement peut cependant être éliminée des produits mis dans le commerce par soumission des dispositifs à un essai de "déverminage" (prévieillissement). Durant un essai de déverminage, les dispositifs sont soumis à des conditions de fonctionnement électriques ou thermiques extrêmes pendant une courte période de temps, habituellement une à huit semaines, simulant ainsi une année de fonctionnement dans des conditions normales.

A l'origine, les essais de déverminage étaient effectués dans l'air ou dans l'azote. Cependant, récemment, comme décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique N° 4 745 354, on a procédé à des déverminages en immergeant les dispositifs dans un liquide électriquement isolant, non réactif. Le liquide sert à élever la température ambiante de fonctionnement des dispositifs et à dissiper la chaleur excédentaire produite par les dispositifs en fonctionne-

ment. Le liquide utilisé dans le procédé décrit dans le brevet précité est d'un coût inhabituellement élevé et présente une vitesse importante d'évaporation aux températures élevées associées aux essais de déverminage. Par conséquent, pour empêcher des pertes importantes par évaporation, on maintient avec soin le liquide au-dessous de son point d'ébullition en le faisant passer par pompage sur des serpentins mécaniques de refroidissement pour éliminer la chaleur générée par les dispositifs en fonctionnement.

Les fabricants de calculateurs utilisent aussi un refroidissement par immersion pour dissiper la chaleur de dispositifs à semi-conducteurs dans des calculateurs en fonctionnement. Dans de tels systèmes de refroidissement, les dispositifs sont immergés dans un liquide diélectrique à bas point de fusion. Pendant le fonctionnement, la chaleur générée par les dispositifs provoque la formation de bulles de vapeur du liquide de refroidissement dans des sites de nucléation à la surface de la puce. Une partie de la chaleur générée est absorbée sous forme de chaleur latente de vaporisation du liquide, la partie restante étant absorbée par la convection du liquide à la surface de la puce. Le procédé est appelé "ébullition nucléée".

Des procédés et appareils de transmission de chaleur par ébullition nucléée sont décrits dans les brevets des Etats-Unis d'Amérique N° 3 741 292, N° 4 050 507, N° 4 312 012 et N° 4 709 754.

Dans chacun des brevets précités, des modules comportant des éléments générant de la chaleur, tels que des dispositifs à semi-conducteurs, sont placés dans un liquide diélectrique à bas point d'ébullition. Un espace de vapeur est ménagé au-dessus du niveau du liquide. Les composants électroniques chauffent le liquide, provoquant une ébullition nucléée à la surface de ces composants. Le brevet des Etats-Unis d'Amérique N° 4 050 507 décrit des

puces électroniques présentant des sites d'ébullition nucléée situés sur au moins la surface arrière de la puce et montés de façon que la surface arrière soit exposée et orientée verticalement. Le brevet des Etats-Unis d'Amérique N° 4 312 012 décrit un renforcement des caractéristiques d'ébullition nucléée de dispositifs au silicium en formant des défauts en réseau sur la surface arrière du dispositif par sablage et gravure de la surface endommagée. Le brevet des Etats-Unis d'Amérique N° 4 709 754 décrit une structure à ailettes présentant une surface perfectionnée d'ébullition nucléée. D'une façon générale, la technologie de refroidissement par ébullition nucléée a visé à améliorer les sites de nucléation auxquels l'ébullition commence, plutôt qu'à maintenir la température du bain d'immersion ou du boîtier du dispositif.

Un problème posé par le refroidissement par ébullition nucléée est que le liquide approprié pour un refroidissement par immersion présente une caractéristique d'hystérésis inexpliquée exigeant, pour déclencher l'ébullition nucléée, une température plus élevée que celle demandée pour entretenir l'ébullition. La surchauffe demandée pour déclencher l'ébullition nucléée peut dépasser la température souhaitée de fonctionnement du dispositif de génération de chaleur, risquant de l'endommager, même si la température finale d'ébullition se stabilise à un niveau acceptable. L'effet d'hystérésis peut être mieux illustré en référence à la figure 1 des dessins annexés et décrits ci-après. La figure 1 est un graphique donnant la température en fonction du temps pour l'ébullition nucléée de fluides d'immersion. La courbe 20 représente le dépassement de température nécessaire pour amorcer l'ébullition nucléée dans les fluides d'immersion utilisés dans des systèmes de refroidissement par ébullition nucléée de l'art antérieur.

Un autre problème associé au refroidissement par ébullition nucléée est que, lorsque de la chaleur est

dissipée à partir du dispositif, de plus en plus de bulles se forment, finissant par constituer une couche. Le début de l'ébullition en couche marque la limite supérieure d'ébullition nucléée, car la couche empêche le liquide d'atteindre la surface de la puce, ce qui réduit notablement la transmission de chaleur à partir des dispositifs et risque de provoquer une surchauffe destructrice, ou un emballement thermique, des dispositifs.

On peut atténuer les problèmes associés à l'ébullition en couche en fixant des radiateurs de chaleur ou des refroidisseurs à la surface de dissipation de chaleur pour augmenter la surface de transmission de la chaleur. Le brevet des Etats-Unis d'Amérique N° 4 203 129 décrit un radiateur thermique contenant des galeries afin que les dispositifs fixés à ce radiateur soient refroidis par des bulles formées par ébullition nucléée à l'intérieur des galeries.

Cependant, les fabricants exigent à présent d'effectuer des essais de déverminage sur des dispositifs électriques fonctionnant à haute puissance, tandis que la température du boîtier des dispositifs est maintenue dans un intervalle très étroit. Les systèmes actuellement disponibles pour effectuer des déverminages à haute puissance sont extrêmement coûteux et sont dotés de commandes insuffisantes pour maintenir la température du boîtier dans une tolérance étroite. De telles exigences pour les essais de déverminage ne peuvent être satisfaites ni par l'art antérieur portant sur les déverminages, ni par l'art antérieur ayant trait au refroidissement par ébullition nucléée de dispositifs à semi-conducteurs fonctionnant dans des calculateurs.

La présente invention concerne d'une manière générale un procédé et un appareil pour maintenir des dispositifs fonctionnant électriquement à une température souhaitée et prédéterminée, par immersion du dispositif

dans un liquide inerte qui refroidit le dispositif par ébullition nucléée. Les techniques utilisées par la présente invention peuvent être décrites dans l'environnement souvent rencontré dans l'industrie des semi-conducteurs, dans lequel la température du boîtier d'un dispositif est maîtrisée durant un déverminage. Par conséquent, l'invention sera décrite dans un environnement ou une application dans laquelle la température du dispositif est maîtrisée ou limitée par une détection et un réglage de la température du boîtier renfermant le dispositif. Dans un tel essai de déverminage, il est habituel que les spécifications concernant le déverminage dans l'industrie exigent de maintenir le boîtier du dispositif à une température donnée pendant une période de temps prolongée ; en pratique, le boîtier forme un point commode de fixation d'un moyen de mesure de la température.

Brièvement décrite et selon une forme de réalisation, l'invention propose un procédé pour maintenir le boîtier d'un dispositif immergé, fonctionnant électriquement, à une température souhaitée, en réglant la vitesse d'ébullition nucléée du liquide d'immersion durant un essai de déverminage soutenu du dispositif. Un radiateur ou dissipateur thermique est fixé au dispositif, et ce dernier et le radiateur sont immergés dans un bain de liquide inerte ayant un point d'ébullition inférieur à la température souhaitée du boîtier. Le dispositif est alimenté en énergie électrique, générant ainsi de la chaleur qui est transmise au bain par ébullition nucléée du liquide. La température du boîtier du dispositif est contrôlée jusqu'à ce que le boîtier se stabilise à une température comprise entre le point d'ébullition du liquide et la température souhaitée de ce boîtier. Un liquide inerte ayant un point d'ébullition plus élevé que la température souhaitée du boîtier est ajouté lentement au bain pour modifier la vitesse d'ébullition nucléée du liquide à ébullition

inférieure, en même temps que la température du boîtier est contrôlée jusqu'à ce qu'elle se stabilise à la valeur souhaitée.

Un objet de l'invention est de maintenir dans une marge étroite la température d'un dispositif fonctionnant électriquement, immergé dans un liquide inerte en ébullition, en réglant la vitesse de vaporisation du liquide d'immersion.

Un autre objet de l'invention est d'empêcher une surchauffe destructrice d'un dispositif fonctionnant électriquement, immergé dans un liquide inerte en ébullition durant un essai de déverminage.

Un autre objet de l'invention est de fournir un procédé et un appareil simples destinés à maintenir une température souhaitée d'un dispositif fonctionnant électriquement, subissant un essai de déverminage.

Un autre objet de l'invention est de proposer un procédé et un appareil peu coûteux pour maintenir une température souhaitée d'un dispositif fonctionnant électriquement, subissant un essai de déverminage.

Un autre objet de l'invention est de proposer un procédé et un appareil pour recycler le liquide inerte.

L'invention sera décrite plus en détail en regard des dessins annexés à titre d'exemple nullement limitatif et sur lesquels :

la figure 1 est un graphique utile pour comparer la présente invention avec l'art antérieur ;

la figure 2 est une vue en perspective d'un appareil de déverminage comprenant la présente invention ;

la figure 3 est une vue en perspective à échelle agrandie des dispositifs fonctionnant électriquement, essayés dans l'appareil de déverminage de la figure 2 ;

la figure 4 est une vue en perspective à échelle agrandie des serpentins de refroidissement utilisés

dans l'appareil de déverminage de la figure 2 ; et

la figure 5 est une vue en perspective de l'appareil de déverminage de la figure 2 en fonctionnement.

En référence de façon générale aux figures 2, 3, 4 et 5, un appareil 1 de déverminage comprend une cuve globalement rectangulaire et sensiblement fermée 2 contenant des transistors 3 à soumettre à un essai de déverminage. D'autres dispositifs aptes à un essai de déverminage conforme à l'invention comprennent, par exemple, des redresseurs, des résistances et des diodes. Les transistors 3 sont alimentés en énergie électrique à partir d'une source 6 d'alimentation en énergie au moyen d'un cordon électrique 7. Pour contrôler la température du boîtier des transistors durant l'essai de déverminage, des thermocouples 5 sont fixés à un nombre représentatif de transistors 3 au point du boîtier 3 du transistor le plus proche de la matrice, ou source de génération de chaleur. Des lectures de thermocouples sont enregistrées par un enregistreur 10 de température. En variante, la température du boîtier peut être contrôlée par mesure du rayonnement infrarouge émis par les transistors 3 durant l'essai de déverminage.

Comme illustré en détail sur la figure 3, les transistors 3 sont fixés à un radiateur ou dissipateur thermique 4 en cuivre. Le radiateur ou dissipateur 4 de chaleur établit une surface accrue de transmission de chaleur pour les transistors 3 afin d'empêcher une surchauffe destructrice ou un emballement thermique des transistors et de maintenir uniforme la température du boîtier des transistors. Cependant, les radiateurs ne sont pas nécessaires si les dispositifs particuliers en cours d'essai transmettent efficacement la chaleur. En outre, suivant la géométrie particulière du dispositif, un radiateur ou dissipateur de chaleur peut en réalité rendre le dispositif plus chaud en empêchant les moyens de

refroidissement d'atteindre le dispositif.

L'ensemble transistor/dissipateur de chaleur est immergé dans un bain d'un liquide inerte tel qu'un liquide organique perfluoré 9, ayant un point d'ébullition inférieur à la température de déverminage souhaitée des boîtiers. Les transistors 3 sont alimentés en énergie et la température des boîtiers 13 des transistors est contrôlée. En cours d'opération, les transistors 3 sont refroidis en transmettant de la chaleur au bain, amorçant une ébullition nucléée du liquide 9, comme indiqué par la référence numérique 11 sur la figure 5. Une grande partie de la chaleur cédée par les transistors 3 est absorbée par le liquide 9 sous forme de chaleur latente de vaporisation ; la partie restante est absorbée par la convection du liquide. Les bulles de vapeur s'élevant du liquide 9 sont condensées par de l'eau froide contenue dans deux rangées de serpentins 8 de refroidissement en cuivre, de 12,5 mm, placés dans la cuve 2 au-dessus du bain (figure 4). Des courants 12 de liquide de condensation retombent dans le bain 9 de liquide pour continuer à refroidir les transistors 3 par ébullition nucléée. Il est important que la température du serpentin de refroidissement soit au-dessus du point de rosée de l'atmosphère dans la cuve pour empêcher de l'eau de se condenser à l'intérieur de la cuve et de réagir dans le bain avec les dispositifs fonctionnant électriquement.

La température des boîtiers 13 des transistors s'élève jusqu'à une température de stabilisation entre le point d'ébullition du liquide 9 et la température souhaitée des boîtiers. Lorsque la température de stabilisation a été atteinte, un liquide inerte (avantageusement un liquide organique perfluoré miscible avec le premier liquide) ayant un point d'ébullition plus élevé que la température souhaitée des boîtiers, est ajouté lentement à la cuve 2, tandis que l'on continue de contrôler la température des

boîtiers des transistors. Le second liquide, à ébullition plus élevée, fait décroître la vitesse de transmission de chaleur à partir des transistors 2 en diluant le fluide à ébullition inférieure, diminuant ainsi efficacement la vitesse élevée de transmission de chaleur provoquée par l'ébullition nucléée du premier fluide. Par conséquent, la température des boîtiers des transistors monte. Lorsque la température des boîtiers atteint la valeur souhaitée, l'addition du second fluide est interrompue et la température des boîtiers reste à la valeur souhaitée.

Après que la température de boîtiers souhaitée a été atteinte, l'essai de déverminage se poursuit pendant la période de temps demandée. La température des transistors 3 est contrôlée étroitement ; si la température commence à s'élever au-dessus de la température souhaitée des boîtiers, une quantité supplémentaire du premier liquide inerte est ajoutée à la cuve 2 pour refroidir les boîtiers des transistors par une ébullition nucléée du liquide à ébullition inférieure. Si l'on ajoute par inadvertance une trop grande quantité du premier liquide inerte, la température des boîtiers chute au-dessous de la température souhaitée pour ces boîtiers ; dans ce cas, une quantité supplémentaire de liquide inerte d'ébullition supérieure est ajoutée pour s'opposer au refroidissement de l'ébullition nucléée par évaporation du premier liquide inerte. La température souhaitée des boîtiers peut être maintenue dans une marge de ±5°C par un contrôle précis de la température des boîtiers des dispositifs et par l'addition sélective au bain des deux liquides inertes. Lorsque l'essai de déverminage a été achevé et que les transistors essayés ont été enlevés, les deux liquides inertes peuvent être séparés par les processus de distillation habituels et recyclés pour être utilisés dans d'autres essais de déverminage.

Comme indiqué par la courbe 22 de la figure 1, la présente invention évite l'hystérésis et les problèmes de surchauffe des dispositifs associés à l'art antérieur, car la température pour amorcer l'ébullition nucléée du fluide d'immersion à ébullition inférieure est plus basse que la température souhaitée des boîtiers ; le fluide à ébullition plus élevée n'approche pas, en fait, de son point d'ébullition.

Exemple

L'exemple suivant décrit un essai de déverminage de deux semaines portant sur des diodes redresseuses alimentées en énergie électrique sous une puissance de 50 watts. La température demandée des boîtiers était de 100° plus ou moins 5°C. Vingt-deux diodes redresseuses ont été fixées à des radiateurs thermiques en cuivre. Des thermocouples ont été fixés à trois diodes, au point du boîtier des diodes le plus proche de la source de chaleur. L'ensemble diode/dissipateur de chaleur a ensuite été placé dans une cuve de déverminage. Un liquide organique perfluoré, ayant un point d'ébullition de 84°C ("D/80", fabriqué par Ausimont Galden), a été ajouté à la cuve jusqu'à ce que les diodes soient totalement immergées. Les diodes ont été alimentées en énergie électrique à une puissance de 50 watts et la température du boîtier des diodes a été contrôlée et enregistrée. La température du boîtier des diodes s'est stabilisée à une valeur d'environ 94°C. A ce point, un liquide organique perfluoré, ayant un point d'ébullition de 175°C ("DO_2", produit par Ausimont Galden), a été ajouté lentement à la cuve, tandis que l'on contrôlait la température du boîtier des diodes jusqu'à ce qu'elle atteigne la valeur souhaitée de 100°C. La température du boîtier des diodes a été contrôlée pendant la période de déverminage de deux semaines ; plusieurs fois, la température du boîtier des diodes s'est élevée au-dessus de la valeur souhaitée de 100°C. Pour faire descendre la

température du boîtier au niveau souhaité, on a ajouté lentement du liquide "D/80" à la cuve jusqu'à ce que la température du boîtier des diodes chute à 100°C. Durant l'essai de déverminage, du liquide "D/80" vaporisé s'est condensé sous l'effet de serpentins de refroidissement en cuivre contenant de l'eau à 18°C et placés au-dessus du bain. Les courants de liquide "D/80" condensés redescendaient dans le bain.

Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées au procédé et à l'appareil décrits et représentés sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour maintenir un dispositif fonctionnant électriquement à une température souhaitée, caractérisé en ce qu'il consiste à mettre en place le dispositif dans un bain constitué de premier et second liquides inertes, le premier liquide inerte (9) ayant un point d'ébullition inférieur à la température souhaitée du dispositif et le second liquide inerte ayant un point d'ébullition supérieur à la température souhaitée du dispositif, à faire fonctionner électriquement le dispositif afin de générer de la chaleur qui est transmise au bain par ébullition nucléée du premier liquide inerte, la vitesse d'ébullition nucléée du premier liquide inerte étant modifiée par le second liquide inerte, et à contrôler la température du boîtier (13) du dispositif jusqu'à ce qu'elle se stabilise à la valeur souhaitée.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste en outre à récupérer des vapeurs du premier liquide inerte en condensant les vapeurs en liquide et en renvoyant le liquide au bain.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste en outre à séparer le premier liquide inerte du second liquide inerte afin que les deux liquides puissent être réutilisés.

4. Procédé pour maintenir un dispositif (3) fonctionnant électriquement à une température souhaitée pendant le fonctionnement du dispositif, caractérisé en ce qu'il consiste à mettre en place le dispositif dans un bain d'un liquide inerte (9) ayant un point d'ébullition inférieur à la température souhaitée du dispositif, à faire fonctionner électriquement le dispositif afin de générer de la chaleur qui est transmise au bain par ébullition nucléée du liquide, à contrôler la température du dispositif jusqu'à ce qu'elle se stabilise à une valeur comprise entre le point d'ébullition du liquide et la température

souhaitée du dispositif, et à ajouter au bain un liquide inerte ayant un point d'ébullition supérieur à la température souhaitée du dispositif pour modifier la vitesse d'ébullition nucléée du liquide à ébullition inférieure tout en contrôlant simultanément la température du dispositif jusqu'à ce qu'elle atteigne la valeur souhaitée.

5. Procédé pour maintenir le boîtier (13) d'un dispositif (3) fonctionnant électriquement à une température souhaitée durant un essai de déverminage du dispositif, caractérisé en ce qu'il consiste à mettre en place le dispositif dans un bain d'un liquide inerte (9) ayant un point d'ébullition inférieur à la température souhaitée du boîtier, à faire fonctionner électriquement le dispositif afin de générer de la chaleur qui est transmise au bain par ébullition nucléée du liquide, à contrôler la température du boîtier (13) du dispositif jusqu'à ce qu'elle se stabilise à une valeur comprise entre le point d'ébullition du liquide et la température souhaitée du boîtier, et à ajouter au bain un liquide inerte ayant un point d'ébullition supérieur à la température souhaitée du boîtier pour modifier la vitesse d'ébullition nucléée du liquide à ébullition inférieure tout en contrôlant simultanément la température du boîtier du dispositif jusqu'à ce qu'elle atteigne la valeur souhaitée.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1, 4 et 5, caractérisé en ce qu'il consiste en outre à fixer un dissipateur (4) de chaleur au dispositif pour augmenter la vitesse de transmission de chaleur à partir du dispositif afin d'empêcher une surchauffe de celui-ci et de maintenir la température de son boîtier uniforme sur toute l'étendue du dispositif.

7. Procédé selon l'une des revendications 4 et 5, caractérisé en ce qu'il consiste en outre à récupérer les vapeurs du liquide à ébullition inférieure en les condensant en liquide et en renvoyant le liquide au bain.

8. Procédé selon l'une des revendications 4 et 5, caractérisé en ce qu'il consiste en outre à séparer le liquide à ébullition inférieure du liquide à ébullition supérieure afin que les deux liquides puissent être réutilisés.

9. Appareil pour maintenir un dispositif (3) fonctionnant électriquement à une température souhaitée pendant le fonctionnement de ce dispositif, caractérisé en ce qu'il consiste en une cuve (2) destinée à contenir le dispositif pendant qu'on le fait fonctionner électriquement, un premier liquide inerte (9) ayant un point d'ébullition inférieur à la température souhaitée du dispositif, remplissant partiellement la cuve et recouvrant complètement le dispositif pour former un bain, un second liquide inerte ayant un point d'ébullition, supérieur à la température souhaitée du dispositif et choisi pour modifier la vitesse d'ébullition nucléée du liquide à ébullition inférieure, le second liquide inerte étant mélangé avec le premier liquide inerte, des moyens (6, 7) connectés au dispositif pour le faire fonctionner électriquement afin de générer de la chaleur qui est transmise au bain par ébullition nucléée du liquide à ébullition inférieure, et des moyens (5, 10) destinés à contrôler la température du dispositif.

10. Appareil selon la revendication 9, caractérisé en ce que le premier liquide est un liquide organique perfluoré.

11. Appareil selon la revendication 10, caractérisé en ce que le second liquide est un liquide organique perfluoré.

12. Appareil selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens (4) de dissipation de chaleur fixés au dispositif pour augmenter la vitesse de transmission de chaleur à partir du dispositif afin d'empêcher une surchauffe de celui-ci et de

maintenir sa température uniforme sur toute l'étendue du dispositif.

13. Appareil selon la revendication 12, caractérisé en ce que les moyens de dissipation de chaleur sont en métal, et notamment en cuivre.

14. Appareil selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens (8) destinés à récupérer des vapeurs du liquide à ébullition inférieure.

15. Appareil selon la revendication 14, caractérisé en ce que les moyens de récupération de vapeur comprennent un serpentin (8) de refroidissement placé dans la cuve au-dessus du bain, qui condense les vapeurs en liquide pour le recycler vers le bain.

16. Appareil selon la revendication 9, caractérisé en ce que les moyens de contrôle de la température du dispositif comprennent un thermocouple (5) fixé au dispositif, à proximité de la source de chaleur.

17. Appareil pour maintenir le boîtier (13) d'un dispositif (3) fonctionnant électriquement à une température souhaitée pendant un essai de déverminage du dispositif, caractérisé en ce qu'il comporte une cuve (2) destinée à contenir le dispositif pendant qu'on le fait fonctionner électriquement durant l'essai de déverminage, un premier liquide organique perfluoré (9) ayant un point d'ébullition inférieur à la température souhaitée du boîtier, remplissant partiellement la cuve et recouvrant complètement le dispositif pour former un bain, un second liquide inerte organique perfluoré ayant un point d'ébullition supérieur à la température souhaitée du boîtier, choisi pour modifier la vitesse d'ébullition nucléée du liquide à ébullition inférieure et mélangé au premier liquide, des moyens (6, 7) connectés au dispositif pour faire fonctionner électriquement afin de générer de la chaleur qui est transmise au boîtier par ébullition nucléée

du premier liquide, un thermocouple (5) fixé au boîtier du dispositif à proximité de la source de chaleur pour contrôler la température du boîtier du dispositif, des moyens métalliques (4) de dissipation de chaleur fixés au dispositif pour augmenter la vitesse de transmission de chaleur à partir du dispositif afin d'empêcher une surchauffe de celui-ci et de maintenir la température de son boîtier uniforme sur toute l'étendue du dispositif, et un serpentin (8) de refroidissement placé dans la cuve au-dessus du bain, qui condense les vapeurs du premier liquide pour recycler celui-ci vers le bain.

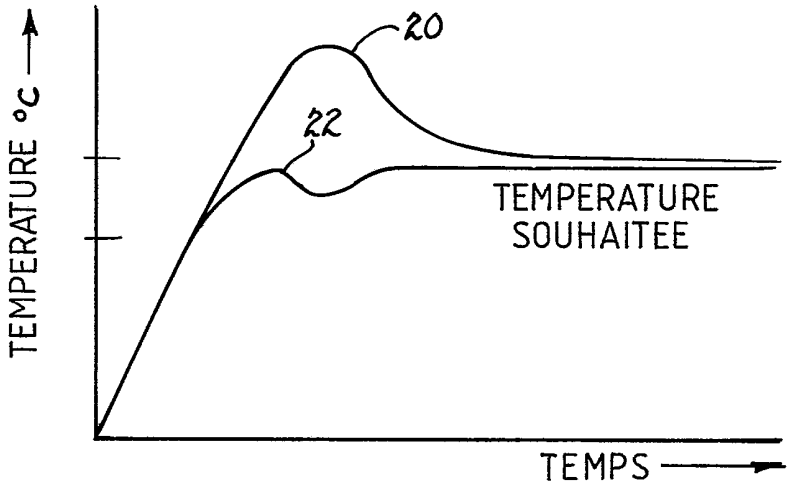


fig.1

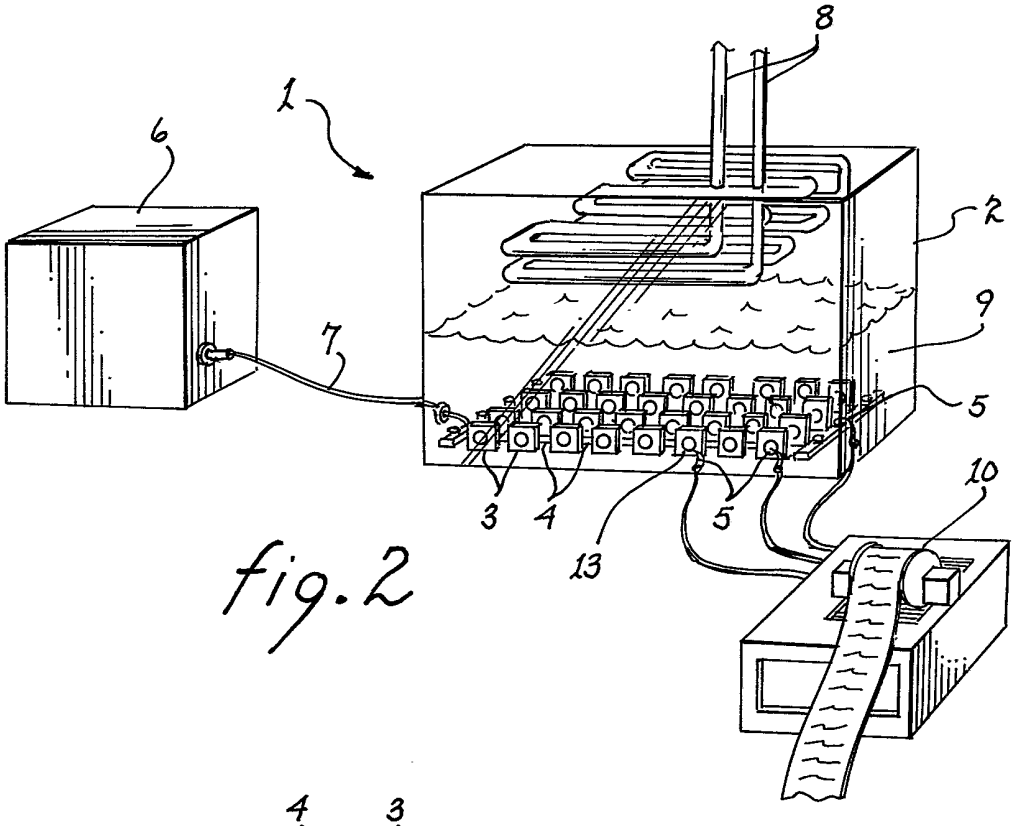


fig.2

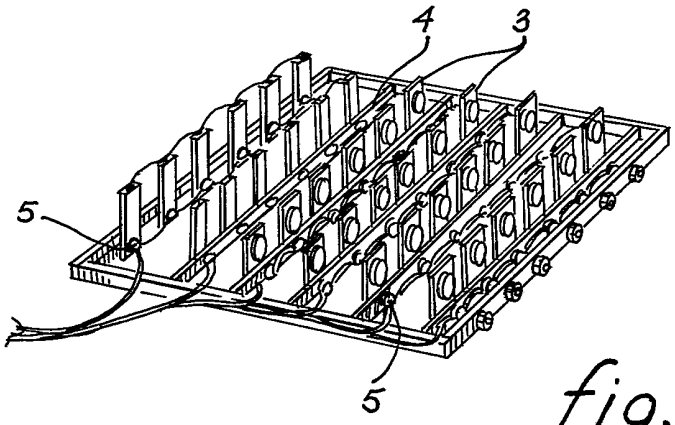


fig.3

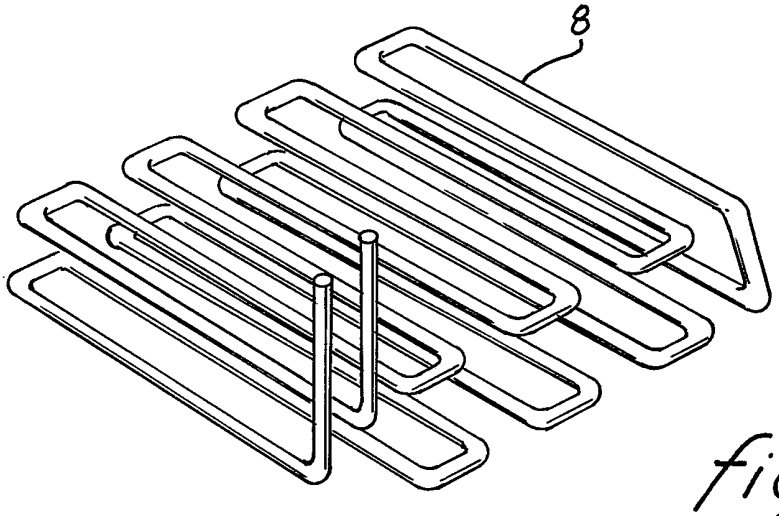


fig. 4

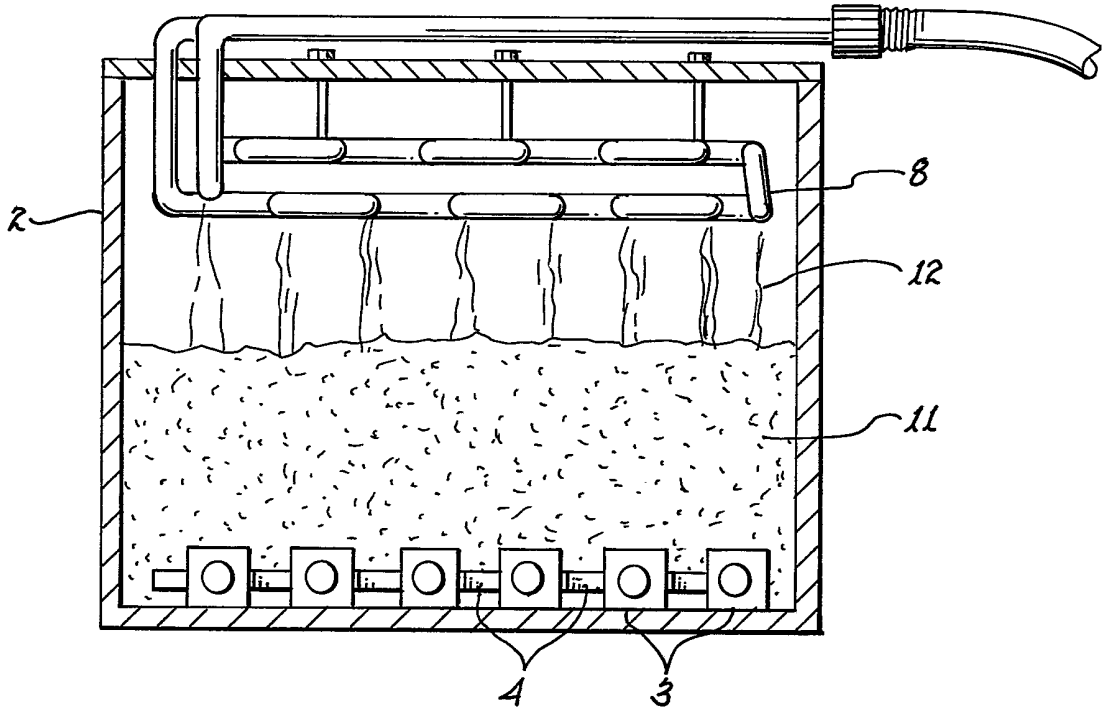


fig. 5