

11 D



320596

P.- 30.788

26667/SEM/DTE  
DL/JMO Prop. 3629/DTE

32 05 96

11 DIC. 1965

MEMORIA      DESCRIPTIVA  
para    solicitar  
PATENTE    DE    INVENCION  
en  
E S P A Ñ A  
por VEINTE años

a nombre de COMPAGNIE FRANCAISE THOMSON-HOUSTON, entidad francesa, establecida en 173, Boulevard Haussmann, París, Francia, por:

" DISPOSITIVO DE CAMBIO DE CALOR POR EVAPORACION "

5 El invento concierne a un dispositivo de cambio de calor por evaporación, cuya estructura de evaporación está constituida por una pared de un material conductor de calor, que incluye, sobre la cara bañada por el líquido, una red de extensiones locales, constituidas de manera que presentan, durante el funcionamiento, un gradiente de temperatura sustancial en sus caras laterales.

10 Más precisamente, el invento se refiere a los dispositivos de esta clase cuyo funcionamiento utiliza un fenómeno de evaporación complejo de un líquido, en contacto con los elementos disipadores anisotérmicos, en régimen autoestabilizado,



320596

gracias, a un dimensionamiento particular de dichos elementos de pared.

5 La patente francesa 1.344.216 del 23 de febrero de 1.962 y su adición presentada el 2 de junio de 1.964 y titulada "Perfeccionamientos introducidos en las paredes de cambio de calor y en los dispositivos que incluyen tales pa-  
10 redes", describen una forma perfeccionada de esta técnica y definen una relación no lineal entre las dimensiones características de una red de extensiones locales de la superficie de cambio, en función de la conductibilidad térmica de la pared y de características particulares del líquido, en las condiciones de funcionamiento especificadas.

15 La compañía solicitante, habiendo analizado el funcionamiento muy sutil de estos dispositivos, ha descubierto que su gran eficacia se debe al hecho de que el cambio de calor sigue, en éstos, una ley más favorable que la expresada por la curva de Nukiyama, gracias a una interferencia entre los fenómenos hidrodinámicos típicos que coe-  
20 sisten en los flancos de una misma garganta estrecha, disposición que constituye una característica determinante de estos dispositivos.

25 El presente invento define una nueva familia de estructuras disipadoras capaces de utilizar el mismo fenómeno físico complejo, en su forma más ventajosa, y de obtener una eficacia por lo menos igual a la de los dispositivos descritos en las patentes mencionadas, sin necesitar gargantas estrechas entre los elementos disipadores.

30 Además, la definición del invento tiene en cuenta el valor del flujo térmico máximo previsto para ser transmitido por la estructura, y gracias a este parámetro suplemen

320596



5           tario, determina el valor óptimo de las dimensiones características a adoptar. Al mismo tiempo, esta definición proporciona una instrucción completa sobre el régimen de funcionamiento necesario para que la estructura conforme al invento sea capaz de transmitir el flujo térmico máximo impuesto, en el marco de los parámetros especificados para una utilización determinada.

10           Esta particularidad, sin precedente en el ámbito de los cambiadores de calor, constituye un progreso importante con relación a la técnica anterior citada que dejaba subsistir una indeterminación en la elección de las dimensiones características de los elementos disipadores considerados, y no daba ninguna información sobre la magnitud del flujo de calor que podía ser transmitido por la pared.

15           El presente invento está basado en fenómenos descubiertos recientemente por la compañía solicitante en el ámbito de la transferencia de calor por ebullición y descritos en la nota del inventor aparecida en los C.R. Acad. Sc. Paris. 259 p.519-522 (20.7.1964) titulada "Vaporización en régimen complejo de un líquido que baña una pared caliente esencialmente anisotérmica". Estos fenómenos serán expuestos haciendo referencia a la figura 1. En esta figura se ha representado por la línea punteada 1, en coordenadas lineales, la forma general de la curva de transferencia de calor (curva de Nukiyama)  $\varphi = f(\Delta t)$  para un líquido dado y condiciones dadas de presión, temperatura y velocidad de paso de este líquido, siendo  $\varphi$  el flujo de calor por unidad de superficie mojada y  $\Delta t$  el exceso de la temperatura de esta superficie, supuesta isotérmica, sobre la temperatura de saturación (o la ebullición)  $t_s$  del líquido que la baña

20

25

30



El régimen "de transición" semipelicular que se manifiesta entre el punto crítico de ebullición M y el punto de Leidenfrost L sigue aproximadamente una ley proporcional a

$$\frac{l}{\Delta t}$$

5                   . Esta parte M L de la curva representa un régimen esencialmente inestable en presencia de un flujo impuesto. Se debe observar igualmente que sobre una superficie isotérmica el riesgo de establecimiento espontánea de una inestabilidad hace aleatorio el funcionamiento con flujo impuesto ya en la zona CM, que corresponde a la ebullición nucleada con coalescencia de las burbujas.

10

Es conocido, según la técnica anterior citada que, en contacto con una pared no isotérmica, que presenta un gradiente continuo de temperatura, los diversos regímenes representados por la curva de Nukiyama pueden coexistir y estabilizar dicho gradiente en una gama de temperaturas que engloban el punto M entre el régimen estable de ebullición nucleada y el régimen de transición así estabilizado.

15

La compañía solicitante, habiendo proseguido sus trabajos en este ámbito muy particular, ha descubierto que en presencia de efectos secundarios tales como la gran turbulencia que se origina en las gargantas estrechas que caracterizan esta técnica anterior, se produce una interferencia entre los fenómenos muy diferentes que coexisten sobre los flancos de una misma garganta y que corresponden a temperaturas situadas a uno y otro lado del punto M. Ha descubierto que se establece un fenómeno global de vaporización compleja en el cual el régimen semipelicular ML esencialmente inestable, se modifica cuando se establece en una zona inmediatamente próxima a una zona donde se produce la ebullición nucleada y que esta vaporización se caracteri-

20

25

30

320596



za por un flujo de calor próximo al punto de flujo  $q$  que corresponde al punto M. En la figura 1, la ley de transferencia correspondiente a este régimen complejo está representada por la curva 2. La ventaja de este régimen aparece con evidencia  
5 cuando se compara la curva 1 de carácter aleatorio y que indica una pequeña eficacia, con la curva 2, estable y de eficacia muy grande. En efecto, según esta curva 2, se obtiene sobre una superficie no isotérmica cuyas temperaturas locales están comprendidas entre un intervalo  $t_2 - t_1 = \theta$ , un flujo  
10 de calor medio  $\varphi_1$  generalmente próximo al flujo crítico  $q$  para valores  $t_1$  y  $t_2$  situados, respectivamente, en los intervalos OM y ML.

La finalidad del presente invento es proporcionar completamente las características dimensionales de una pared  
15 de cambio de calor con un líquido que la baña y se encuentra parcialmente vaporizado a su contacto, teniendo la pared en la superficie de cambio una red de extensiones locales, constituida de tal manera que el régimen complejo de ebullición descrito más arriba se establece en cada una de estas exten-  
20 siones. Sobre la pared conforme al invento, el fenómeno global de ebullición compleja se produce en cada una de las extensiones casi independientemente de la presencia de las extensiones próximas.

El objeto del invento es un dispositivo de cambio  
25 de calor por evaporación que comprende como estructura de evaporación una pared de un material conductor de calor, que incluye, sobre la cara bañada por un líquido que se evapora parcialmente a su contacto, una red de extensiones locales, constituidas de manera que presentan, en funciona-  
30 miento, un gradiente de temperaturas sustancial en sus caras laterales, caracterizado porque las extensiones tienen bases



prácticamente contiguas, porque su sección disminuye por lo menos en una parte sustancial de su altura, yendo de su base a su extremo, porque su altura  $b$ , medida perpendicularmente a la superficie de la pared está definida por la ecuación:

$$(I) \quad b = k.c \frac{\theta}{\Phi}$$

y porque su forma es tal que su superficie  $s_1$  expuesta al líquido a evaporar, está unida a su superficie geométrica de base  $s_a$  por la ecuación:

$$(II) \quad \frac{s_1}{s_a} = k \frac{\Phi}{p.q}$$

ecuaciones en las cuales:

$c$  es la conductividad térmica del material que constituye las extensiones,

$q$  el flujo crítico de ebullición del líquido a evaporar, en las condiciones del funcionamiento del dispositivo, referido a la unidad de superficie de la superficie que calienta el líquido,

$\theta$  la diferencia de temperaturas admitida entre la base y la extremidad de las extensiones,

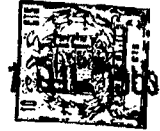
$\Phi$  el flujo específico de calor máximo especificado para la pared, referido a la unidad de superficie de la superficie definida por las bases de las extensiones,

$p$  un número sin dimensiones, comprendido entre 0,8 y 1,6, en tanto que los factores enumerados más arriba estén expresados en un sistema de unidades coherente.

$k$  un número comprendido entre 1 y 2.

Según una forma preferida del invento, las extensiones son nervios o series de pirámides cuya sección

320596



que pasa por el vértice y perpendicular a los flancos es sensiblemente un triángulo cuya altura es igual a b como se define más arriba (ecuación 1) y la anchura de base 2a se define por la ecuación:

5 (III) 
$$2a = 2p \frac{b}{k} \frac{q}{\theta}$$

En el caso en que las caras de las extensiones se unen por conexiones redondeadas, son los centros de curvatura media de las partes redondeadas los que definen los vértices del triángulo cuya altura b y la base 2a deben satisfacer las ecuaciones (I) y (III).

10 Parece útil comentar ciertas magnitudes que entran en las ecuaciones que intervienen en la definición del invento. La magnitud 2a no es otra cosa que el paso de la red de las extensiones. El flujo crítico de ebullición q se encuentra en tablas de constantes o, en su defecto, puede ser calculado a partir de las características físicas del líquido, especialmente por la fórmula de Kutadelaz 2a que da, por ejemplo, 135 W/cm<sup>2</sup> para el agua bajo presión atmosférica, o incluso medido experimentalmente por una pequeña muestra isotérmica.  $\theta$  y  $\bar{\theta}$  resultan de las especificaciones del dispositivo. En efecto, para definir un dispositivo de una eficacia excepcional como es el caso del objeto del presente invento, es necesario, no solo precisar la naturaleza de sus constituyentes, en el caso presente, y especialmente la forma y la conductividad térmica de las extensiones de la pared y la naturaleza del líquido, sino especificar también las condiciones de su funcionamiento, en el caso presente: la presión, la temperatura del líquido y eventualmente su velocidad de circulación, la diferencia

15

20

25

30



de temperatura  $\theta$  admitida entre la base y la cresta de los nervios o pirámides y el flujo de calor específico máximo admitido  $\bar{q}$ .

5 El factor  $p$  es de hecho igual a  $\frac{\varphi l}{q}$ , magnitud prácticamente igual a 1 si la diferencia de temperatura

$\theta = t_2 - t_1$  permanece comprendida en la zona de transición ML (véase figura 1) e inferior a 1 cuando  $t_2$  es superior a  $t_1$ ; el valor de  $\frac{\varphi l}{q}$  aumenta además con la intensidad del gradiente de temperatura, ligado a la relación  $\frac{\theta}{b}$ .

10 La eficacia del dispositivo conforme al invento reside en el hecho de que permite realizar el régimen complejo de ebullición descrito más arriba sobre la casi totalidad de la superficie mojada de la pared. Esto será demostrado, en primer lugar, haciendo referencia a la figura 2 que muestra un ejemplo de realización conforme a la definición más general del invento, expresada por las ecuaciones (I) y (II). La pared 3 representada en corte transversal, incluye una red de extensiones 4 en forma de protuberancia alineadas según dos direcciones perpendiculares.

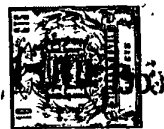
15 El corte pasa por los vértices de una de las series de protuberancias. Estas están dispuestas con las bases contiguas y solidarias de una parte plana 5 de la pared. El establecimiento del régimen complejo en la superficie de las protuberancias significa que entre sus líneas de bases 6 y sus vértices 7, llevados respectivamente a las temperaturas  $t_2$  y  $t_1$ , con  $t_2 - t_1 = \theta$ , la densidad  $\varphi$  del flujo simbolizado por la flecha 8, es constante e igual a  $t_1$  en toda la superficie (véase figura 1). Según la ley de conservación del flujo, el flujo que entra por la base 9 y simbolizado por la flecha 10 debe ser igual a  $\varphi l$  multiplicado por la

20

25

30

320596



relación  $s_1/s_a$ . Dado que  $\varphi_1 = p.q.$ , se ve que la ecuación II describe la condición exigida para la transferencia del flujo, el factor  $k$ , llamado factor de seguridad, permite adoptar para la superficie disipadora un valor  $s_1$  superior al estricto necesario  $s_a$ , en otros términos, adoptar un valor específico de  $\varphi$  que presenta un margen de seguridad, teniendo en cuenta las circunstancias imponderables del estado de superficie disipadora y sobrecargas eventuales. Dado que por razones de simetría el flujo de calor es rectilíneo en la zona central de las protuberancias, produce, en su trayecto de longitud  $b$  y en el material de conductividad térmica  $c$ , justamente la diferencia de temperatura requerida  $t_2 - t_1 = \theta$ . La ecuación (I) expresa que la caída de temperatura deseada  $\theta$  se obtiene en una longitud  $b$ , lo que hace aparecer la seguridad aportada por el factor  $k$  en la elección de una longitud  $b$  mayor que la que sería estrictamente necesaria para asegurar la temperatura  $t_1$  en el punto frío de la extensión.

Una demostración más rigurosa será hecha para la forma preferida del invento en la cual las extensiones tienen una sección triangular dimensionada según las ecuaciones (I) y (III) y esto para el caso en que las extensiones constituyen una red de nervios paralelos. La figura 3 muestra la pared 3 en forma de un corte normal a la dirección de los nervios 4. Se ha designado por  $l$  la longitud del flanco de los nervios, medida entre su línea de base 6 y su cresta 7, llevados, respectivamente, a las temperaturas  $t_2$  y  $t_1 = \theta$ . El establecimiento del régimen complejo sobre el flanco del nervio permite expresar la hipótesis simplificadora -pero muy próxima a la verdad- de que en toda la superficie del flanco, el flujo que sale, simbolizado



por la flecha 8, tiene la densidad  $\phi_1$ . Esto tiene por consecuencia que en el interior del nervio definido por el invento las líneas de flujo tales como 11 sean todas paralelas entre sí y normales a la base 9. En efecto, considerando un canto de la pared correspondiente al corte representado y que tiene la unidad de longitud como grosor, hay que determinar la superficie 2a de la base de manera que

5  

$$\frac{a}{l} = \frac{\phi_1}{\phi}$$
 y, designando por  $\alpha$  el ángulo comprendido entre el flanco y la base, se tiene:

$$l = \frac{b}{\text{sen } \alpha} \alpha$$

y se tiene

15  

$$a = \frac{1}{\text{sen } \alpha} b \frac{\phi_1}{\phi}$$
 Introduciendo el coeficiente de eficacia  $p = \frac{\phi_1}{\phi}$ , se obtiene

$$a = \frac{p}{\text{sen } \alpha} b \frac{q}{\phi}$$

20  
 En el marco normal de aplicación del invento en el régimen de grandes rendimientos, se está obligado a una relación  $l/a$  elevada, lo que implica que  $\text{sen } \alpha$  es próximo a 1. La gama de  $p$ , comprendida entre 0,8 y 1,6 ha sido definida de manera que puede absorber la diferencia de la fracción  $1/\text{sen } \alpha$  con relación a la unidad. Se puede simplificar, pues, la ecuación precedente, escribiendo:

25  

$$a = p \cdot b \frac{q}{\phi}$$

Esta ecuación es esencialmente idéntica a la ecuación (III), que incluye además solamente el factor de seguridad  $k$ , ya discutido más arriba. Con relación a la fórmula precedente, que incluye el factor  $1/\text{sen } \alpha$  se separa en un sentido deseado que persigue una superficie de cambio mayor, es decir,

30

320596

11



5 un aumento de la seguridad de funcionamiento. Lo mismo que en el ejemplo precedente, la observación de la ecuación (I) garantiza el establecimiento de la diferencia de temperatura  $\theta = t_2 - t_1$  requerida entre los puntos 6 y 7. A diferencia del ejemplo precedente, se obtiene en esta forma de realización preferida un reparto lineal de la temperatura a lo largo de la línea  $l$ , en la medida en que el flujo transmitido al líquido puede ser a su vez considerado como independiente de la temperatura.

10 La forma de tealización que acaba de ser descrita no puede ser realizada prácticamente con ángulos absolutamente agudos entre caras disipadoras. Pero para conseguir el máximo de superficie que presenta el gradiente de temperatura deseado se tiene interés en reducir lo más posible las zonas redondeadas. El invento cubre en particular los dispositivos en los cuales el radio de curvatura medio de las partes redondeadas es inferior a  $\frac{1}{5}$  a.

15 La figura 4 muestra un ejemplo de realización que difiere del de la figura 3 por conexiones redondeadas entre caras disipadoras, y esto tanto en los bordes de sus bases contiguas como en sus crestas 7. El triángulo que define las magnitudes 2a y b está definido por los centros de curvatura media 12 entre nervios próximos y el centro de curvatura media 13 de la cresta. Esta definición tiene en cuenta  
20 el hecho de que las zonas redondeadas disminuyen la superficie de distribución óptima de la temperatura. La pérdida de superficie es compensada por una altura total de los nervios superior a  $b$ .

25 En lo que concierne a la elección del valor de k, es útil observar que para valores de p, q,  $\theta$  y  $\theta$  adoptados,  
30



320596

la magnitud  $k$  determina  $b$  y el paso  $2a$  de la red de extensiones, Deseando el constructor un margen de seguridad grande, elegirá valores de  $k$  más próximos al límite superior de la gama definida, lo que dá una superficie mojada mayor. Puede estar limitada por razones de dificultades de realización o de economía. Cuando estas razones predominan, puede estar obligado a aproximarse al límite inferior de  $k$ .

La extensión de la gama de  $p$  tiene en cuenta el hecho de que el flujo  $\Phi_1$ , que se supone en primera aproximación como constante, puede variar en realidad en función de  $\theta$  de una manera no despreciable por encima o por debajo de  $q$ .

Aunque el valor de  $\Phi$  esté especificado según el modo de funcionamiento del dispositivo y su empleo para flujos moderados tales como  $200 \text{ W/cm}^2$  presenta ya un interés, persiguiendo el invento sobre todo las realizaciones muy elevadas, cubre especialmente una gama particular de  $\Phi$ , comprendida entre  $3q$  y  $6q$ , y además, como valores absolutos, los valores especificados de  $\Phi$  superiores a  $500 \text{ W/cm}^2$  y muy particularmente superiores a  $1 \text{ KW/cm}^2$ . Dentro del mismo espíritu, cubre para  $\theta$  la gama que comprende enteramente las temperaturas  $t_L$  y  $t_M$  de la curva de Nukiyama. En esta última condición, el valor de  $p$  se sitúa normalmente entre  $0,8$  y  $1,2$ . La temperatura  $t_1$  es muy frecuentemente poco diferente de la temperatura de saturación  $t_s$  del líquido. Se puede adoptar, pues, entonces  $\theta = t_2$  y  $t_s$  sin error notable. El invento cubre además para  $\theta$  la gama comprendida entre  $50^\circ$  y  $150^\circ\text{C}$ . En efecto, la compañía solicitante ha comprobado que para numerosos líquidos usuales en la técnica de refrigeración y en industria química, la utili-

320596



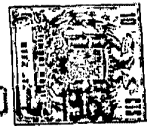
zación de esta gama proporciona buenos resultados.

Para el caso importante del agua como líquido evaporable, propone para  $\Theta$  la gama preferida que va de  $80^{\circ}$  a  $120^{\circ}\text{C}$ .

5                    En los ejemplos de realización descritos, se ha adoptado por razones de sencillez una forma general plana de la pared. Es bien evidente que puede adoptar igualmente una forma cilíndrica, cónica o de doble curvatura, a condición de que el dimensionamiento conforme al invento pueda ser  
10                    aplicado allí con una definición razonable.

                    Las estructuras disipadoras conforme al invento son más cortas y por lo tanto más ligeras que las de la técnica anterior para una misma eficacia. En funcionamiento, presentan un aspecto muy particular, que está esquematizado  
15                    en la figura 5, para una potencia próxima al régimen máximo. El extremo 7 de cada elemento disipador alcanza una temperatura  $t_1$  situada en la zona CM de coalescencia de las burbujas, es decir, que el vapor procedente de las dos caras de un mismo elemento se reúne en una columna única 14 cuya  
20                    evacuación continua forma un "agujero" en el seno del líquido. En presencia de una superficie anisotérmica sometida a un fuerte gradiente de temperatura, la turbulencia local provocada por esta ebullición intensa, tiene por efecto romper, en el punto M, el borde de la película de  
25                    vapor 15 que caracteriza el régimen semipelicular de transición ML (figura 1). De esto resulta que el vapor contenido en esta bolsa pelicular 15 encuentra un camino de fuga hacia el "agujero" (14) que asegura su evacuación en el seno del líquido. Esta película así desinflada de vapor,  
30                    no compromete ya el contacto local entre el líquido 16 y

320596



la superficie de cambio 17, que funciona entonces según el régimen de la curva 2 (figura 1) asegurando una transferencia muy eficaz, Se ve que el vapor, evacuado por los extremos estrechos de los elementos disipadores, no obstruye los intervalos 18 y que éstos son fácilmente realimentados por el líquido.

En el dispositivo conforme al invento, es menos necesario que en los de la técnica anterior prever patas de araña transversales de realimentación. Sin embargo, se pueden utilizar tales cortes transversales, ya sea para aumentar la turbulencia, ya sea para aligerar la estructura. En este caso, es conforme al invento realizar estas patas de araña 19 como se indica en la figura 6, con un perfil

triangular que presenta en la base de los elementos disipadores, el ángulo  $\alpha$  conforme a la definición dada. El valor de este ángulo no adquiere, sin embargo, un carácter crítico más que si la distancia entre estas patas de araña transversales no es netamente mayor que la anchura 2a en la base de los elementos, designada por 9 en la figura 3.

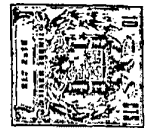
Las dimensiones características definidas por el invento determinan una estructura que será utilizada generalmente tal cual, pero en una variante puede ser combinada con una técnica anterior definida por la patente francesa número 1.226.420, del 11 de octubre de 1.957 con la finalidad especialmente de aumentar su inercia técnica y su aptitud para admitir sobrecargas pasajeras. Es así como, según una variante preferida del invento, la sección recta de los nervios está constituida, para una porción próxima a la base, por el triángulo definido por las ecuaciones I y III, con  $k = 1,5$  a 2 y teniendo en cuenta de la manera mencionada más



arriba la presencia de partes redondeadas entre nervios próximos, mientras que más allá de una línea en que la anchura es igual a la  $a$ , la superficie de contacto con el líquido, por unidad de longitud, medida en el sentido normal a la pared, es sensiblemente mayor que por debajo de esta línea. La figura 7 representa un ejemplo de realización de esta variante. En este ejemplo, el aumento de la superficie en la parte superior del nervio se obtiene por un dentado de la cresta, siendo rebatidas de preferencia las partes cortadas 20, 21, a uno y otro lado del nervio.

La figura 8 muestra otro ejemplo de esta variante del invento. Los nervios 4 poseen en la zona próxima a la base la forma definida por el triángulo de longitud de base  $2a$  y la altura  $b$ , habida cuenta de las partes redondeadas de unión de la manera mencionada más arriba. A partir de una línea 22 situada encima de la línea 23, donde la anchura del nervio es igual a  $a$ , los flancos del nervio son perpendiculares con relación a la pared, estando esta última parte del nervio eventualmente dentada.

A título de ejemplo práctico, se darán en lo que sigue los valores numéricos de las dimensiones  $2a$  y  $b$  determinados según las instrucciones del invento para una pared de hierro ( $c = 0,5 \text{ W/cm } ^\circ\text{C}$ ) que incluye una red de nervios de sección triangular como se ha definido más arriba, destinada a transmitir un flujo de densidad  $\dot{q} = 250 \text{ W/cm}^2$  en el agua, cuya temperatura puede alcanzar  $100^\circ\text{C}$  bajo la presión atmosférica. Es conocido que en estas condiciones  $q = 135 \text{ W/cm}^2$  y que un valor de  $\theta = 100^\circ\text{C}$  permanece en los límites de la zona de transición, lo que permite tomar  $p = 1$ . Las ecuaciones I y III proporcionan entonces, con  $k = 1$ , es decir, sin tener en cuenta un margen de seguridad particular,  $b = 0,2 \text{ cm}$ ,  $2a = 0,256 \text{ cm}$ . Eligiendo un factor de seguridad



$k = 1,5$ , se puede adoptar:

$$b = 0,3 \text{ cm}$$

$$2a = 0,25 \text{ cm.}$$

5 El presente invento, aunque su objeto sea netamente diferente de la técnica anterior mencionada de la solicitante, constituye una nueva aportación a los conocimientos adquiridos por la solicitante en el ámbito del cambio de calor con ebullición sobre paredes anisotérmicas. La introducción por el presente invento del parámetro  $\Phi$  en los datos del problema ha permitido definir las dimensiones de una estructura exactamente suficiente para resolverlo, utilizando un aspecto no habitual de fenómenos físicos muy complejos; es interesante observar que si se elimina la variable  $\Phi$  entre las dos ecuaciones que definen a y b, se encuentra la expresión restringida:

10

15

$$b = \frac{k}{\sqrt{p}} \sqrt{ac \frac{\theta}{q}}$$

relación muy análoga a la fórmula

$$20 \quad b = m \sqrt{ac \frac{t - s}{q}}$$

que definen las estructuras con hendiduras estrechas según la forma más evolucionada de la técnica anterior citada. Se pone de manifiesto, pues, que a pesar de las diferencias evidentes entre las estructuras determinantes de estos dos inventos, esta relación presenta un carácter general y gobierna los elementos disipadores que pueden ser adociados a cualesquiera dispositivos capaces de utilizar sistemáticamente el fenómeno de ebullición compleja estabilizada en contacto con una superficie agrandada y esencialmente anisotérmica, fenómeno llamado "efecto vapotrón".

25

30



Las estructuras conforme al invento son aplicables en una gama extensa de valores de los parámetros que intervienen directa o indirectamente en su definición: conductividad del material, naturaleza del líquido, presión de funcionamiento, temperatura y velocidad de circulación del líquido, etc..... en condiciones de empleo especificadas, desde la vaporización de un líquido hirviente hasta la vaporización local de un líquido subsaturado, con recondensación más o menos completa del vapor en el seno del líquido en circulación forzada.

Se aplican a paredes de forma general cualquiera especialmente a los ánodos de tubos electrónicos, así como a cualesquiera máquinas térmicas, aparatos o conjuntos que pueden utilizarlos, por ejemplo, con la finalidad de evacuar calor o para obtener la evaporación de un líquido.

La presente solicitud que corresponde a la presentada en Francia con fecha 17 de Diciembre de 1.964 bajo el Nº PV 999075 se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

---

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de la presente solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

1.- Dispositivo de cambio de calor por evaporación que comprende, como estructura de evaporación, una pared de un material conductor de calor que incluye, sobre la cara bañada por un líquido que se evapora parcialmente a su contacto, una red de extensiones locales constituidas de manera que presentan, en funcionamiento, un gradiente de tempera-

320596



tura sustancial sobre sus caras laterales, caracterizado por-  
 que las extensiones tienen bases prácticamente contiguas,  
 su sección disminuye por lo menos en una parte sustancial  
 de su altura, yendo de su base a su extremo, su altura b,  
 5 medida perpendicularmente a la superficie de la pared, está  
 definida por la ecuación:

$$(I) \quad b = k \cdot c \frac{\theta}{\bar{q}}$$

y su forma es tal que su superficie  $s_l$  expuesta al líquido  
 a evaporar está unida a su superficie geométrica de base  
 10  $s_a$  por la ecuación:

$$(II) \quad \frac{s_l}{s_a} = \frac{\bar{q}}{p \cdot q}$$

ecuaciones en las cuales: c es la conductividad térmica del  
 material que constituye las extensiones, q el flujo crítico  
 15 de ebullición del líquido a evaporar en las condiciones de  
 funcionamiento del dispositivo, referido a la unidad de su-  
 perficie de la superficie que calienta el líquido,  $\theta$  la  
 diferencia de temperatura admitida entre la base y el extre-  
 mo de las extensiones,  $\bar{q}$  el flujo específico de calor máxi-  
 20 mo especificado para la pared, referido a la unidad de super-  
 ficie de la superficie definida por las bases de las exten-  
 siones, p un número sin dimensiones, comprendido entre 0,8  
 y 1,6, en tanto que los factores enumerados más arriba estén  
 expresados en un sistema de unidades coherente, k un número  
 25 comprendido entre 1 y 2.

2.- Dispositivo según la reivindicación 1, carac-  
 terizado porque las extensiones son nervios o series de pi-  
 rámides cuya sección perpendicular a sus flancos y que pasa  
 por su vértice es sensiblemente un triángulo cuya altura b  
 30 está definida por la ecuación (I), y cuya anchura de base

320596 11 DIC



2a está definida por la ecuación:

$$(III) \quad 2a = 2p \frac{b}{K} \frac{q}{f}$$

5 3.- Dispositivo según la reivindicación 2, caracterizado porque las caras de los nervios o pirámides de sección sensiblemente triangular se reúnen por conexiones redondeadas, y su altura y su anchura de base son tales que el triángulo cuyos vértices están definidos por los centros de curvatura media de las partes redondeadas, posee una altura y una anchura de base iguales, respectivamente, a los valores de b y 2a, definidos por las ecuaciones I y III.

10 4.- Dispositivo según la reivindicación 2, caracterizado porque los nervios de sección sensiblemente triangular están cortados por patas de araña, de preferencia de perfil triangular y distantes una longitud netamente superior a 2a.

15 5.- Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque la sección de los nervios está constituida, en su porción próxima a la base, sensiblemente por el triángulo definido por las ecuaciones I y III, con  $k = 1,5$  a 2, estando situados los extremos de base de este triángulo en el centro de curvatura media de partes redondeadas eventuales entre nervios próximos, mientras que encima de una línea en la cual la anchura del nervio es igual a  $a$ , la superficie de contacto con el líquido, por unidad de longitud, medida en el sentido normal a la pared, es mayor que debajo de esta línea.

20 6.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la densidad  $\bar{I}$  del flujo térmico de entrada está comprendida entre  $3q$  y  $6q$ .

25 7.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la densidad  $\bar{I}$  del flujo térmico de entrada es superior a  $500 \text{ Watios/cm}^2$ .



8.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la densidad  $\Phi$  del flujo térmico de entrada es superior a 1000 wátios/cm<sup>2</sup>.

5 9.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la diferencia de temperatura  $\theta$  comprende una gama por lo menos igual a la que va de la temperatura crítica  $t_M$  a la temperatura  $t_L$  del punto de Leidenfrost.

10 10.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la diferencia de temperatura  $\theta$  está situada entre 50°C y 150°C.

15 11.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el líquido evaporable es agua y la diferencia de temperatura  $\theta$  está situada entre 80°C y 120°C.

12.- Dispositivo de cambio de calor por evaporación.

Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede, representada por los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

20 La presente memoria consta de veinte hojas escritas a máquina por una sola cara.

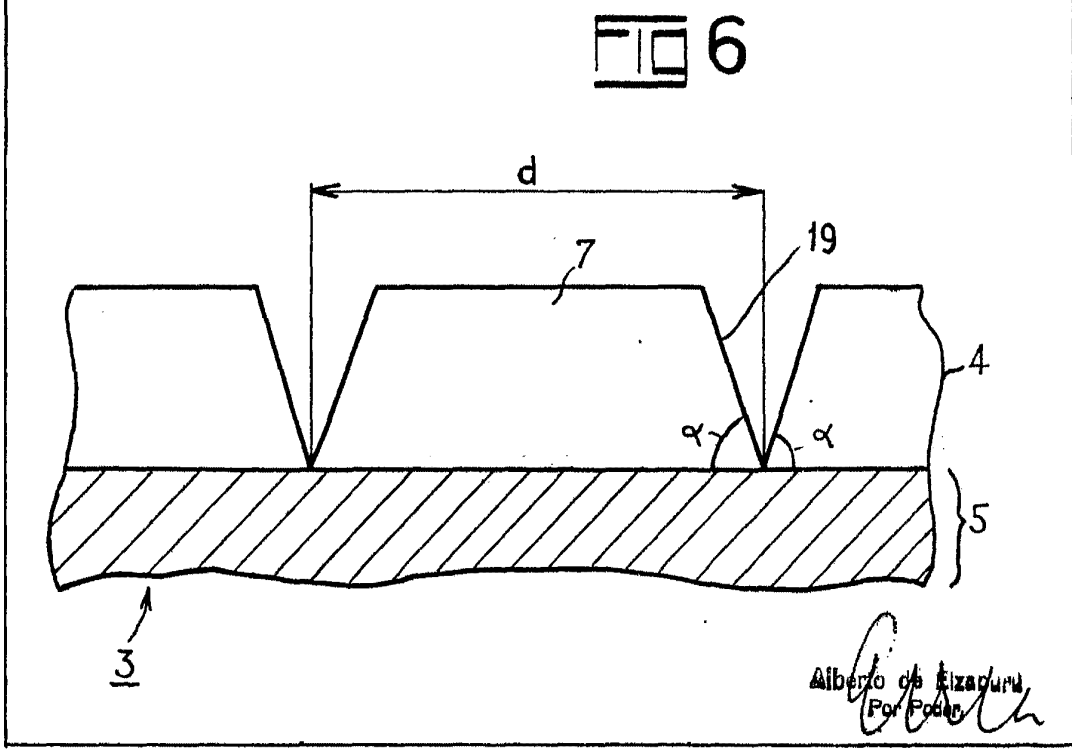
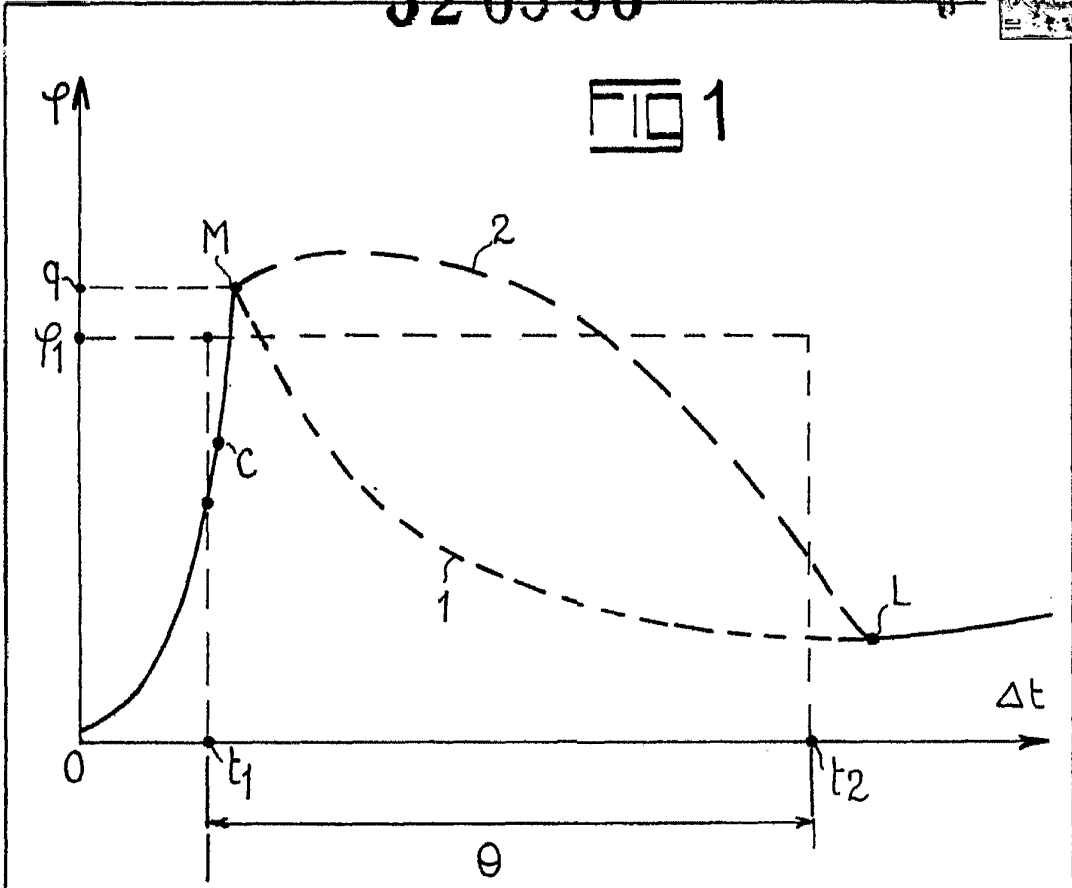
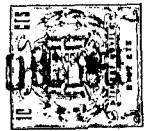
Madrid, 11 DIC. 1965

P.A.

Alberto de Elizaburu  
Por Poder

32 05 96

11





ESCALA VARIABLE

32 05 96

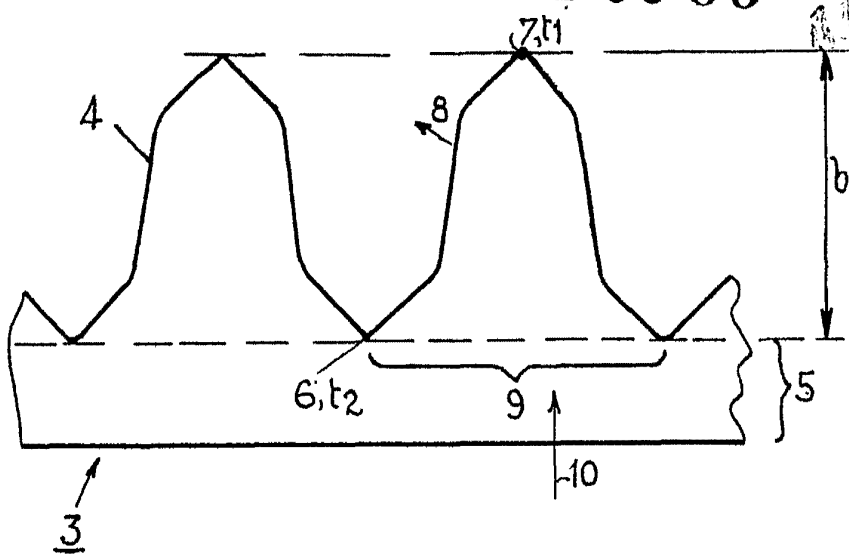
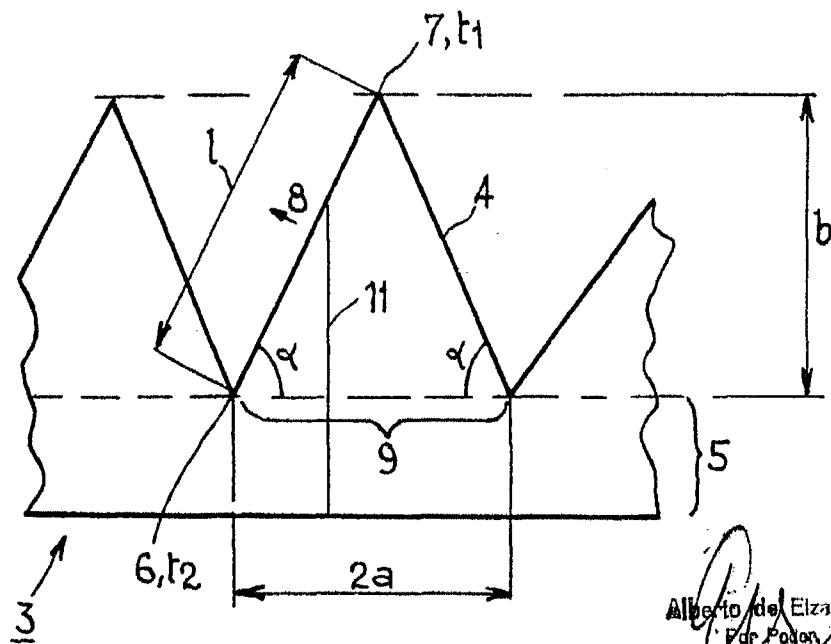


FIG 2

FIG 3



Alberto de Elizabum  
F. de Polon

ESCALA VARIABLE

32 05 96



FIG 4

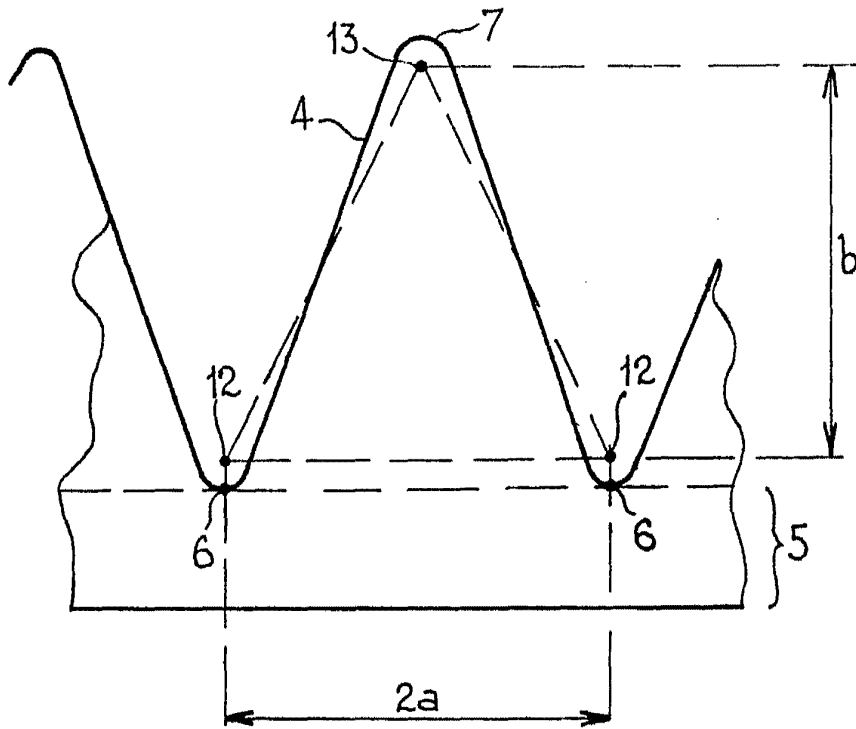
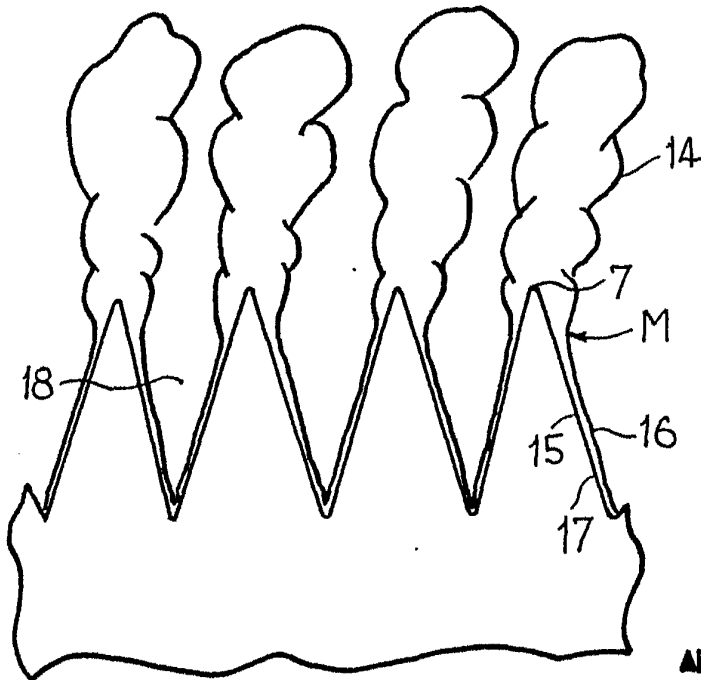


FIG 5



Alberto del Elizaburu  
Por Poder

32 05 96



FIG 7

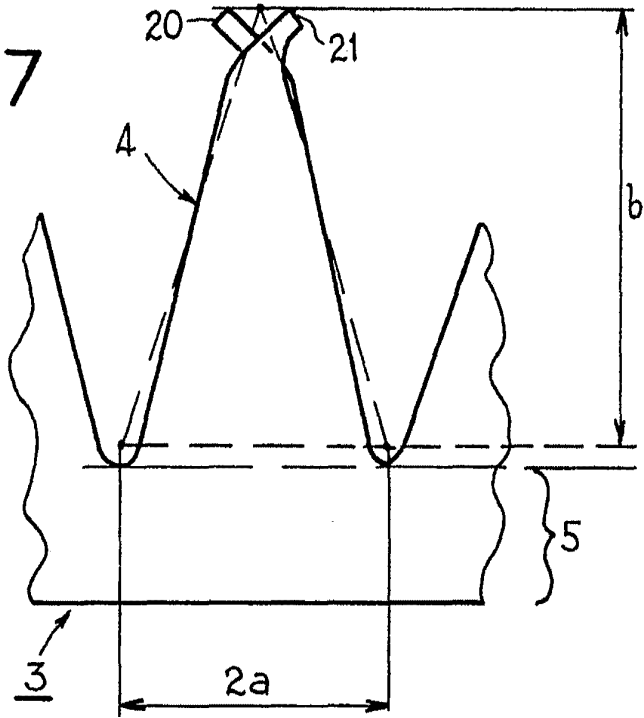
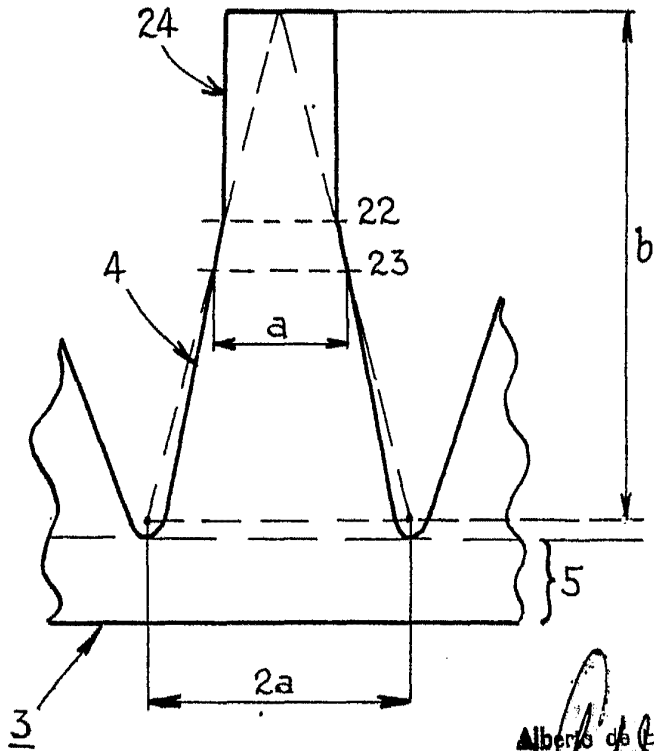


FIG 8



Alberto de Eizaburu  
Por Pedro