



RESUMEN DEL INVENTO

Método para desarrollar materiales cristalinos en forma de cuerpos alargados de sección transversal constante predeterminada. El método comprende la provisión de un elemento conformador que posee una superficie con una configuración macroscópica que se ajusta a la forma en sección transversal deseada del cuerpo susceptible de desarrollo, el establecer sobre la superficie una película líquida del material que ha de desarrollarse, y el desarrollar el cuerpo en forma continua a partir de la película líquida en tanto se alimenta simultáneamente material adicional a dicha superficie con el fin de reaprovisionar dicha película.

Este invento se refiere al desarrollo de materiales a partir de fundición y, más particularmente, al desarrollo de cuerpos cristalinos alargados de configuración predeterminada.

Es admitido que muchos materiales sólidos a elevadas temperaturas producidos en forma de cuerpos cristalinos alargados muestran propiedades que, según la naturaleza y configuración de tales cuerpos, los hacen útiles para una amplia variedad de aplicaciones. Así pues, los cuerpos alargados de cristal simple o esencialmente monocristalinos de materiales seleccionados tales como α -alúmina resultan útiles como elementos de refuerzo para matrices de aleación metálica proporcionando materiales compuestos útiles en la fabricación de piezas estructurales para motores de propulsión, turbinas, etc., como substratos para dispositivos de circuito integrado epitaxialmente desarrollados, y como componentes ópticos.

Hasta ahora no ha sido posible controlar, excepto en límites relativamente amplios, el tamaño de sección transversal y configuración de materiales cristalinos a elevada temperatura extraídos a partir de la materia fundida como cuerpos alargados. Esta falta de control se evidencia en particular cuando se trata de desarrollar cuerpos



GO. 1904

5 alargados esencialmente monocristalinos. Además, los métodos anteriores de desarrollo a partir de la materia fundida no han permitido lograr las diversas formas arbitrarias de sección transversal. También ha sido en extremo difícil desarrollar cuerpos alargados con superficies relativamente suaves. Este último problema existe en cuanto a constituir un orificio de desarrollo y prevalece en particular en el caso de los llamados procesos de "extrusión". En el último caso la suavidad de la superficie del producto se halla limitada por la textura de la superficie del orificio de extrusión. Otra
10 dificultad reside en el hecho de que muchos materiales congruentemente fundentes son difíciles de desarrollar a partir de un crisol como simples cristales alargados o como cuerpos extendidos esencialmente monocristalinos, y esta dificultad aumenta en extremo cuando se trata de desarrollar configuraciones de sección transversal predeterminada dada la excesiva sensibilidad en cuanto al grado de desarrollo
15 y temperatura de fusión.

Por consiguiente, el principal objeto de este invento es proporcionar un nuevo método y medios mediante los cuales puedan extraerse materiales sólidos a partir de la materia fundida como cuerpos
20 cristalinos alargados de largos indefinidos y configuraciones de sección transversal predeterminadas.

Otro objeto es proporcionar un método y aparato mediante los cuales puedan desarrollarse cuerpos alargados de materiales sólidos a partir de la materia fundida en varias formas y tamaños arbitrarios y con superficies suaves.
25

Otro objeto de este invento es facilitar un método y medios mediante los cuales puedan extraerse en forma continua de la materia fundida materiales sólidos congruentemente fundentes en forma de cuerpos cristalinos de configuraciones en sección transversal controladas.
30



1969

Otro objeto de este invento es proporcionar un nuevo método y medios para desarrollar a partir de la materia fundida cuerpos alargados de cristal simple, esencialmente monocristalinos, y policristalinos de largo indefinido y configuración de sección transversal predeterminada.

5

Otro objeto más es producir cuerpos cristalinos alargados del carácter descrito mediante un proceso de desarrollo en el cual pueden variarse la temperatura de fusión y velocidades de tracción en límites relativamente amplios sin efectuar cambio importante alguno en la sección transversal del producto.

10

Un objeto específico de este invento es desarrollar a partir de fundiciones de material seleccionado cuerpos cristalinos extendidos caracterizados por una variedad de configuraciones de sección transversal predeterminadas, que incluyen, pero sin limitación, filamentos redondos, cintas planas, tubos huecos redondos, etc.

15

Los anteriores y otros objetos y ventajas, que resultan obvios para los expertos en la materia a partir de la siguiente descripción detallada, se logran mediante un nuevo procedimiento que se caracteriza por lo que podría denominarse "desarrollo mediante alimentación de película de borde definido". Brevemente descrito el procedimiento comprende el desarrollo de un material seleccionado en forma de cuerpo alargado con una sección transversal arbitraria constante a partir de un elemento conformador que posee una superficie sensiblemente horizontal cuya geometría macroscópica, con respecto a sus bordes marginales, es la misma que la del cuerpo alargado que ha de producirse. El elemento conformador posee uno o más orificios a través de los cuales se alimenta un material en estado fundido para formar sobre la citada superficie una película que presenta la misma geometría que dicha superficie. El cuerpo alargado se desarrolla a partir de la película haciendo que el material fundido se solidifique

20

25

30



1908

sobre un cuerpo de estructura multinuclear que se extrae en una dirección sensiblemente vertical a una velocidad consecuente con el grado en que dicho material fundido puede suministrarse para mantener la película y/o la proporción en la cual puede rechazarse el calor de solidificación liberado. El elemento de conformación está formado de un material que es compatible con las fases líquida y sólida del material susceptible de desarrollo y que es humectado por éste. El elemento conformador se halla dispuesto en un suministro de reserva del material en estado fundido y cada orificio presenta dimensiones convenientes para que las fuerzas de tensión superficial sean suficientes para producir una alimentación continua de dicho material a partir de dicho suministro de reserva por capilaridad. Ajustando convenientemente la temperatura de fusión y grado de extracción de la estructura multinuclear, puede producirse un cuerpo cristalino con la misma geometría de sección transversal que la citada superficie del elemento conformador sobre una base continua en tanto el material líquido continúe siendo suministrado en grado suficiente como para mantener la película entre el elemento conformador y el cuerpo en desarrollo y sustentar el deseado grado de desarrollo.

Otras características del invento se exponen o evidencian en la siguiente descripción detallada que debe ser considerada conjuntamente con los planos que se acompañan, en los cuales:

la fig. 1 es una vista en alzado, parcialmente en sección, de una forma de horno que puede emplearse en la práctica del invento;

la fig. 2 es una vista en sección y en alzado de una disposición crisol-elemento conformador para el desarrollo de filamentos redondos;

la fig. 3 es una vista esquemática a mayor escala que representa el desarrollo de un filamento;

la fig. 4 es una vista en planta de otro elemento conformador.



150 1964

mador utilizado para desarrollar filamentos redondos;

la fig. 5 es una vista similar a las figs. 2 y 4 pero que se refiere a una disposición para desarrollar filamentos triangulares;

5 la fig. 5a es una vista en planta del elemento conformador representado en la fig. 5;

la fig. 6 es una vista en perspectiva a mayor escala que muestra el desarrollo de una cinta plana utilizando una forma de elemento conformador;

10 la fig. 7 es una vista en perspectiva del extremo superior de otra forma de elemento conformador para desarrollar cinta plana; y

las fig. 8 y 8a son vistas en sección longitudinal y en planta respectivamente de un elemento conformador para desarrollar
15 cuerpos tubulares.

Si bien la siguiente descripción detallada y varios ejemplos del invento se refieren al desarrollo de cuerpos cristalinos extendidos de α -alúmina, titanato de bario, niobato de litio y granate de aluminio itrio, debe tenerse en cuenta que el invento es asimismo aplicable a otros materiales incluyendo, pero sin limitación, materiales que funden congruentemente (o sea compuestos que se funden en un líquido de la misma composición a una temperatura invariable).
20 Conviene también hacer observar que al desarrollar α -alúmina y otros materiales cuya estructura cristalina se caracteriza por un c-eje único, es preferible, aunque no necesario, que el cristal de estructura multinuclear sea montado con su c-eje (0001) extendiéndose en posición normal con respecto a la superficie horizontal del elemento conformador y paralela con respecto al eje de movimiento del soporte del cristal de estructura multinuclear, de tal modo que el desarrollo
25 cristalino se produzca a lo largo de su c-eje. Se ha determinado que
30



1969

con esta orientación preferida del cristal de estructura multinuclear los productos muestran la máxima resistencia tensil y tienden a ser esencialmente monocristalinos. En el sentido aquí utilizado, el término "esencialmente monocristalino" se pretende abarque un filamento, tubo, cinta o cualquier otro cuerpo de largo indefinido desarrollado a partir de la materia fundida de acuerdo con este invento que sobre cualquier porción determinada de su largo que exceda de su máxima dimensión en sección transversal se compone de un cristal simple o dos o más cristales simples que se desarrollan juntos longitudinalmente pero separados por un ángulo relativamente pequeño (o sea menor de aproximadamente 4°) de límite de grano.

Dado que la configuración de sección transversal del producto está determinada por la geometría de vista en planta (fijada por sus bordes marginales) de la superficie sensiblemente horizontal sobre la cual se establece la película de materia fundida, la superficie o superficies contiguas del elemento conformador que se extienden longitudinalmente deben encontrarse con la superficie horizontal citada en un ángulo tal que los bordes marginales se hallen firmemente demarcados, con preferencia en un ángulo de aproximadamente 90° . El poseer agudos bordes marginales no solamente asegura que la película no podrá desviarse, en razón de la tensión superficial, de la superficie horizontal a lo largo de los lados del elemento conformador sino que también ayuda a controlar la textura de la superficie o superficies del producto que se extiende(n) longitudinalmente. A este respecto conviene hacer observar que el producto se caracteriza por una suavidad de superficie que es mejor que la de los bordes marginales de la superficie horizontal del elemento conformador. Esto se considera es debido a la tensión superficial, pero puede obedecer también al menos en parte a la difusión superficial de átomos cuando se extrae la masa de cristal en desarrollo de la película de materia fun-



5 dida. Asimismo se ha determinado que la textura superficial del pro-
ducto no se ve afectada grandemente por la suavidad de la superficie
horizontal del elemento conformador. Aunque se prefiere que la super-
ficie horizontal sea relativamente suave, no ha de serlo desde un
10 punto de vista óptico. La superficie horizontal sustentadora de pe-
licula del elemento conformador no precisa ser exactamente horizon-
tal o plana. Por ejemplo, puede ser ligeramente cóncava o convexa.
Sin embargo, cuanto menos horizontal y plana la superficie sustenta-
dora de película del elemento conformador, menos fácil resulta desa-
15 rrollarla a la deseada sección transversal y más tiende el proceso de
desarrollo a verse afectado por la temperatura de fusión y grados de
tracción. A este respecto se observa que el grado permisible de des-
viación de la superficie sustentadora de película con respecto a ser
plana y también a hallarse dispuesta horizontalmente puede depender
20 de la tensión superficial de la película y por ende puede variar se-
gún el material particular del cual esté constituida la materia fun-
dida.

 Según se indica anteriormente, se emplea la acción capi-
lar para alimentar continuamente materia fundida desde el suministro
25 de reserva a la superficie sustentadora de película del elemento con-
formador para reaprovisionar la materia consumida en el desarrollo
del producto a partir de la película. Esta acción capilar se halla en
función inversa del diámetro del orificio o vaso capilar del elemento
conformador. Conociéndose la energía superficial del material fundido,
30 la distancia que una columna de materia fundida puede elevarse por la
acción capilar de un vaso redondo determinado por encima de la super-
ficie del cuerpo de materia fundida de reserva en el crisol puede de-
terminarse aproximadamente por la ecuación

$$h = 2T/drg$$

30 en la cual h es igual a la distancia en cm. que alcanzará la columna



AGQ. 1904

5 en su elevación, T es igual a la tensión superficial en dinas/cm.,
 d es igual a la densidad del material fundido en gms/cc, r es igual
al radio interno del tubo en cm., y g es igual a la constante gra-
vitacional en cm/seg². Con materiales del tipo que puede emplearse
10 en la práctica de este invento, pueden lograrse columnas relativa-
mente largas mediante acción capilar. A título de ejemplo, en un
tubo capilar de 0,75 mm de diámetro, puede esperarse que se eleve
una columna de alúmina fundida más de 11 cm. Por supuesto, el tubo
capilar no precisa ser redondo y, según se describe más adelante,
15 puede comprender una ranura abierta.

Volviendo ahora a la fig. 1, se representa una forma de
horno susceptible de ser usado en la práctica del presente invento.
El horno comprende un lecho horizontal verticalmente movable 2 sobre
el cual se halla sustentado un recinto de horno consistente en dos
15 tubos de cuarzo concéntricamente espaciados 4 y 6. En su extremo in-
ferior el tubo interior 4 se halla colocado en posición en una junta
en forma de L 5 dispuesta en el lecho. Rodeando el tubo 4 se encuen-
tra un manguito 8 que ajusta a rosca en un collar 10. Entre el man-
guito 8 y el collar 10 se encuentra un anillo 12 en forma de O y un
20 espaciador 13. El anillo 12 en forma de O se halla comprimido contra
el tubo 4 formando un cierre hermético. El extremo superior del man-
guito 8 se halla espaciado del tubo 4 para acomodar el extremo infe-
rior del tubo 6. El extremo inferior del tubo 6 se encuentra fijado
en posición mediante un anillo 14 en forma de O y un espaciador 15
25 comprimidos entre un collar 16 que ajusta a rosca en el manguito 8.
El manguito 8 se halla provisto de una boca de entrada dotada de un
tubo flexible 20. Los extremos superiores de los tubos 4 y 6 se en-
cuentran asegurados en un cabezal 22 de tal modo que permanecen fi-
jos cuando se hace descender el lecho. El cabezal 22 posee una boca
30 de salida con un conducto flexible 24. Aunque no se representan, de-



5 be entenderse que el cabezal 22 comprende dispositivos similares al
manguito 8, anillos en forma de O 12 y 14, y collares 10 y 16 para
mantener los dos tubos en relación hermética concéntrica. Los con-
ductos 20 y 24 van unidos a una bomba (no representada) que hace cir-
cular continuamente agua de refrigeración a través del espacio com-
prendido entre los dos tubos de cuarzo. El interior del recinto de
horno va unido por un conducto 28 a una bomba de vacío o a una fuen-
te regulada de gas inerte tal como argón o helio. El recinto de hor-
no se halla también rodeado por un serpentín de caldeo R.F. 30. acopla-
do a una fuente de suministro de energía de 500 kc. regulable (no re-
presentada) de construcción convencional. El serpentín de caldeo pue-
de moverse arriba o abajo a lo largo del recinto del horno y se dis-
ponen medios (no representados) para sustentar el serpentín en cual-
quier elevación seleccionada. En este punto conviene hacer observar
15 que el agua corriente no solo mantiene el tubo de cuarzo interior a
una temperatura segura sino que también absorbe la mayor parte de la
energía infrarroja y por ende hace la observación visual del desarro-
llo cristalino más cómoda para el observador.

20 El cabezal 22 se halla adaptado para facilitar la entrada
en el recinto del horno de una barra de tracción alargada 32 que va
unida a y forma parte de un mecanismo de tracción de cristal conven-
cional representado esquemáticamente en 34. Conviene hacer observar
que el tipo de mecanismo de tracción de cristal no es crítico con res-
pecto al invento y que la construcción respectiva puede variarse sen-
siblemente. Con preferencia, no obstante, se emplea un mecanismo de
25 tracción del cristal hidráulicamente controlado, ya que ofrece la ven-
taja de estar exento de vibraciones y proporcionar una velocidad de
tracción uniforme. Independientemente de su exacta construcción, que
no es necesario describir en detalle, debe entenderse que el mecanis-
mo de tracción 34 se halla adaptado para mover axialmente la barra de
30



4 AGO 1968

5 tracción 32 a una velocidad controlada. La barra de tracción 32 se halla dispuesta coaxialmente con respecto a los tubos de cuarzo 4 y 6 y su extremo inferior posee una extensión en forma de barra metálica 36 adaptada para funcionar como elemento de soporte para un cristal de estructura multinuclear 38.

10 Colocado en el interior del recinto del horno se halla un susceptor térmico cilíndrico 40 hecho de carbono. El extremo superior del susceptor 40 está abierto, pero su extremo inferior se encuentra cerrado por una pared extrema. El susceptor se halla sustentado sobre una barra de tungsteno 42 montada en el lecho 2. Sustentado en el susceptor 40 sobre una corta barra de tungsteno 44 se encuentra un crisol (representado en línea difusa en 46) adaptado para contener un suministro apropiado de material de fusión. El crisol está fabricado de un material que soportará las temperaturas funcionales y no reaccionará con la materia fundida ni se disolverá en la misma. Por ejemplo, cuando el material susceptible de desarrollo es α -alúmina, el crisol es de molibdeno, pero puede hacerse también

15 de iridio o algún otro material de propiedades similares con respecto a la alúmina fundida. Cuando se utilice un crisol de molibdeno, debe separarse del susceptor toda vez que existe una reacción eutéctica entre el carbono y el molibdeno a aproximadamente 2200°C . El interior del crisol es de tamaño y forma convenientes, con preferencia de un diámetro constante. Para ayudar a obtener las elevadas temperaturas necesarias para el proceso, un escudo de radiación cilíndrico

20 50 hecho de una lámina de carbono se halla envuelto en torno al susceptor mencionado. La lámina de carbono no parece acoplarse directamente al campo RF pero reduce en extremo la pérdida de calor a partir del susceptor respectivo. A una fijación de energía RF determinada, el escudo 50 aumenta la temperatura del susceptor hasta en 500°C .

30 El horno descrito puede emplearse para desarrollar una



AGQ. 1964

variedad de materiales a los cuales es aplicable el invento utilizando cualquiera de las disposiciones crisol-elemento conformador representadas en las figs. 2-8.

5 Refiriéndonos ahora a la fig. 2, se representa una disposición adaptada para desarrollar filamentos de sección transversal sensiblemente circular. Esta disposición comprende el crisol 46 que se halla provisto de una cubierta 52 con preferencia hecha del mismo material que el crisol. La cubierta 52 funciona a modo de escudo térmico para el contenido del crisol. La cubierta 52 posee un orificio 10 54 incorporado. Situado en el crisol se encuentra un elemento conformador 56 que comprende una barra cilíndrica 58 que forma parte integral de una base plana 60 que descansa en el fondo del crisol. La base 60 se halla conformada y presenta un tamaño para efectuar un ajuste sin presión con la superficie lateral interior del crisol. El diámetro exterior de la barra 58 es menor que el orificio 54 de la cubierta 52 y la barra es suficientemente larga como para proyectarse ligeramente por encima de la cubierta 52. La barra posee asimismo un hueco axial 62 y uno o más orificios radiales 63 cerca de su extremo inferior para permitir la entrada de materia fundida a partir del crisol. El hueco 62 posee un tamaño apto para funcionar a modo de tubo capilar. El extremo superior de la barra 58 termina en una superficie plana 64 que interseca la superficie exterior de la barra en un ángulo recto.

15 Las dimensiones del crisol 46 y del elemento conformador 56 pueden variarse en límites relativamente amplios según el tamaño y capacidad de caldeo del horno y el tamaño y largo del filamento que haya de producirse. No obstante es esencial que el hueco axial 62 (o equivalentes pasos de entrega de materia fundida en las otras formas de realización aquí descritas) presente un tamaño conveniente para que 20 el material fundido pueda elevarse en el mismo mediante acción capilar 30



AGQ 1965

hasta su extremo superior, a fin de permitir el establecimiento y mantenimiento de un depósito de desarrollo de materia fundida sobre la superficie extrema superior de la barra en la forma aquí descrita.

5 A continuación se describe el funcionamiento del aparato representado en las figs. 1 y 2 y un ejemplo específico del método para desarrollar filamentos de α -alúmina según el invento, con nueva referencia a la fig. 3. Colocado en posición en el horno en la manera descrita anteriormente se encuentra un crisol de molibdeno
10 que posee un diámetro interno de aproximadamente 5/8 pulg., un espesor de pared de aproximadamente 3/16 pulg., y una profundidad interna de aproximadamente 9/16 pulg. El crisol se halla provisto de una cubierta de molibdeno que mide aproximadamente 1/10 pulg. de grueso y que posee un orificio central de aproximadamente 0,20 pulg. de diámetro.
15 Dispuesto en el crisol se encuentra un elemento conformador 56 construido generalmente según se muestra en la fig. 2. Las dimensiones del elemento conformador son las siguientes: un diámetro de barra de aproximadamente 0,125 pulg., un largo de barra tal que su extremo superior se proyecta aproximadamente 1/16 pulg. por encima
20 de la cubierta, y un tubo capilar axial 62 que posee un diámetro de 0,040 pulg. aproximadamente. El crisol está lleno de α -alúmina policristalina esencialmente pura y un cristal de estructura multinuclear de α -alúmina 38 se halla montado en el elemento de soporte 36 de tal modo que su e-eje se encuentra alineado en posición paralela con respecto a la trayectoria de movimiento de dicho elemento de soporte. El
25 extremo inferior del cristal de estructura multinuclear es suficientemente pequeño en sección transversal como para ser introducido en el extremo superior del tubo capilar 64. El acceso al soporte de la estructura multinuclear y al suscepter se logra bajando el lecho 2
30 lejos del recinto del horno y bajando el soporte de la estructura mul-



AGO. 1969

5 timuclear por debajo del extremo inferior del tubo 4. El crisol se
halla dispuesto de modo que el elemento conformador 56 se encuentra
en línea con el cristal de estructura multinuclear y también de mo-
do que su superficie extrema superior 64 se extiende en ángulo rec-
to con respecto al eje-c del cristal de estructura multinuclear. Con
el lecho restaurado a la posición de la fig. 1, se introduce agua
de refrigeración entre los dos tubos de cuarzo, y el recinto es eva-
cuado y llenado con helio a presión de aproximadamente una atmósfe-
ra la cual se mantiene durante el periodo de desarrollo. A continua-
10 ción se activa el serpentín R.F. y se le hace funcionar de modo que
la alúmina es llevada a un estado fundido (la alúmina posee un punto
de fusión cercano a los 2000^o C). La materia fundida se muestra en 66.
Cuando se convierte la alúmina en líquido, una columna 68 (ver fig. 3)
de alúmina fundida se elevará y llenará el tubo capilar 62. La colum-
15 na se elevará hasta que su menisco se hallé sensiblemente enrasado
con la parte superior de la barra. Tras conceder tiempo para que se
establezca el equilibrio de temperatura, se acciona y hace funcionar
el mecanismo de tracción de modo que el cristal de estructura multi-
nuclear es puesto en contacto con el menisco de la columna de alúmi-
20 na en el tubo capilar 62, se le deja reposar allí durante aproxima-
mente 5 segundos, y después se extrae lentamente, por ejemplo a un
ritmo aproximado de 1/2 a una pulg. por minuto. La temperatura de la
materia fundida en el tubo capilar 62 es crítica. Si es demasiado fría,
la porción del extremo superior del tubo capilar 62 tenderá a solidi-
25 ficarse y no se producirá desarrollo alguno en el cristal de estruc-
tura multinuclear. Si la materia fundida está demasiado caliente, pro-
vocará la fusión de dicha estructura. De ahí que la extracción inicial
de la estructura multinuclear pueda no ir acompañada de ningún desa-
rrollo cristalino. Por consiguiente, el grado de caldeo de la materia
30 fundida se ajusta (aumentándolo o disminuyéndolo) según que la pelicu-



1969

la esté demasiado fría o demasiado caliente) y luego se pone nuevamente en contacto la estructura multinuclear con la columna de materia fundida, se mantiene allí durante aproximadamente cinco segundos, y después se extrae de nuevo a la velocidad mencionada anteriormente. El logro de la temperatura de fusión apropiada se revela comenzando el desarrollo del cristal en el extremo relativamente más frío de la estructura multinuclear. Normalmente a medida que continúa lentamente la extracción de la estructura multinuclear, la afinidad de la materia fundida con respecto al material nuevamente desarrollado sobre la estructura multinuclear hace que se extienda fuera del tubo capilar sobre la superficie extrema 64 en forma de película 70 cuya geometría se halla definida por el borde exterior de la superficie 64.

Si se produce el desarrollo sobre la estructura multinuclear pero la materia fundida no se extiende inmediatamente formando la película 70, entonces se toman medidas para hacer que dicha materia fundida se extienda como se desea. Esto puede lograrse aumentando la temperatura media de la materia fundida o bien aumentando la velocidad de tracción. Con preferencia la velocidad se mantiene constante a 1/2 a una pulg. por minuto y se aumenta lentamente la temperatura hasta que se observa la formación de la película. Esta película actúa a modo de depósito de desarrollo de materia fundida. Por consiguiente, cuando la película se extiende fuera del borde de la superficie 64, el desarrollo se expande asimismo horizontalmente. A la velocidad de tracción mencionada, el desarrollo se propagará verticalmente a través de toda la extensión horizontal de la película, con el resultado de que el diámetro del cuerpo cristalino redondo en desarrollo 72 será esencialmente el mismo que el de la superficie 64. A medida que prosigue el desarrollo, se ajustan la velocidad de tracción y grado de caldeo manteniéndose a niveles conse-



1968

5
10
15
cuentes con un óptimo desarrollo. En la práctica se ajusta la velocidad de tracción aproximadamente a 2-3 pulg./minuto. El filamento en desarrollo posee una simetría circular con un o.d. sensiblemente igual al de la superficie 64 del elemento conformador a la temperatura de desarrollo, y su longitud máxima se halla limitada solamente por la máxima distancia de tracción concedida por el mecanismo respectivo 34 o, si se utiliza un mecanismo de tracción continua, por el suministro disponible de alúmina fundida. La superficie del filamento es muy suave. La inspección de los filamentos de α -alúmina desarrollados según el ejemplo anterior revela que de ordinario comprenden un solo cristal. No obstante, en algunos casos, comprenden dos, tres o cuatro cristales que se desarrollan juntos longitudinalmente y se hallan separados por un ángulo reducido (entre $3-4^\circ$ de la dirección-c) de límites de grano. Lo mismo es aplicable a otros cuerpos de α -alúmina tales como cintas, tubos, etc., que se desarrollan utilizando un cristal de estructura multinuclear orientado de forma que su eje-c sea paralelo al eje de tracción.

20
25
30
Se ha comprobado que si la temperatura funcional (determinada por la temperatura media de la película 70) se mantiene constante próxima pero ligeramente superior al punto de fusión del material susceptible de desarrollo, la velocidad de tracción puede variarse sensiblemente (por ejemplo hasta 50% para un filamento de 0,010 pulg. según la temperatura funcional) sin cambio sustancial alguno en la sección transversal del producto. De modo similar, si se mantiene constante la velocidad de tracción, puede variarse sensiblemente la temperatura funcional (por ejemplo, un cambio de hasta 15-30 grados con respecto al punto de fusión de la alúmina) sin ningún cambio sustancial en la sección transversal del producto. Por tanto el procedimiento aporta una gran ventaja - facilitará un producto de sección transversal constante a pesar de las sustanciales variaciones en cuan-



to a temperaturas y velocidad de tracción. Si se aumenta ésta excesivamente de modo que el tubo capilar no pueda suministrar materia fundida lo suficientemente deprisa para reaprovisionar la película que está consumiéndose en el proceso de desarrollo, la sección transversal del producto ya no corresponderá a la geometría de la superficie 64 y el desarrollo puede realmente terminar.

El hecho de que el filamento desarrollado posea sensiblemente la misma forma y tamaño que la periferia de la superficie 64 sugiere que la película 70 comprende una zona de desarrollo que es esencialmente isotérmica en una dirección paralela a la superficie 64 y presenta la misma configuración y diámetro que dicha superficie 64. Conviene hacer observar que la película posee una profundidad del orden aproximado de 0,010 pulg. en condiciones de desarrollo corrientes y un gradiente de temperatura vertical, que alcanza su punto máximo de calor en su interfase con la barra 58. Esta última actúa sensiblemente como un calentador isotérmico, de tal modo que la interfase entre su superficie superior 64 y la película 70 es esencialmente isotérmica.

Los filamentos esencialmente monocristalinos de α -alúmina desarrollados de acuerdo con este invento se ha comprobado muestran resistencias tensiles de hasta 400.000 ppc, con un módulo elástico de $40-70 \times 10^6$ ppc. Se producen reducciones sustanciales en cuanto a resistencia tensil, módulo elástico y módulo de flexión si se monta el cristal de estructura multinuclear de modo que su eje-c no sea paralelo al eje de movimiento del elemento de soporte del cristal y perpendicular a la superficie de la materia fundida. A título de ejemplo, pero sin limitación, filamentos que miden 0,005-0,10 pulg. de diámetro se han desarrollado a velocidades de tracción de 3-4 pulg./minuto utilizando elementos conformadores de tamaño diferente del tipo representado en la fig. 2 o de un tipo que se describirá más adelante.



Conviene hacer observar que es posible comenzar con un cristal de estructura multinuclear de mayor diámetro que el tubo capilar del elemento conformador 56. En tal caso se pone la estructura multinuclear directamente en contacto con la superficie extrema 64 y se mantiene allí durante un periodo de tiempo de por ejemplo 10 segundos por su extremo para fundir y formar una película de materia fundida sobre la superficie extrema y a continuación se extrae lentamente. La extracción de la estructura multinuclear va acompañada de un desarrollo del cristal resultante de la solidificación de una porción del material del cual se compone la película. Cuando se produce el desarrollo, la afinidad del líquido con respecto al material desarrollado hace que materia fundida adicional del tubo capilar se extienda sobre la superficie extrema del elemento conformador. El tubo capilar continúa suministrando materia fundida a un ritmo consecuente con el grado de desarrollo del cristal, con el resultado de que la película continúa cubriendo la superficie extrema y el cuerpo en desarrollo posee un diámetro que se adapta al o.d. del elemento conformador. Cuando el cristal de estructura multinuclear posee un diámetro mayor que la superficie extrema superior del elemento capilar, puede ser necesario aumentar ligeramente el grado de caldeo para que la temperatura de la superficie extrema superior del elemento capilar, antes de ponerse en contacto con la estructura multinuclear, sea superior a la que normalmente es preciso mantener para un desarrollo continuo. Esta mayor temperatura compensa el efecto de hundimiento térmico de la estructura multinuclear relativamente grande que hace que el depósito de desarrollo, es decir, la película de materia fundida, posea momentáneamente una temperatura media inferior que sería de otro modo el caso cuando se extrae la estructura multinuclear. A menos que este efecto de hundimiento térmico sea compensado por un aumento en el grado de caldeo, puede extraerse el cris-



GO. 1969

tal de estructura multinuclear de la materia fundida sin producirse en el mismo desarrollo alguno. Una vez es visible el desarrollo sobre la película, puede cortarse de nuevo el grado de caldeo a fin de que el ritmo al cual se rechaza el calor liberado de solidificación sea
5 consecuente con la velocidad de tracción para el desarrollo continuo a lo largo de toda la expansión de la película de materia fundida.

El tubo capilar del elemento conformador no precisa poseer una sección transversal circular y puede incluso estar abierto a la materia fundida a todo lo largo del mismo. Así según se muestra
10 en la fig. 4, por ejemplo, es posible desarrollar filamentos redondos utilizando un elemento conformador 76 el cual es similar al elemento conformador 56 por el hecho de que comprende una barra cilíndrica 78 que forma parte integral con una base circular 80 pero difiere en que posee una ranura axialmente dispuesta 82 que se extiende hacia arriba
15 a partir de la base 80 la cual presenta un tamaño apto para actuar como elemento capilar y efectivamente subdivide la superficie extrema superior plana en dos secciones circulares 84 y 86. El elemento conformador 76 se halla dispuesto en el crisol 46 de la misma manera que el elemento conformador 56 y se emplea del mismo modo para desarrollar
20 filamentos. Puede establecerse una película de materia fundida sobre las secciones superficiales extremas 84 y 86 en la forma descrita anteriormente utilizando un cristal de estructura multinuclear de tamaño suficientemente reducido como para ser introducido en la ranura 82 o utilizando una estructura multinuclear de mayor tamaño que se pone
25 en contacto con el elemento conformador. A medida que prosigue el desarrollo, la materia fundida fluirá continuamente fuera de la ranura 82 sobre las secciones circulares 84 y 86 de la superficie extrema de la barra, de tal modo que la película sustentará el desarrollo a un diámetro sensiblemente igual que el de la barra. Por supuesto, la interfase de desarrollo líquido-sólido no se limita a la película sus-
30



1969

tentada por las secciones 84 y 86 de la superficie extrema superior del elemento conformador sino que continúa a través de la ramura 82.

5 Aunque no se halla representado, conviene hacer observar que el elemento conformador puede proyectarse suficientemente por encima de la cubierta del crisol 52 permitiendo el uso de uno o más escudos de radiación para ayudar a controlar la velocidad a la cual se rechaza el calor liberado de solidificación. Con preferencia, pero no necesariamente, los escudos de radiación están formados como planchas planas adaptadas para ser apiladas una sobre otra. Esto permite
10 la utilización de elementos capilares de diferente largo en el mismo crisol.

15 Las figs. 5 y 5a ilustran otra forma de dispositivo crisol-elemento conformador adaptado para desarrollar filamentos con una sección transversal triangular. En esta forma de realización, el elemento conformador 92 puede consistir en una base adaptada para extenderse plana sobre el fondo del crisol como las bases del elemento conformador 2 y 4 o puede comprender una plancha plana 94 con una falda pendiente 96 que la mantiene por encima del fondo del crisol. La plancha 94 posee una pluralidad de orificios 98 y sustenta una barra 100 que
20 presenta una sección transversal triangular y un tubo capilar que se extiende axialmente en forma de taladro 102. Este último puede ser coaxial con la barra 100 o ser excéntrico con respecto a su eje longitudinal según se representa. El extremo superior de la barra 100 termina en una superficie extrema plana 104. El método de desarrollar
25 filamentos triangulares utilizando el dispositivo de las figs. 5 y 5A es igual al método para desarrollar filamentos redondos, excepto que el depósito de desarrollo de fina película de materia fundida que se forma sobre y cubre la superficie extrema 104 presenta una configuración sensiblemente triangular y posee una distribución térmica conducente al desarrollo del cristal que se propaga verticalmente a tra-
30



1969

vés de una zona de desarrollo horizontal que es sensiblemente por entero coextensiva con toda la extensión de la superficie 104. A título de ejemplo, los filamentos de α -alúmina triangulares producidos con este dispositivo poseen superficies suaves sensiblemente planas que terminan en esquinas redondeadas. Tales filamentos son esencialmente monocristalinos. Filamentos triangulares de α -alúmina midiendo aproximadamente 3/16 pulg. desde cada esquina al centro de la superficie lateral opuesta han sido desarrollados a velocidades de aproximadamente una pulg./minuto.

5

10 La fig. 6 es una vista en perspectiva a mayor escala que muestra el desarrollo de una cinta plana alargada en el que se utiliza una forma de elemento conformador designada para tal fin. El elemento conformador consiste en una barra 108 de sección transversal rectangular que termina en una superficie extrema superior plana 110

15 que se extiende en un ángulo sensiblemente recto con respecto a las cuatro superficies laterales de la barra. El extremo inferior (no representado) de la barra 108 va unido a una base de sustentación conveniente similar a las de los elementos conformadores 56 y 76. La barra 108 posee una pluralidad de elementos capilares en forma de orificios

20 axiales redondos 112 que se extienden desde la superficie extrema 110 al extremo inferior de la barra y comunican con la materia fundida del crisol a través de bocas apropiadas (no representadas) que corresponden a los orificios radiales 63 del elemento conformador 56. El número de elementos capilares no es crítico y puede variarse según se desee. Asimismo no es crítica la forma del elemento capilar. Así pues,

25 según se muestra en la fig. 7, el elemento conformador puede comprender una barra 116 que corresponde en configuración a la barra 108 pero que incluye en lugar de orificios axiales 112 un solo elemento capilar en forma de una ramura 118 que se abre a lo largo de un lado de la barra. La ramura 118 se extiende hacia abajo a partir de la super-

30



1969

5 ficie extrema 112 de la barra 116 y, dado que se abre a lo largo de un lado, no se requieren bocas similares a las aberturas radiales 63 del elemento conformador 56 para facilitar la comunicación entre la ranura y la materia fundida del crisol. El desarrollo de cinta
10 utilizando los elementos capilares representados en las figs. 6 y 7 se logra por el mismo método que para desarrollar filamentos redondos, excepto que las finas películas de materia fundida que se forman y mantienen sobre las superficies extremas 110 y 120 permiten el desarrollo de cintas con secciones transversales sensiblemente reo-
15 tangulares caracterizadas por anchos y gruesos que corresponden estrechamente a los anchos y gruesos totales de las barras 108 y 116. La fig. 6 ilustra tal cinta 122 que se desarrolla a partir de una película líquida 124 la cual cubre por completo la superficie 110 y es alimentada constantemente por los elementos capilares 112. Las
20 cintas desarrolladas utilizando elementos capilares similares a los representados en las figs. 6 y 7 poseen superficies planas que son suaves dentro de una desviación máxima aproximada de 1000 angstroms. A título de nuevo ejemplo, se han desarrollado cintas de α -alúmina midiendo 1/4 pulg. por 0,005 - 0,010 pulg. de sección transversal a
25 velocidades de tracción superiores a una pulg./minuto. Estas y otras cintas de α -alúmina desarrolladas sobre estructuras multinucleares orientadas con sus ejes-c paralelos al eje de tracción han mostrado resistencias tensiles medias del orden de 112000 ppc.

25 Nos referimos ahora a las figs. 8 y 8A que ilustran un elemento conformador que ha sido utilizado para desarrollar cuerpos tubulares de α -alúmina. Esta forma de realización particular comprende una barra redonda 128 que posee una base circular 130 para sus-
30 tentarla en el crisol. El extremo superior de la barra 128 presenta un orificio axialmente dispuesto 132 y termina en una superficie am-
lar plana 134. La barra 128 posee asimismo cuatro elementos capilares



60. 1969

en forma de pequeños orificios redondos 136 que se extienden desde su extremo inferior a la superficie anular 134, más cuatro orificios de proyección radial 138 que permiten que la materia fundida se introduzca en los elementos capilares a partir del crisol. El desarrollo de cuerpos tubulares utilizando un elemento capilar según se representa en las figs. 8 y 8A implica esencialmente el mismo procedimiento descrito anteriormente para desarrollar filamentos y cinta. Por tanto la estructura multinuclear que se emplea puede ser suficientemente reducida como para ser introducida en uno de los orificios capilares o bien puede ser lo suficientemente grande como para ser puesta en contacto con la totalidad o parte de la superficie anular 134. La estructura multinuclear puede incluso ser un cuerpo tubular previamente desarrollado con el mismo elemento capilar. Si el extremo de la estructura multinuclear no es un cuerpo tubular previamente desarrollado, la velocidad de tracción inicial debe ser lo suficientemente reducida como para permitir que el desarrollo se expanda horizontalmente por toda la extensión de la superficie 134 antes de que se haya producido cualquier sustancial desarrollo vertical. Incluso a velocidades de tracción reducidas, el desarrollo inicial será principalmente vertical. No obstante, a medida que dicha tracción continúa, el desarrollo de cristal progresa lateralmente así como verticalmente hasta que se forma un tubo completo. Después se aumenta la velocidad de tracción al nivel máximo en el cual continúa formándose un cuerpo tubular con un espesor de pared sensiblemente igual al ancho de la superficie anular 134. Se han desarrollado tubos esencialmente monocristalinos de α -alúmina utilizando un elemento capilar del tipo representado en las figs. 8 y 8A. A título de ejemplo se han desarrollado tubos de α -alúmina con un diámetro interior de 1/16 pulg. y un espesor de pared de 1/32 pulg. A una velocidad de tracción de aproximadamente 2 pulg./minuto, tales tubos se caracterizan por suaves



superficies interior y exterior.

Si bien no es esencial una plancha de cubierta para el crisol, su uso facilita ciertamente un mejor control de la temperatura media de la materia fundida en el crisol y en el tubo capilar toda vez que limita la pérdida de calor y por ende ayuda a establecer el equilibrio térmico. Tampoco es esencial desarrollar el procedimiento en una atmósfera de argón o helio. En su lugar puede evacuarse el horno a un nivel apropiado.

También se prevé que el mecanismo de tracción para desarrollo continuo pueda comprender dos o más pares de rodillos de tracción adaptados para coger y extraer el producto de la materia fundida. Además el crisol debe diseñarse para que permita el periódico reaprovisionamiento de la materia fundida sin tener que interrumpir el proceso de desarrollo, según se indica por ejemplo en la patente U.S.A. 3,265.469 de fecha 9 de agosto de 1966 a nombre de R.N. Hall. Según su configuración de sección transversal, los cuerpos de alúmina producidos según aquí se describe poseen cierto grado de flexibilidad que les permite ser doblados en torno a rollos de gran diámetro para efectuar un cambio de dirección por ejemplo cuando se desea moverlos horizontalmente en forma continua a través de aparatos destinados a efectuar una función selectiva tal como cortarlos en piezas de largos seleccionados.

Una ventaja importante del invento es que es aplicable al desarrollo de una amplia variedad de materiales cristalinos que no sean alúmina. No se limita a fundir congruentemente materiales y abarca el desarrollo de materiales que solidifican en estructuras de cristal cúbicas, romboédricas, hexagonales y tetragonales. A título de ejemplo, pero sin limitación, pueden desarrollarse los siguientes materiales adicionales de acuerdo con este invento: titanato de bario, granate de aluminio itrio, y niobato de litio. El procedimiento puede



1969

asimismo utilizarse para desarrollar una variedad de metales. El proceso inherente en el desarrollo de estos materiales a configuraciones de sección transversal predeterminadas es esencialmente el mismo que el proceso descrito anteriormente para α -alúmina, excepto que requiere diferentes temperaturas funcionales en razón de los diferentes puntos de fusión. Además pueden necesitarse ciertos cambios menores en el aparato, como por ejemplo diferentes materiales de crisol para evitar la reacción entre la materia fundida y el crisol. La aplicación del invento a dichos otros materiales es ilustrada por varios ejemplos específicos que se dan a conocer más adelante. En cada ejemplo el procedimiento implica el uso de un horno como el representado en la fig. 1 y el dispositivo crisol-elemento conformador de la fig. 2 empleado en el ejemplo anterior de desarrollo de filamento de α -alúmina. No obstante, se entiende que estos materiales pueden desarrollarse dándoles otras configuraciones y que pueden emplearse otros hornos en el proceso.

El primer ejemplo implica el desarrollo de un filamento redondo de titanato de bario. Se monta un cristal de fina estructura multinuclear alargada de titanato de bario en el elemento de soporte de estructura multinuclear 36 sin consideración en cuanto a su orientación. Al propio tiempo se coloca una cantidad de titanato de bario en un crisol que contiene el elemento conformador 56. El crisol y el elemento conformador están hechos de iridio. Con su cubierta (también de iridio) colocada en posición, se monta el crisol sobre el susceptor 40. Con el lecho 2 restaurado a la posición representada en la fig. 1, se introduce agua de refrigeración entre las paredes de los dos tubos de cuarzo, y el recinto es evacuado y llenado con argón. Se ajusta la presión del horno a aproximadamente una atmósfera. A continuación se activa la bobina RF y se la hace funcionar de modo que el titanato de bario del crisol es calentado a una temperatura media



1969

ligeramente superior a los 1620°C aproximadamente. Una vez la materia fundida se ha elevado en el tubo capilar al punto en que su menisco sea visible y ha sido establecido el equilibrio de temperatura, se hace funcionar el mecanismo de tracción poniendo la estructura multinuclear en contacto con el menisco de la materia fundida en el tubo capilar. Después de aproximadamente 5-10 segundos, se extrae la estructura multinuclear aproximadamente a $1/2$ pulg. por minuto. Con el grado de caldeo ajustado a fin de lograr una distribución térmica en la materia fundida conducente al desarrollo (con la α -alúmina este es un ajuste de prueba y error que requiere una o más extracciones de la estructura multinuclear para ver si el desarrollo se produce al grado de caldeo determinado), la extracción de la estructura multinuclear va acompañada del desarrollo del cristal sobre la misma. Se ajusta la velocidad de extracción de la estructura multinuclear hasta que la superficie extrema superior del elemento conformador se halla cubierta por una fina película de materia fundida capaz de soportar el desarrollo al diámetro exterior del elemento conformador. Después se mantienen constantes la velocidad de tracción y el grado de caldeo hasta que el desarrollo del cristal ha alcanzado el largo deseado o hasta que se ha consumido sensiblemente el contenido del crisol, lo que quiera que se produzca antes. La velocidad de tracción media es aproximadamente de $3/4$ pulg. por minuto. El producto desarrollado se caracteriza por una superficie suave y es esencialmente monocristalino.

El segundo ejemplo lleva implícito el desarrollo de un filamento redondo de granate aluminio itrio. El crisol, su cubierta y el elemento conformador están fabricados de iridio. El procedimiento es el mismo que el descrito anteriormente en relación con el desarrollo del filamento de titanato de bario excepto que se utiliza una estructura multinuclear de alúmina y el granate de aluminio itrio



del crisol es calentado a una temperatura media ligeramente superior a los 2000° C. La velocidad de tracción media es aproximadamente de 3/4 pulg./minuto. El filamento desarrollado posee aproximadamente el mismo diámetro que el diámetro exterior del elemento conformador. Su superficie es suave y esencialmente monocristalina.

Otro ejemplo comprende el desarrollo de un filamento de niobato de litio. El procedimiento es el mismo que el descrito anteriormente con relación al desarrollo de filamentos de α -alúmina, titanato de bario y granate de aluminio itrio excepto que el crisol, su cubierta y el elemento conformador son de platino, la estructura multinuclear está compuesta de titanato de estrontio, y el niobato de litio se funde a una temperatura media ligeramente superior a 1300° C. Se emplea una velocidad de tracción media de aproximadamente 1/2 pulg. por minuto para obtener un filamento con un diámetro aproximadamente igual que el del elemento conformador. El filamento de niobato de litio desarrollado posee una superficie suave y es esencialmente monocristalino.

A título de un nuevo ejemplo, es posible desarrollar por el mismo procedimiento un filamento de cloruro sódico sobre una estructura multinuclear apropiada, por ejemplo una estructura multinuclear de α -alúmina, a partir de una materia fundida caldeada en un crisol de molibdeno a una temperatura aproximada de 800° C.

Conviene hacer observar que el titanato de bario cristaliza en una estructura de cristal hexagonal o cúbica, en tanto que el granate de aluminio itrio cristaliza en una estructura cúbica y el niobato de litio cristaliza en una estructura romboédrica.

El invento es susceptible de otras diversas variaciones y extensiones. Por ejemplo, el elemento conformador no precisa ser un elemento por separado y no necesita poseer una base para ser sustentado en el crisol; en su lugar puede ir unido a y formar parte de la



cubierta del crisol.

Pueden realizarse ciertas otras variaciones y extensiones. Por ejemplo, pueden extraerse simultáneamente dos o más cuerpos esencialmente cristalinos utilizando dos o más elementos conformadores en un crisol. Los elementos de soporte para las varias estructuras multinucleares necesarias para desarrollar varios cuerpos al mismo tiempo pueden montarse sobre el mismo o diferente mecanismo de tracción según que el proceso haya de ser llevado a cabo sobre una base limitada o continua. Otra variación implica el uso de un elemento conformador adaptado para desarrollar un elemento cristalino con una pluralidad de orificios paralelos de proyección axial. La construcción de tal elemento conformador se logra fácilmente en vista de las enseñanzas que anteceden, y puede realizarse por ejemplo uniendo una pluralidad de barras tales como la representada en 128 en la fig. 8. Otra modificación comprende otros medios que un tubo capilar para alimentar materia fundida a la superficie sustentadora de película del elemento conformador. Así pues, la materia fundida puede alimentarse a la citada superficie bajo presión positiva o la influencia de gravedad, en cuyo caso la superficie puede desplazarse de y/o colocarse por debajo del nivel del crisol.

El invento ofrece varias importantes ventajas. El aparato necesario es relativamente simple. El proceso es esencialmente continuo de modo que los productos pueden ser desarrollados en cualquier largo apropiado. Utilizando diferentes elementos conformadores, es posible extraer cuerpos extendidos esencialmente monocristalinos de diferentes configuraciones de sección transversal y tamaños. Las velocidades de tracción son relativamente rápidas. Los productos poseen superficies suaves (notablemente entre aproximadamente 1000 angstroms de suavidad), y muestran propiedades físicas que los hacen útiles para una variedad de aplicaciones.



1964

Particularmente importante es el hecho de que el procedimiento no es extremadamente sensible a velocidad de tracción y temperatura, con el resultado de que los productos pueden desarrollarse continuamente a una sección transversal de tamaño constante y configuración predeterminada pese a los pequeños cambios en velocidad de tracción y temperatura. Esto facilita el desarrollo de cierto número de cuerpos alargados, por ejemplo cintas, simultáneamente a partir de un crisol común pese al hecho de que los productos no sean extraídos exactamente a las mismas velocidades o que las películas de materia fundida sustentadas por los distintos elementos formadores no se hallen a la misma temperatura media.

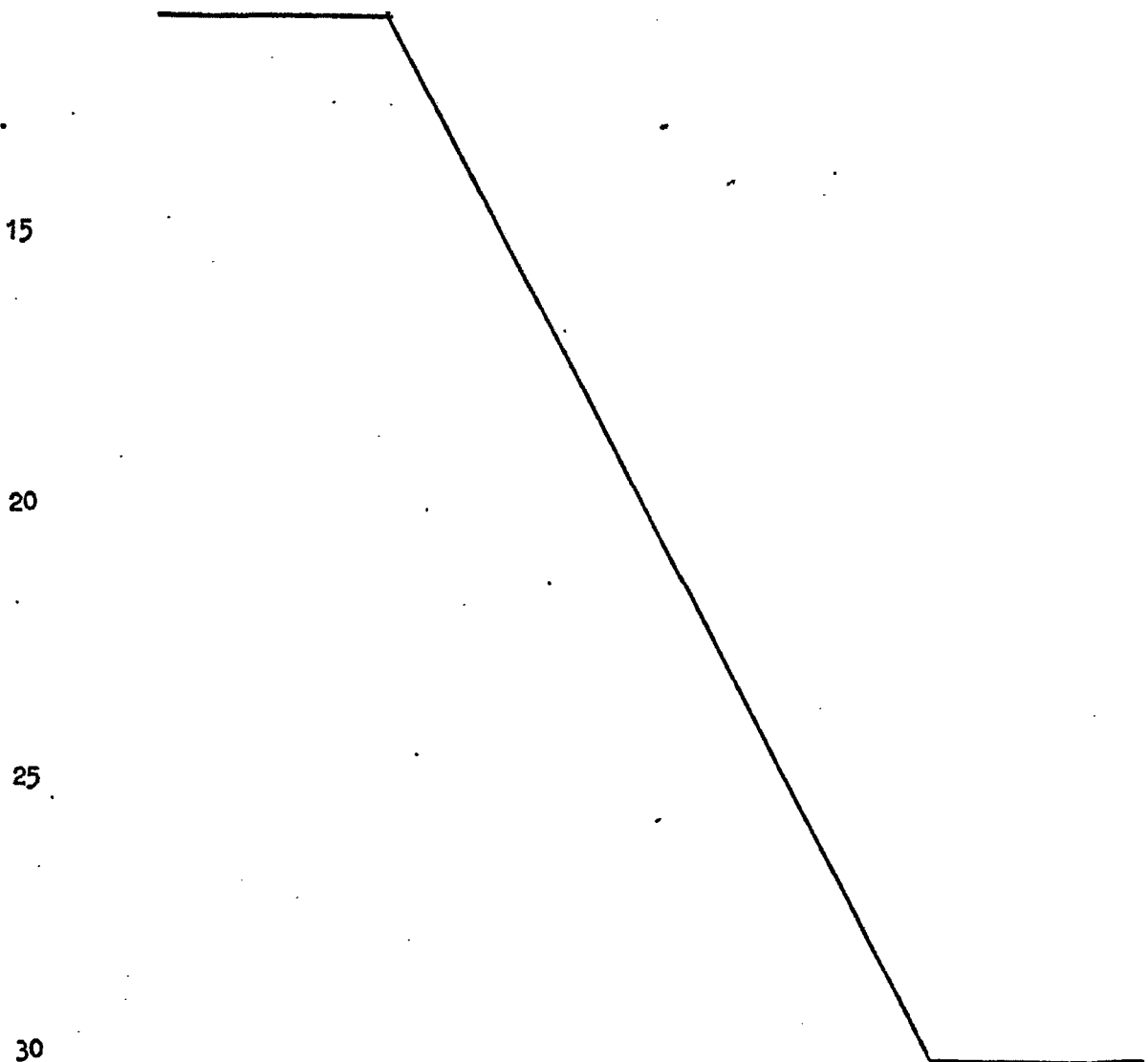
Se considera que es evidente, con respecto a determinar la sección transversal del cuerpo susceptible de desarrollo, que la forma efectiva de la superficie sustentadora de película superior de cada elemento conformador es su forma tal como sería si no dispusiera de ningún orificio capilar. Por consiguiente, considerados con respecto a aquellas formas de realización en las cuales el tubo capilar se extiende por fuera con relación a la periferia de la superficie sustentadora de película, por ejemplo las formas de realización representadas en las figs. 4 y 7, los términos "geometría macroscópica" y "configuración marginal macroscópica" denotan las configuraciones periféricas si fueran omitidos los elementos capilares. Así pues, con respecto a la fig. 4 la geometría macroscópica es un círculo completo, mientras que en el caso de la fig. 7 la forma efectiva y por ende la geometría macroscópica es un rectángulo. Los elementos capilares son ignorados en la geometría macroscópica toda vez que no determinan la configuración de sección transversal del producto sino que actúan simplemente como pasos de alimentación de la materia fundida. Por otra parte, el hueco 132 de la fig. 8 no se ignora en la geometría macroscópica ya que no constituye un elemento capilar sino que actúa a modo



de limite definidor de margen. De aquí que la geometría macroscópica de la superficie extrema superior de la barra 128 se considere que es un anillo en lugar de una simple area circular.

5 Debe quedar bien entendido que el invento no se limita en su aplicación a los detalles del aparato y método específicamente descritos o ilustrados, y que dentro de los límites de las reivindicaciones anexas, puede practicarse de otro modo que el que se describe e ilustra específicamente.

10 En resumen, la Patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las siguientes:





1969

REIVINDICACIONES

1. Método para desarrollar un material cristalino sólido en forma de cuerpo alargado de sección transversal arbitraria predeterminada, que comprende: disponer una estructura multinuclear sobre la cual ha de desarrollarse dicho cuerpo en contacto con una película líquida de dicho material que se halla sustentada sobre una superficie sensiblemente horizontal y posee una geometría macroscópica determinada por dicha superficie que es sustancialmente la misma que la de dicha sección transversal arbitraria predeterminada; regular la temperatura de dicha película para establecer en la misma una distribución térmica conducente al desarrollo cristalino de dicho material en el extremo de dicha estructura multinuclear a dicha sección transversal predeterminada; mover dicha estructura multinuclear en una dirección vertical lejos de dicha película consecuentemente con el grado de dicho desarrollo cristalino; y mantener dicha película alimentando constantemente cantidades adicionales de dicho material en forma líquida a dicha superficie a través de un orificio que conduce a la misma.
2. Método según la reivindicación 1, en el cual el grado de retirada de dicha estructura multinuclear es consecuente con el grado en el cual se rechaza el calor de solidificación.
3. Método según la reivindicación 1, en el cual el grado de retirada de dicha estructura multinuclear es consecuente con el grado en el cual se alimenta dicho material líquido a dicha superficie.
4. Método según la reivindicación 1, en el cual dicha sección transversal posee una configuración circular.
5. Método según la reivindicación 1, en el cual dicha sección transversal posee una configuración poligonal.
6. Método según la reivindicación 1, en el cual dicha sección transversal es amular.



AGQ 1968

7. Método según la reivindicación 1, en el cual dicho material es un material congruentemente fundente.

8. Método según la reivindicación 1, en el cual dicha superficie es triangular.

5 9. Método según la reivindicación 1, en el cual dicha superficie es amular y dicho cuerpo es tubular.

10. Método según la reivindicación 1, en el cual dicho cuerpo es esencialmente monocristalino.

10 11. Método según la reivindicación 1, en el cual dicha película se forma inicialmente fundiendo una porción de dicha estructura multinuclear.

12. Método según la reivindicación 1, en el cual dicho material cristaliza en una estructura reticular romboédrica, hexagonal, cúbica o tetragonal.

15 13. Método según la reivindicación 1, en el cual dicho material comprende uno de los siguientes: alúmina, titanato bórico, itrio, granate de aluminio y niobato de litio.

14. Método según la reivindicación 1, en el cual dicha película posee un espesor del orden de 0,010 pulg.

20 15. Método según la reivindicación 1, en el cual dicha superficie es esencialmente plana.

16. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual dicho orificio es un orificio capilar.

25 17. Método según la reivindicación 16, en el cual dicha superficie es parte de un elemento formativo de producto que se halla dispuesto en un depósito de suministro líquido, estando dicha superficie fuera de dicho depósito de suministro líquido pero unida al mismo por dicho orificio.

30 18. Método según la reivindicación 17, en el cual dicho depósito de suministro líquido y dicho elemento formador de producto



se hallan dispuestos en un orisol.

5 19. Método según la reivindicación 16, en el cual dicha superficie posee una configuración angular macroscópica sensiblemente igual a dicha sección transversal arbitraria predeterminada, y en el cual además dicha película cubre esencialmente por completo dicha superficie impidiéndose que se deslice fuera del borde de dicha superficie únicamente por su tensión superficial.

10 20. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: "MÉTODO PARA DESARROLLAR UN MATERIAL CRISTALINO SOLIDO".

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente Memoria descriptiva, que consta de treinta y tres páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 27 de junio de 1969

15

BERNARDO UNGRIA

p.p.

20

25

30

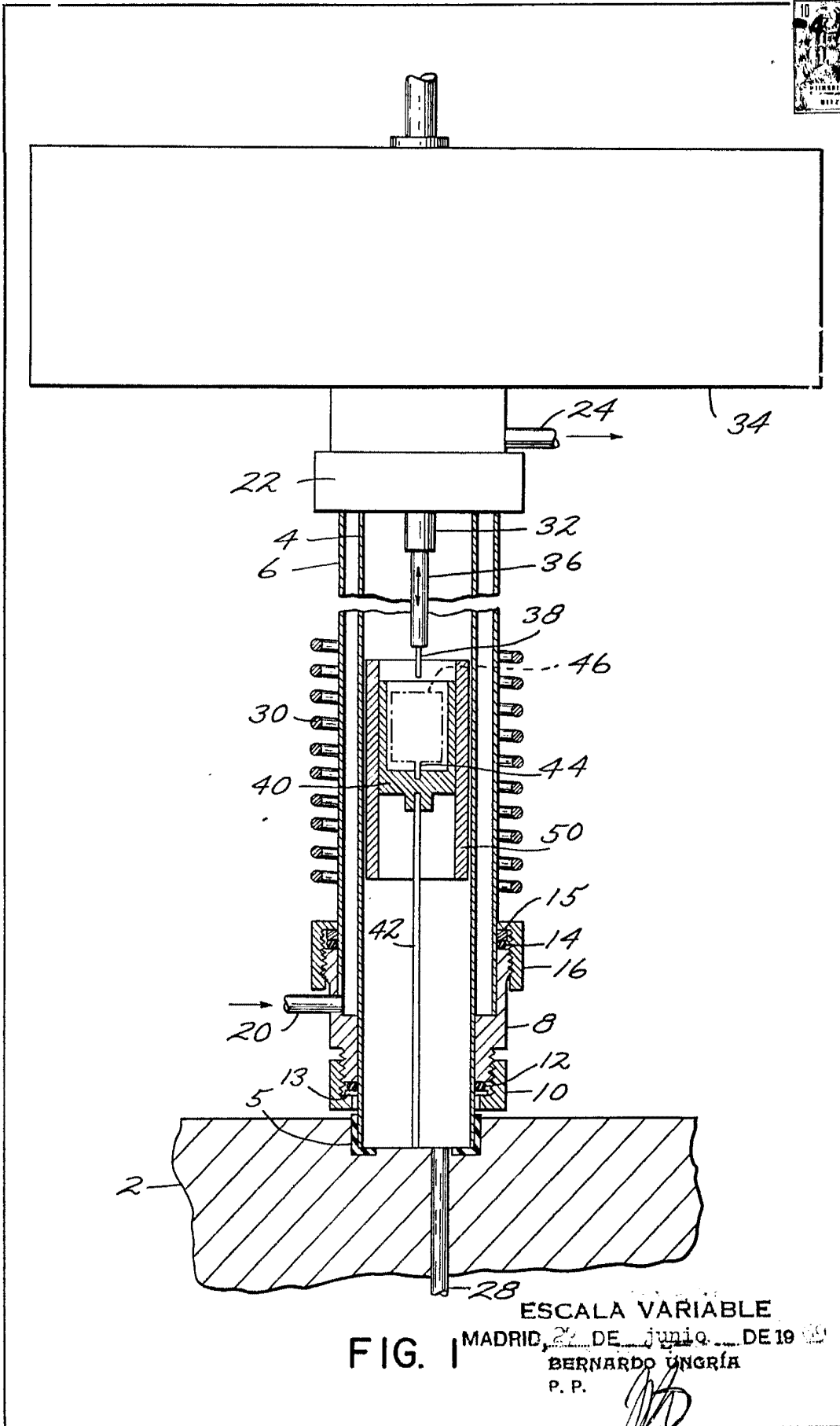


FIG. I

ESCALA VARIABLE

MADRID, 22 DE JUNIO DE 1909

BERNARDO UNGRÍA

P. P.

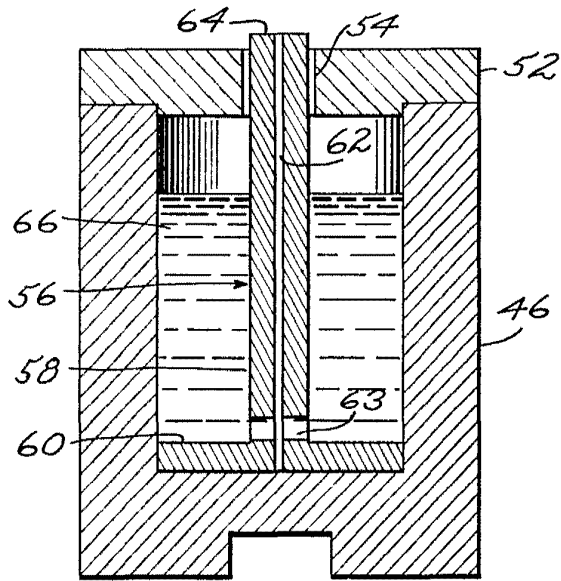


FIG. 2.

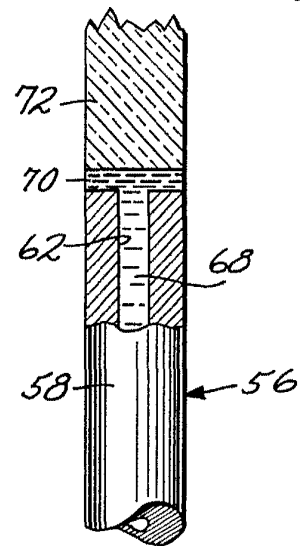


FIG. 3.

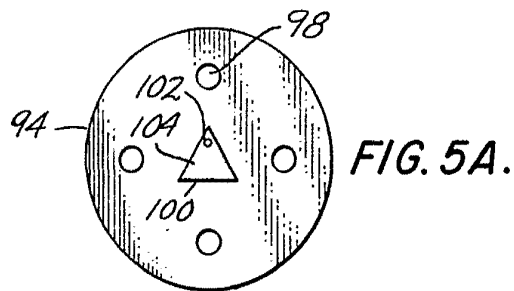


FIG. 5A.

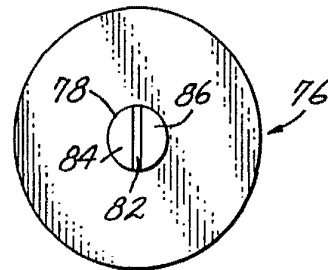


FIG. 4.

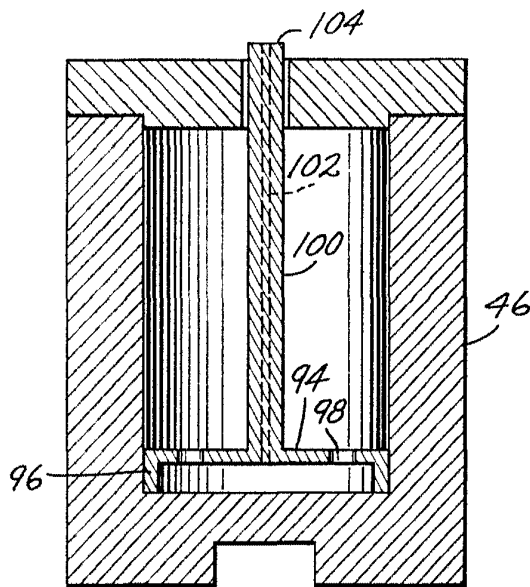


FIG. 5.

ESCALA VARIABLE
 JUNIO 27 DE JUNIO DE 1969
 P. P.

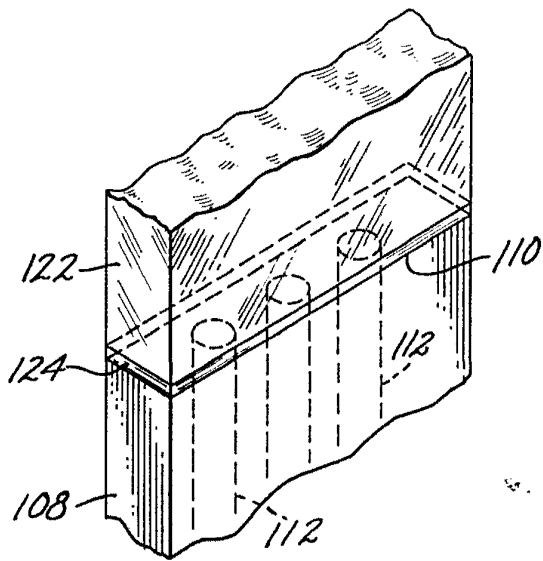


FIG. 6.

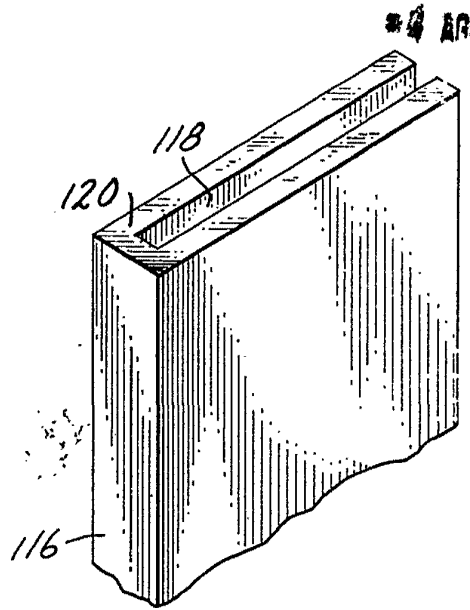


FIG. 7.

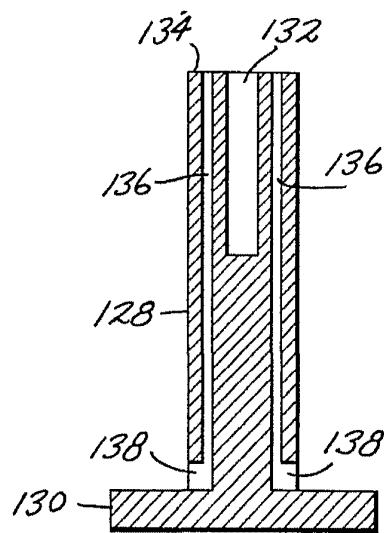


FIG. 8.

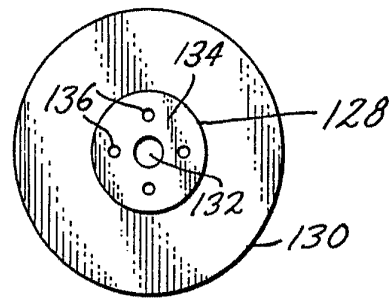


FIG. 8A.

FORMA VARIABLE
 MADRID, 27 DE junio DE 19 69
 ESCRITORIO ESPAÑOL
 P.D.