

Int. Cl.:	B01D

Nº 441.646

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

Solicitante: JERSEY NUCLEAR-AVCO ISOTOPES, INC.

Residencia : 777 106th Avenue Northeast, C-00777,
BELLEVUE, Washington 98009 Estados
Unidos.

Enunciado : APARATO PARA VAPORIZAR UNA MATERIA
CON EL OBJETO DE ESTABLECER UNA CIR-
CULACION DE VAPOR A PARTIR DE LA MIS-
MA.

Prioridad : De la solicitud de patente estadouni-
dense Nº 514.201 del 11-10-74.

EXTRACTO DE LA DESCRIPCION

1 Se describe un aparato para reducir las pérdidas de
calor debidas a corrientes de convección en un vaporizador del
tipo de haz electrónico. La sustancia que ha de ser vaporizada
5 se sitúa en el crisol de una fuente de vaporización del tipo de
haz electrónico conjuntamente con una masa prososa hecha de un
sólido pulverizado o finamente dividido que está destinado a ser
vir de obstáculo para las corrientes de convección. Se utiliza
un sistema de alimentación para completar el nivel de la sustan
10 cia que ha de ser vaporizada conforme su vaporización se está
efectuando.

AMBITO DEL INVENTO

El invento se refiere a la vaporización de materias
y en particular a un sistema para vaporizar una materia con re-
ducidas pérdidas térmicas debidas a corrientes de convección.
15

ANTECEDENTES DEL INVENTO

En la vaporización de metales con elevado punto de
fusión, como por ejemplo el uranio empleado para el enriqueci-
miento del uranio según se describe en la Patente de los Estados
20 Unidos No. 3.772.519, que se cita aquí a título de referencia,
la materia vaporizada ha sido típicamente calentada en un crisol
utilizando un horno o técnicas de haz electrónico, y la materia
que ha de ser vaporizada es emitida a partir de regiones super-
ficiales calientes del metal fundido. En este calentamiento,
25 es probable que la totalidad, o la casi totalidad de la sustan-
cia que ha de ser vaporizada que está contenida en la cámara de
fusión o en el crisol se licua en razón de la rápida transfe-
rencia de calor a través del material debido a varios fenóme-
nos entre los cuales puede indicarse las corrientes de convec-
30 ción en la materia fundida. La rápida transmisión del calor a

1 partir de la superficie de la materia fundida que se está vapo-
rizando reduce de manera muy sustancial el rendimiento de la va-
porización y en el caso del uranio, obliga al metal reactivo ca-
liente a entrar en contacto con las paredes del crisol las cua-
5 les pueden ser deterioradas más rápidamente por la corrosión.

Es bien conocido que se ha sugerido recubrir los cri-
soles con una capa relativamente inerte para reducir el efecto
del líquido fundido corrosivo sobre los bordes del crisol, como
por ejemplo en la Patente de los Estados Unidos No. 3.437.323.
10 Sin embargo, estos recubrimientos no solucionan el problema de
la transferencia de calor a partir del punto de vaporización y
la resultante pérdida de rendimiento.

BREVE RESUMEN DEL INVENTO

Estas dificultades, así como otras dificultades que
15 se presentan en un vaporizador para metales de alto punto de fu-
sión, se superan de acuerdo con el modo de realización preferido
del invento que asegura una reducción de las corrientes de con-
vección en una fuente de suministro del metal que ha de ser va-
porizado, en forma de líquido caliente. En una aplicación típi-
20 ca para la vaporización del uranio elemental para obtener la se-
paración isotópica, un crisol de cobre enfriado por agua consti-
tuye una cubeta en la cual se forma una masa fundida la cual
cuando está solidificada se parece sustancialmente a un cerame-
tal. La masa fundida está constituida por uranio saturado que
25 se presenta como una masa porosa. La masa porosa está formada
típicamente de material finamente dividido o pulverizado que tie-
ne una presión de vapor mucho más baja que la del uranio que ha
de ser vaporizado. El uranio está saturado en la masa porosa y
se funde aplicando un haz electrónico en una línea o una serie
30 de puntos a lo largo de la superficie de la masa fundida. El

1 uranio fundido se vaporiza fácilmente por medio de la energía
del haz electrónico y sin embargo la presencia del material en
forma de partículas sirve para impedir la formación de corrientes
5 de convección del uranio fundido disminuyendo así las pérdidas
térmicas a partir de la región de aplicación del haz electrónico.
Además, la reducida transmisión de calor permite que el
uranio situado en la proximidad de las paredes del crisol permanezca
en estado sólido y por tanto menos corrosivo.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

10 Estas características, así como otras características
del invento se describirán más detalladamente en la siguiente
descripción del modo de realización preferido que se da más
adelante a título ilustrativo y sin carácter limitativo, y en los
dibujos adjuntos en los cuales:

15 La figura 1 es una ilustración general del aparato
utilizado para vaporizar una sustancia dotada de una alta temperatura
de vaporización de acuerdo con el invento; y

La figura 2 es una vista esquemática del aparato de
la figura 1 que incluye un aparato suplementario para enriquecimiento
20 del uranio.

DESCRIPCION DETALLADA DEL MODO DE REALIZACION PREFERIDO

De acuerdo con las enseñanzas del modo de realización preferido
del invento, se describe un aparato particularmente útil para asegurar
la vaporización de una materia con elevada temperatura de vaporización
25 (con relación al ambiente) con reducidas pérdidas térmicas y un
mejor rendimiento de funcionamiento. Esta mejora se obtiene suministrando
la masa fundida que ha de ser vaporizada bajo la forma de una combinación
de la sustancia que ha de ser vaporizada en una masa porosa de material
30 en forma de partículas que reduce la corriente de convección de la

1 sustancia fundida que ha de ser vaporizada y asegura una circu-
lación más lenta por efecto de mecha con el objeto de suminis-
trar el material que ha de ser vaporizado. Aunque se prefiere
5 emplear un material en forma de partículas para constituir la
masa porosa, puede emplearse en su lugar otras formas que permi-
ten obtener un obstáculo poroso a la circulación de la corrien-
te de convección. En la aplicación particular al enriquecimiento
isotópico con laser, se fotoexcita a continuación la sustan-
cia que ha de ser vaporizada por una radiación isotópicamente
10 selectiva. Ya que una pequeña parte de la materia en forma de
partículas se evapora, es importante que esta última materia no
presente una línea de absorción de ninguna de las energías fotó-
nicas utilizadas para la fotoexcitación, en la cual el material
excitado es el isotopo deseado.

15 En los dibujos se ilustra una estructura para llevar
a la práctica este procedimiento. Se presenta en la figura 1
una vista de conjunto de un sistema de vaporización de este ti-
po. Una placa de base 12 tiene un crisol de forma alargada 16
con una cubeta 18 soportada en la placa por un soporte en forma
20 general de viga en I 14. El crisol 16 para vaporización del ura-
nio está hecho típicamente de cobre y está dotado de una plurali-
dad de orificios de refrigeración 20 que lo atraviesan para dar
paso al líquido de refrigeración, tal como agua, que circula al
ser impulsada por un sistema que no se ilustra. Los orificios
25 20 están situados de manera general en la proximidad de las por-
ciones del crisol 16 que forman la cubeta 18. Una masa fundida
22 está dispuesta en la cubeta 18 del crisol 16 y esta masa fun-
dida es calentada por un haz electrónico 24 procedente de un fi-
lamento de forma alargada 26 situado en una fuente de haz elec-
trónico 28. Se ve además que la fuente 28 incluye una pantalla
30

1 30, una barra de ánodo 32 y una placa 34 con unos aisladores 35
que soportan la placa 34 a partir de la placa de base 12. El fi-
lamento 26 está soportado en sus extremos por una estructura de
soporte conductora 36 y la barra 32 está soportada de la misma
5 manera por una barra 38 en cada extremidad.

Un campo magnético generalmente paralelo a la dimen-
sión más larga de la superficie de difusión 22 y de la cubeta 18
se mantiene con una intensidad adecuada en la región del apar-
to de la figura 1 por medio de una estructura que puede verse en
10 la figura 2. Los electrones acelerados a partir del filamento
caliente 26 se encorvan en forma de arco alrededor de las líneas
magnéticas de inducción y se enfocan en una línea sobre la super-
ficie de la masa fundida 22. El filamento 26 se mantiene con
respecto al crisol 16 y al resto del aparato, a una tensión tal
15 que se obtenga un campo eléctrico de aceleración de los electro-
nes, de la manera que se describirá más adelante.

El modo de realización preferido del invento está
destinado a efectuar la vaporización del uranio metálico con el
objeto de obtener un flujo de vapor que se desplaza de manera ge-
20 neral en sentido radial encima de la línea de contacto del haz
electrónico 24 con la superficie de la masa fundida 22. A este
efecto, la masa fundida 22 está constituida por partículas de
tungsteno 42 finamente divididas o pulverizadas que están satu-
radas con uranio. Dicha mezcla puede formarse originalmente mez-
25 clando aproximadamente un peso y un porcentaje igual de tungste-
no pulverizado y de barras de uranio, estando constituida la par-
te superior de esta mezcla por las barras de uranio. Se efec-
túa inicialmente la fusión del contenido del crisol barriendo es-
te con un haz electrónico de potencia relativamente baja que se
30 desplaza de un lado al otro cambiando el campo magnético. Esto

1 permite que el uranio sature totalmente el tungsteno. Si la can-
tidad de uranio presente es insuficiente para que el uranio lí-
quido aparezca en la superficie, es posible añadir uranio suple-
5 mentario para obtener esta condición. La masa fundida, una vez
solidificada, puede parecerse a un cerametal. La solubilidad
del tungsteno en el uranio a la temperatura de evaporación es
tal que ningún sólido aparece en los puntos de impacto del haz.
El tungsteno forma una solución en esta región, pero a una dis-
tancia relativamente corta de la misma existe una fase mixta
10 hasta un punto situado cerca de la pared del crisol donde la tem-
peratura disminuye por debajo del punto de fusión del uranio.

Durante el funcionamiento, el haz electrónico 24 va
vaporiza progresivamente el uranio a partir de la zona totalmen-
te fundida donde se produce el impacto del haz. Conforme el ura-
15 nio situado en la proximidad inmediata de la línea de incidencia
del haz electrónico se evapora, la acción de mecha de la región
de fase mixta completa el suministro de uranio hasta reducir sus-
tancialmente el estado generalmente saturado del tungsteno.

En la aplicación relacionada con la vaporización del
20 uranio, el tungsteno en forma de partículas constituye una masa
porosa adecuada que produce un efecto de mecha en razón de su
temperatura de vaporización más elevada con relación a la del
uranio y su punto de fusión generalmente más alto. Esto hace
que aunque la mayor parte de la masa fundida esté constituida
25 por uranio fundido, las partículas de tungsteno 42 siguen en for-
ma generalmente sólida, salvo en los puntos donde funde cerca
de la línea del impacto del haz. La temperatura de vaporización
del tungsteno más elevada reduce su vaporización pero se produ-
ce sin embargo un cierto grado de vaporización del tungsteno y
30 se puede admitir que el vapor que se desprende contiene una pe-

1 queña cantidad de tungsteno conjuntamente con el vapor de uranio.
En estas condiciones es preferible, cuando se realiza una foto-
excitación isotópicamente selectiva del vapor que se desprende,
elegir líneas de absorción de excitación del uranio capaces de
5 excitar el isotopo de uranio deseado sin incluir una línea de ab-
sorción del tungsteno.

 Cuando el uranio se vaporiza, la acción de mecha de
las partículas de tungsteno mantiene un "nivel hidrostático" ge-
neralmente uniforme del uranio fundido en la masa fundida 22.
10 Cuando este disminuye en razón de la vaporización, el "nivel hi-
drostático" del uranio puede ser restablecido introduciendo ura-
nio en la masa fundida 22 a partir de una barra de alimentación
40. La barra de alimentación 40 puede fundirse encima de la ma-
sa fundida 22 por medio del calor que se desprende de esta úl-
14 tima. Un mecanismo de arrastre que se ilustra en la 2, se uti-
lizapara desplazar la barra 40 encima de la masa fundida 22 ya
sea manualmente, ya sea de manera automática. También puede des-
plazarse hacia el haz 24.

 La presencia de la masa porosa de material en forma
20 de partículas, que se ilustra por medio de las partículas 42 en
la masa fundida 22 de la figura 1, impide en gran parte la cir-
culación de las corrientes de convección en el uranio fundido.
Esta reducción de las corrientes de convección disminuye mucho
las pérdidas de calor a partir de la línea de incidencia del haz
25 electrónico 24 sobre la superficie de la masa fundida 22 y por
tanto mejora mucho el rendimiento del sistema de vaporización.
Además, la reducción del flujo de calor a partir del punto de in-
cidencia del haz electrónico 24 en el crisol 16 mantiene la par-
te del uranio situado en la masa fundida 22 en las zonas adyacen-
30 tes al crisol 18, en forma sólida. El uranio sólido es menos co

1 erosivo para las paredes de la cubeta del crisol 16, y por tan-
to la vida útil de esta última se alarga.

Se ha observado que utilizando el principio de una
masa de tungsteno en forma de partículas en un baño de uranio
5 fundido, se produce un importante incremento del rendimiento de
la vaporización conjuntamente con una tendencia a la concentra-
ción de la circulación del vapor directamente encima del metal
fundido en lugar de obtener una distribución más generalizada.
Se ha observado un incremento de casi dos órdenes de magnitud
10 del caudal de vapor utilizando tungsteno en partículas para va-
porizar uranio con un haz de 72 kw, y una superficie de 1 por
18 cm en la zona de impacto.

El invento ha sido descrito más arriba bajo la for-
ma de un modo de realización particular destinado a ser utili-
15 zado con uranio metálico como materia que ha de ser vaporizada.
Es evidente que pueden emplearse otros metales de la misma mane-
ra. Un ejemplo típico está constituido por la vaporización del
aluminio, en la cual la masa fundida 22 consiste en un carburo
de tántalo en forma de partículas saturado con aluminio metáli-
co. El carburo de tántalo tiene una temperatura de vaporización
20 más elevada que el aluminio y por tanto se mantiene en forma de
partículas sólidas aunque es probable que una parte llegue a fun-
dirse y a vaporizarse en el punto de impacto del haz.

Los criterios utilizados para elegir las materias
25 en forma de partículas preferidas son que deben tener tempera-
turas de fusión y de vaporización superiores a las del metal que
ha de ser vaporizado y que no deben reaccionar químicamente con
el metal a la temperatura de vaporización, ni con el crisol, ni
con cualquier materia con la cual pueda estar fabricado. Según
30 el metal que ha de ser vaporizado, puede preverse que el tungst-

1 teno, el tántalo y el niobio podrán ser empleados con esta fi-
nalidad. El tamaño de las partículas puede variar generalmen-
te de 10 micrones a 1 mm para obtener una independencia relati-
va del "nivel hidrostático" con el objeto de mantener una altu-
5 ra uniforme durante un largo tiempo a pesar del agotamiento de
bido a la vaporización, constituyendo sin embargo, una eficaz
barrera para las corrientes de convección. Como se representa
en la figura 2, este crisol 16 puede tener típicamente una lon-
gitud de un metro y una anchura de 10 cm aunque no existan li-
10 mitaciones esenciales para estas dimensiones.

Haciendo referencia ahora a la figura 2, el modo de
realización preferido del invento se ilustra esquemáticamente
y se describe más adelante en el contexto de un sistema que se
da a título de ejemplo y sin carácter limitativo, típicamente
15 un sistema para producir la ionización isotópicamente selecti-
va destinada al enriquecimiento del uranio. Como se ve esque-
máticamente en la figura 2, el aparato de evaporación de la fi-
gura 1 está contenido por unas paredes 50 que definen una cáma-
ra 52 en la cual se hace el vacío por medio de un sistema de
20 bomba de vacío 54 hasta una presión relativamente baja que pue-
de ser típicamente inferior a 10^{-3} torr, y preferentemente in-
ferior a 10^{-4} torr. El filamento 26 se calienta para que pue-
da emitir electrones por medio de una fuente de corriente de
filamentos 56 que puede proporcionar de manera típica 100 wa-
25 tios por centímetro de longitud del filamento 26. La fuente de
electrones del haz 24 está constituida por una fuente de co-
rriente de haz electrónico 58 que mantiene un potencial de 30
Kv entre el filamento 26 y el crisol 16 con una corriente de
aproximadamente 0,13 amperios/cm de longitud del filamento 26.
30 La fuente de corriente 58 mantiene una carga positiva en el cri-

1 sol 16 con relación al filamento 26. Alrededor de las paredes
50 de la cámara 52 se halla una multiplicidad de bobinas axial
mente separadas que incluyen la bobina 60 adaptada para mantener
un campo magnético 62 en la región del crisol 16 y en particu-
5 lar del haz electrónico 24, para desviar y concentrar el haz so-
bre una línea situada sobre la superficie del uranio fundido 22.
A este efecto, puede utilizarse un campo de aproximadamente
150 gauss.

La barra de alimentación de uranio 40 está controla-
10 da por un dispositivo de alimentación 62 que funciona en res-
puesta a una señal procedente de un sistema de detección 64 que
detecta por medio de detectores 66 el cambio de peso de la ma-
sa fundida 22. Los detectores 66 pueden estar situados en cual-
quier emplazamiento adecuado.

15 Directamente encima de la masa fundida 22, típicamen-
te a una distancia de 10 cm, se halla una estructura de ioniza-
ción y separación 70 a la cual se aplica una radiación laser
isotópicamente selectiva y en la cual se emplean fuerzas magne-
to-hidrodinámicas de campo cruzado para separar las partículas
20 ionizadas.

A la luz del modo de realización preferido del in-
vento que se acaba de describir, los peritos en esta materia
podrán idear modificaciones y variantes a la estructura descri-
ta sin salirse del espíritu del invento. Por tanto, el alcan-
25 ce del invento está limitado solamente por las reivindicaciones
que siguen.

En resumen, la presente Patente de invención que se
solicita deberá recaer en las siguientes:

REIVINDICACIONES

30 1.) Aparato para vaporizar una materia con el obje-

M

1 to de establecer una circulación de vapor a partir de la misma,
que incluye:

un recipiente para la materia que ha de ser vaporizada;

5 una masa fundida situada en dicho recipiente y que
está constituida por:

una mezcla de dicho material que ha de ser vaporizado; y una masa porosa;

10 un dispositivo para calentar dicha masa fundida en
una región con el objeto de licuar dicha materia que ha de ser
vaporizada en una zona situada alrededor de dicha región y va-
porizar dicha materia a partir de una parte de la región licuada;

15 constituyendo la masa porosa un obstáculo a las corrientes de convección en la materia licuada.

2.) Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha masa porosa tiene una presión de vapor baja en comparación con la materia que ha de ser vaporizada, a la temperatura a la cual se vaporiza dicha materia que ha de ser vaporizada.

3.) Aparato según la reivindicación 2, caracterizado porque dicha materia es uranio y dicha masa porosa es tungsteno.

4.) Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha masa porosa se licua en la región de la materia licuada.

5.) Aparato según la reivindicación 4, caracterizado porque la masa fundida incluye una región de fases mixtas, en la cual dicha materia está licuada y dicha masa porosa está solidificada.

30

MCE

1 6.) Aparato según la reivindicación 5, caracteriza-
do porque la materia y la masa porosa del baño fundido se soli-
difican cerca de la región adyacente a dicho recipiente.

5 7.) Aparato según la reivindicación 6, caracteriza-
do porque dicho recipiente incluye cobre y dicha materia inclu-
ye uranio.

8.) Aparato según la reivindicación 1, caracteriza-
do además porque incluye un dispositivo para completar el sumi-
nistro de dicha materia destinada a ser vaporizada en la región
10 donde está fundida.

9.) Aparato según la reivindicación 8, caracteriza-
do además porque incluye un dispositivo para detectar la reduc-
ción de la cantidad de dicha materia que ha de ser vaporizada
y para hacer funcionar dicho dispositivo de relleno en respues-
15 ta a esta detección.

10.) Aparato según la reivindicación 8, caracteriza-
do porque el dispositivo para completar el suministro de mate-
ria incluye un dispositivo para desplazar una barra maciza de
dicha materia encima del baño fundido para producir la fusión
20 de una parte de la barra.

11.) Aparato según la reivindicación 1, caracteriza-
do porque dicha materia que ha de ser vaporizada incluye alumi-
nio y dicha masa porosa incluye carburo de tántalo en forma de
partículas.

25 12.) Aparato según la reivindicación 1, caracteriza-
do porque dicha masa porosa incluye una materia en forma de par-
tículas que tiene una presión de vapor reducida en el punto de
vaporización de dicha materia que ha de ser vaporizada.

30 13.) Aparato según la reivindicación 1, caracteriza-
do porque dicho recipiente incluye un crisol en forma de cube-

ME

1 taque está dotado de una multiplicidad de conductos de enfria-
miento destinados a dar paso a un fluido de refrigeración.

5 14.) Aparato según la reivindicación 1, caracteriza-
do porque incluye además un dispositivo para ionizar con selec-
tividad isotópica la materia que se evapora de dicha masa fun-
dida.

10 15.) Aparato según la reivindicación 1, caracteriza-
do porque el dispositivo de calentamiento incluye unos medios
para aplicar un haz electrónico a una superficie de la masa fun-
dida.

16.) Aparato según la reivindicación 15, caracteriza-
do porque el haz electrónico se aplica de manera lineal sobre
la superficie de la masa fundida.

15 17.) Aparato según la reivindicación 16, caracteriza-
do porque la densidad de la energía del haz electrónico es igual
aproximadamente por lo menos a 4 kW/cm de la longitud del haz
aplicado.

20 18.) Aparato según la reivindicación 17, caracteriza-
do porque la materia está constituida por uranio elemental y la
masa porosa está constituida por tungsteno en forma de partícu-
las.

25 19.) Aparato según la reivindicación 1, que incluye:
un crisol refrigerado;
una masa fundida contenida en dicho crisol que inclu-
ye una mezcla de uranio elemental y de tungsteno en forma de par-
tículas;
estando incluida una cantidad suficiente de uranio ele-
30 mental en la masa fundida para que el uranio llegue a la super-

MGE

1 ficie de la masa fundida;

un dispositivo para aplicar un haz electrónico a la
masa fundida dentro del crisol con el objeto de calentar la ma
sa fundida de modo que el uranio y el tungsteno se presenten
5 en forma fundida en la región de impacto del haz electrónico,
en forma de uranio y tungsteno sólidos en la región adyacente
al crisol y bajo la forma de fase mixta de uranio fundido y
tungsteno sólido en los demás puntos;

10 incluyendo la región de fase mixta una porción sus-
tancial de la masa fundida para asegurar un obstáculo a las co-
rrientes de convección en el uranio fundido.

20.) Aparato según la reivindicación 19, caracteriza
15 do porque incluye un dispositivo para mantener de manera gene-
ral el nivel del uranio en la región de fase mixta, de tal ma-
nera que el uranio llegue a la superficie de la masa fundida.

21.) Aparato según la reivindicación 19, caracteriza
20 do porque incluye un dispositivo para aplicar un haz de energía
a una superficie de dicha masa fundida con el objeto de calen-
tarla localmente a la temperatura de vaporización del uranio.

22.) Se reivindica por último como objeto sobre el
que ha de recaer la patente de invención que se solicita: APA
25 RATO PARA VAPORIZAR UNA MATERIA CON EL OBJETO DE ESTABLECER
UNA CIRCULACION DE VAPOR A PARTIR DE LA MISMA.

30

MGE

1

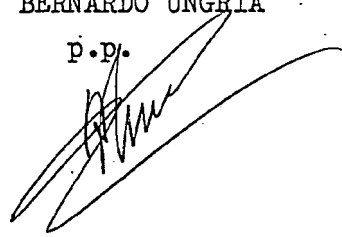
Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de dieciseis páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

5

Madrid, 9 e Octubre de 1975

BERNARDO UNGRIA

p.p.



10

15

20

25

30



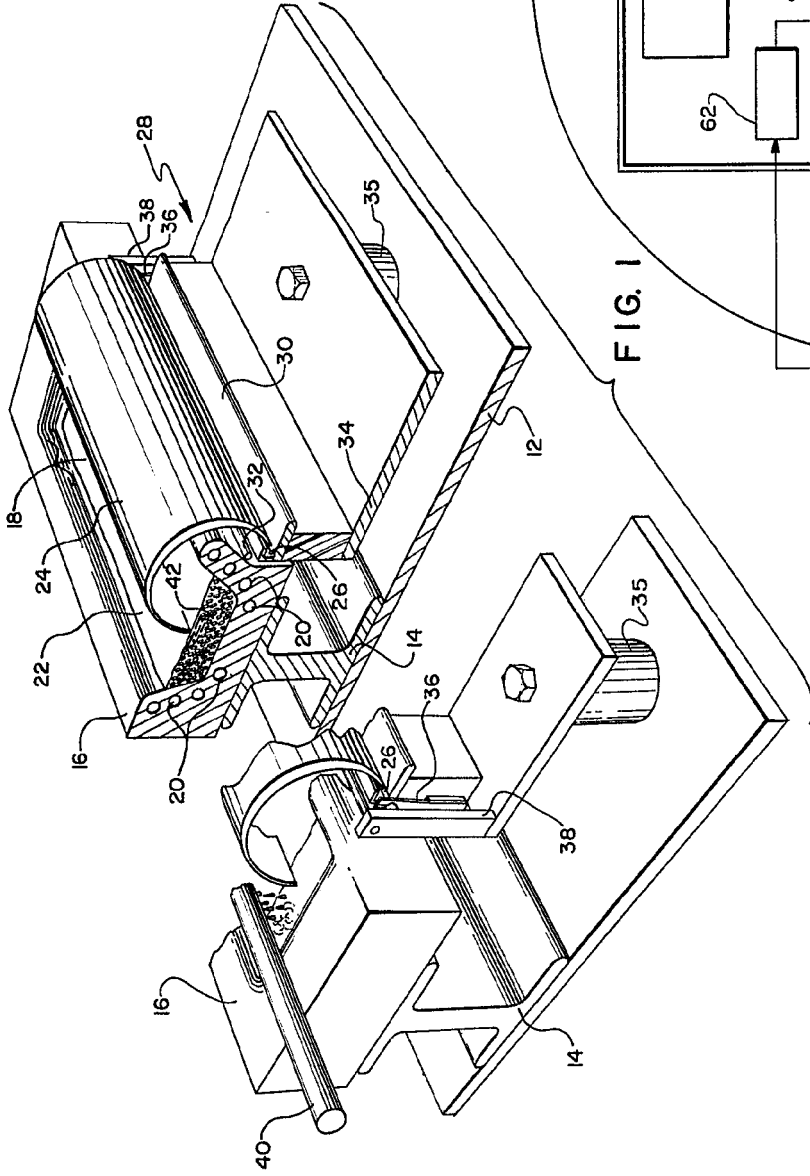


FIG. 1

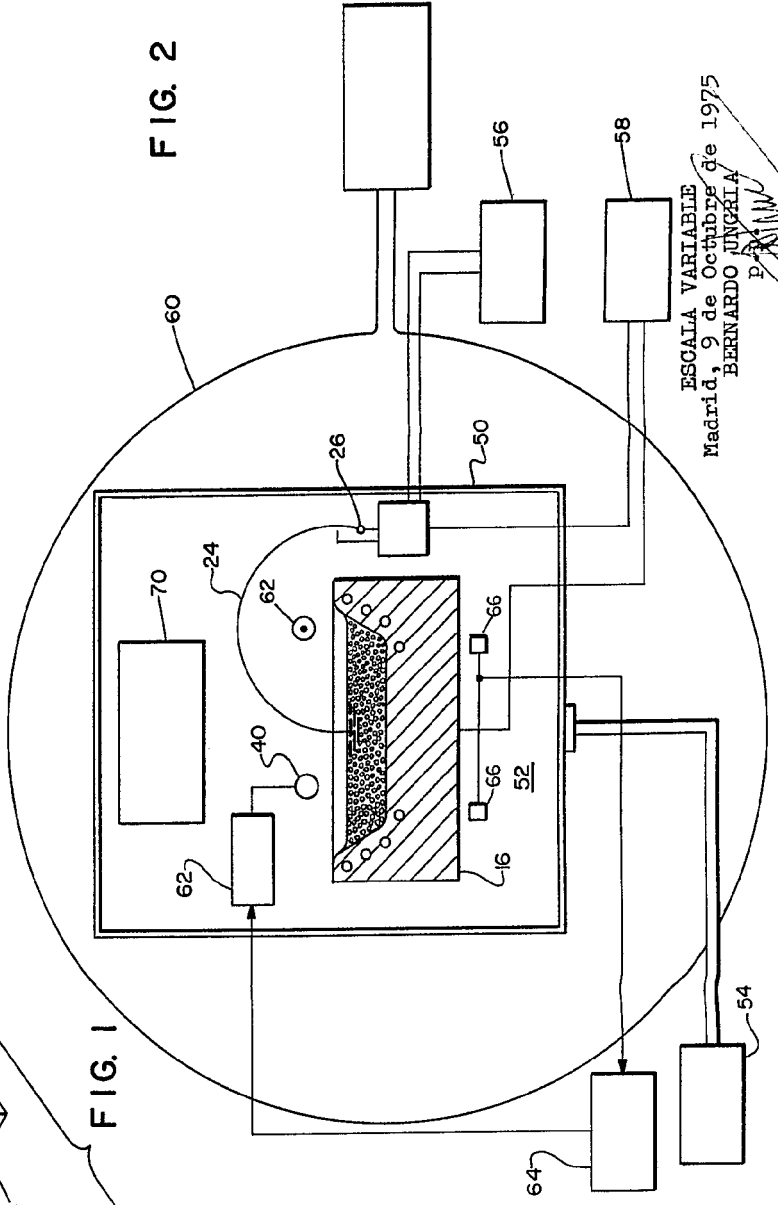
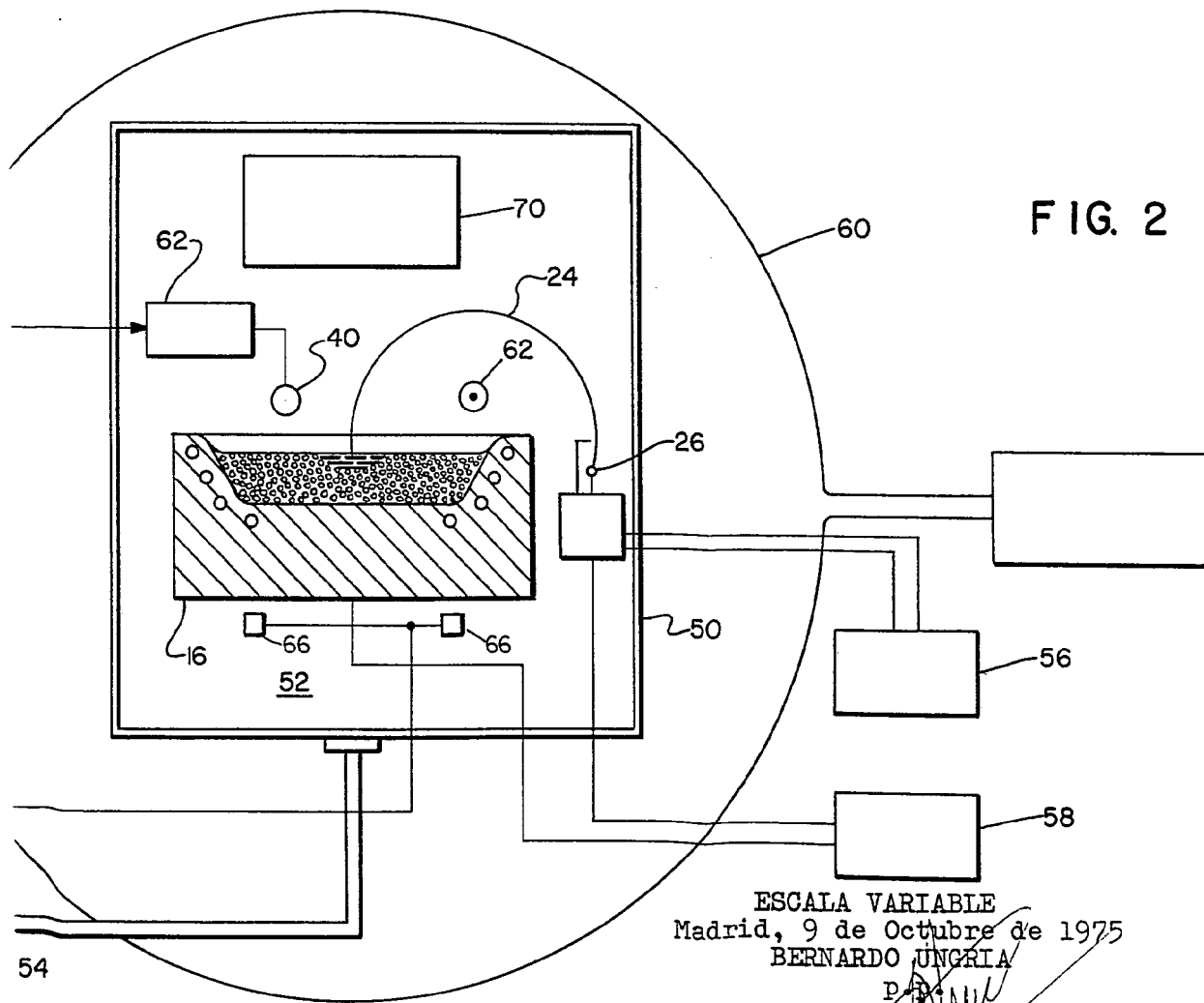
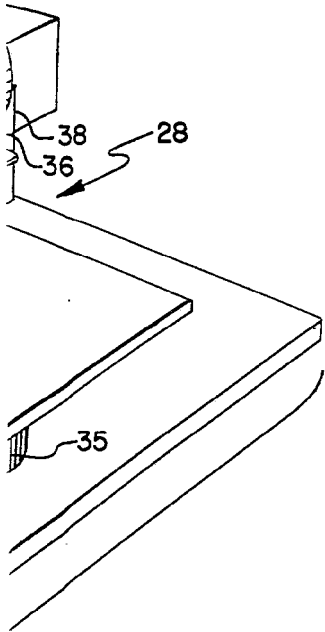


FIG. 2

ESCALA VARIABLE
 Madrid, 9 de Octubre de 1975
 BERNARDO JUNGCLA

P. 3



ESCALA VARIABLE
Madrid, 9 de Octubre de 1975
BERNARDO JUNGRIA