

P - 46.100

M 3702.54

384812

SECCION TECNICA  
CLASIFICACION I.P.C.  
CLASE C08 B29  
G G

Memoria descriptiva

28 NOV 1970



384812

para solicitar PATENTE DE INVENCION en ESPAÑA por 20 años

a nombre de REEVES BROTHERS, INC.

entidad / de nacionalidad norteamericana

con domicilio en 1071 Avenue of the Americas, Nueva York,  
N.Y., Estados Unidos de América

por: "UN PROCEDIMIENTO PARA MODIFICAR ESPUMA DE POLIURETANO  
QUE TIENE MEMBRANAS CELULARES"  
(Clase Internacional B29g C08g)

24.11.70

384812

28 NOV.



### Introducción

Este invento se refiere a la reticulación de espuma polimérica y, más particularmente, a la reticulación hidrodinámica de espuma de poliuretano de manera tal que  
5 sustancialmente todas las membranas celulares de la espuma son rotas sin dañar la estructura de esqueleto de la espuma.

### Desarrollo de espumas de poliuretano reticuladas

La espuma de poliuretano se forma por la reacción  
10 de un poliisocianato y de un poliéster o de un poliéter juntamente con agua y otros diversos materiales. El gas de dióxido de carbono, que es generado durante la reacción, bien sea solo o juntamente con un líquido inerte de bajo punto de ebullición que se evapora a la temperatura de  
15 reacción, provoca que la mezcla de reacción se espume y adopte la estructura celular característica del producto final. La estructura de espuma celular incluye típicamente un retículo tridimensional de nervios o salientes de esqueleto interconectados que definen una multiplicidad  
20 de celdas individuales delgadas. Las membranas diáfanas que se forman inherentemente durante la reacción de formación de espuma se estiran entre los nervios de esqueleto interconectados de muchas de estas celdas. Dichas membranas o "ventanas" de celda perjudican la permeabilidad a  
25 los fluidos de la espuma y proporcionan superficies reflectoras de la luz que afectan desfavorablemente la idoneidad de la espuma para muchas utilidades finales. Por ejemplo, la permeabilidad a los fluidos es una propiedad esencial para una espuma de poliuretano que es utilizada  
30 como filtro; también, cuando la espuma de poliuretano



es estratificada sobre tejidos de peso ligero o de ondulación abierta, la presencia de membranas reflectoras de la luz provoca un efecto de centelleo que hace desmerecer el aspecto del producto estratificado. Correspondientemente, para tales aplicaciones, es deseable que las membranas de celda sean eliminadas de la estructura de espuma sin perjudicar de modo indebido otras propiedades de la espuma.

Por las razones antedichas, se han desarrollado diversas técnicas para eliminar las membranas de celdas de la espuma para obtener una estructura reticulada.

#### A. Reticulación con álcalis

Anteriormente, se ha intentado reticular espuma de poliuretano lixiviándola en una solución de álcali cáustico. Aunque este método disuelve eficazmente de modo sustancial todas las membranas celulares, la solución cáustica ataca también los nervios de esqueleto con el resultado de que la espuma reticulada exhibe una disminución sustancial de densidad juntamente con propiedades físicas dañadas. Adicionalmente, la reticulación con álcalis es un proceso lento y tedioso que requiere no solamente exposición prolongada de la espuma a la solución cáustica bajo condiciones cuidadosamente controladas, sino también un subsiguiente tratamiento para eliminar vestigios de la solución cáustica.

#### B. Reticulación térmica

Otro método para reticular espuma de poliuretano implica colocar la espuma en una cámara cerrada herméticamente y después de esto aumentar y disminuir la presión de la atmósfera en la cámara en sucesión rápida. Como

384812

28.11.70



quiera que el aumento de presión se efectúa reduciendo el volumen de la cámara, el consiguiente aumento rápido de la temperatura hace que fundan las membranas celulares. Sin embargo, desde un punto de vista comercial, este método  
5 tiene la desventaja de ser un procedimiento discontinuo e incapaz de ser practicado de un modo continuo. Además, la exposición de la espuma a temperaturas elevadas, no obstante transitorias, puede dar como resultado decoloración y perjuicio de propiedades físicas.

10 C. Otras técnicas de reticulación

En otros procedimientos conocidos de reticulación, la espuma de poliuretano es cerrada herméticamente en una cámara en la que es sometida a combustión controlada de un material explosivo que destruye membranas celulares por  
15 la acción combinada de calor y de ondas de choque. Igual que la técnica de reticulación térmica, este método no puede ser practicado de una manera continua y puede afectar desfavorablemente el aspecto y las propiedades del producto final. Adicionalmente, dado que esta técnica anterior requiere el uso de fuerza explosiva, se presenta  
20 un grave riesgo para la seguridad.

Intentos insatisfactorios adicionales de reticular espuma de poliuretano incluyen ablandamiento con disolventes, aplastamiento físico y perforación con cepillos. No existe ninguna técnica en el ramo anterior que  
25 realice la reticulación de una manera rápida, continua y económica sin afectar indebidamente propiedades físicas deseadas.

Especificación del invento

30 El presente invento crea un procedimiento para

384812



modificar espuma de poliuretano que tiene membranas celu-  
lares para lograr una estructura de espuma reticulada en  
que una fuerza hidrodinámica es aplicada al menos una su-  
perficie de una lámina de espuma. La fuerza aplicada es  
5 de magnitud suficiente para romper sustancialmente todas  
las membranas celulares sin destruir la estructura de es-  
queleto de la espuma; se pretende que la fuerza hidrodiná-  
mica sea suministrada por un chorro de agua incidente.  
Preferiblemente, la lámina de espuma es estirada en al me-  
10 nos una dirección antes de aplicar la fuerza hidrodinámi-  
ca, dado que las membranas celulares estiradas tienen una  
resistencia a la rotura disminuída.

El presente procedimiento se puede practicar de  
una manera continua para producir de modo económico una es-  
15 puma reticulada que tiene propiedades físicas que difieren  
de modo mínimo de las de la espuma no reticulada. Cuales-  
quiera de tales diferencias son atribuibles de modo prin-  
cipal a la eliminación de las membranas en lugar de a los  
desfavorables cambios físicos o químicos en la estructu-  
20 ra de nervios de esqueleto.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva de un  
aparato para practicar el procedimiento del presente invento;

25 La figura 2 es una reproducción gráfica de una  
muestra de espuma de poliuretano antes de la reticulación; y

La figura 3 es una reproducción gráfica de la  
muestra de espuma de poliuretano subsiguientemente a la re-  
ticulación de acuerdo con el procedimiento del presente in-  
vento.

384812

28



Parámetros básicos del procedimiento

En el procedimiento del presente invento, una lámina de espuma de poliuretano que tiene membranas celulares es modificada para lograr una estructura de espuma reticulada por aplicación de una fuerza hidrodinámica. La lámina de espuma puede tener cualquier longitud y anchura apropiadas que se requieran para la utilización definitiva considerada, pero el espesor de la lámina no deberá ser superior generalmente a 6,5 mm dado que los aparatos actualmente disponibles son capaces de suministrar una fuerza hidrodinámica apropiada sólo hasta una profundidad de aproximadamente 3 mm. Las láminas de espuma que tienen un espesor de aproximadamente 6,5 mm pueden ser reticuladas satisfactoriamente aplicando la fuerza hidrodinámica de modo sucesivo a superficies opuestas. La limitación de espesor no es una característica inherente del procedimiento sino que más bien refleja el presente grado de desarrollo de los aparatos. Tampoco dicha limitación constituye un obstáculo para la realizabilidad práctica de la reticulación hidrodinámica dado que el espesor de espuma deseado en utilizations definitivas convenientes se encuentra usualmente bien dentro del presente límite de 6 mm.

El estirado de la lámina de espuma en al menos una dirección antes de aplicar la fuerza hidrodinámica reduce la resistencia a la rotura de las membranas celulares y facilita la reticulación. Cualquier cantidad de estirado rendirá resultados mejorados, definiendo el máximo el alargamiento definitivo (es decir el alargamiento en la rotura) de la espuma; más específicamente, no obstante, se



ha encontrado que aproximadamente 100% de alargamiento de la lámina de espuma de poliuretano es suficiente para obtener los beneficios de resistencia a la rotura disminuída. En la práctica, la espuma es transportada a lo largo de una trayectoria previamente determinada durante el proceso y, correspondientemente, lo más conveniente es estirarla en la dirección de movimiento. No obstante, se considera que la espuma puede ser estirada en la dirección transversal, o en cualquier otra dirección, en lugar de o en unión con el estiramiento en la dirección de movimiento.

El criterio primario para la fuerza hidrodinámica que ha de ser aplicada a las superficies de espuma, es que ésta sea suficiente para romper sustancialmente todas las membranas celulares sin destruir la estructura de esqueleto de la espuma. Preferiblemente, dicha fuerza hidrodinámica es aplicada haciendo incidir un chorro de agua sobre al menos una superficie de la espuma. Aunque la magnitud de la fuerza aplicada puede ser regulada a la vez ajustando la presión a la salida de una tobera apropiada y haciendo variar el caudal, se ha encontrado que son más probables de lograr resultados satisfactorios cuando el chorro de agua incidente sale de la tobera a una presión de al menos aproximadamente  $1,4 \text{ kg/cm}^2$  manométricos. Adicionalmente, se considera que el chorro de agua puede incidir sobre la espuma en forma de una corriente continua o en forma de impulsos, y que se pueden emplear una pluralidad de chorros que pueden ser estacionarios o pueden ser hechos alternar en forma de un dibujo o diseño predeterminado. El criterio a este respecto es que toda la superficie de la espuma sea sometida a una fuerza hidrodinámica.

384812

20



mica uniforme eficaz.

Aparatos de reticulación hidrodinámica

Refiriéndose a la figura 1, aparatos apropiados para practicar el presente procedimiento de reticulación hidrodinámica comprenden un bastidor 10 sobre el que está montado rotatoriamente un rodillo de soporte 11. La superficie circunferencial del rodillo de soporte 11 está definida por un tamiz de malla abierta 12. Primeros y segundos pares de rodillos de presión accionados 14a, 14b y 15a, 15b están montados de modo rotatorio sobre el bastidor 10 y están dispuestos sobre uno cualquiera de los lados del rodillo de soporte 11. Los ejes de rotación de cada uno de los rodillos de presión 14a, 14b, 15a, 15b son paralelos entre sí y al eje de rotación del rodillo de soporte 11. Adicionalmente, los ejes de rotación de los rodillos de presión de cada par (por ejemplo los 14a, 14b) se encuentran en un plano vertical común. Preferiblemente, la superficie circunferencial superior del rodillo de soporte 11 está dispuesta aproximadamente en el mismo plano que las superficies de contacto entre cada serie de rodillos de presión 14a, 14b y 15a, 15b. Expandores de aletas 17, 18 están montados sobre el bastidor 10 adyacentemente a rodillos de presión 15a, 15b.

Las bombas 21, 22 suministran agua, a aproximadamente  $7 \text{ kg/cm}^2$  manométricos a través de las conducciones 23, 24 respectivamente al distribuidor 25 que está dispuesto adyacente a y directamente por encima de la superficie circunferencial superior del rodillo de soporte perforado 11. Cada bomba 21, 22 tiene una capacidad de aproximadamente 6000 litros por minuto. El agua es impul-



sada bajo presión a través de toberas 27 que se extienden aguas abajo desde el distribuidor 25 y que están dispuestas en forma de un dibujo o diseño apropiado para obtener reticulación uniforme de la espuma de poliuretano que ha de ser tratada. Un depósito 31 está dispuesto por debajo del rodillo de soporte 11 para recoger el agua que ha salido de las toberas 27 en forma de chorros con elevada velocidad. Este agua es hecha recircular desde el recipiente 31 a las bombas 21, 22 a través de conducciones de retorno 32 (no se muestra la conducción de retorno para la bomba 22). Las conducciones de derivación 34, 35, respectivamente, que incluyen válvulas de retención 36, 37 respectivamente, proporcionan una conexión entre los lados de entrada y de salida de las respectivas bombas 21, 22. Esta característica permite que las bombas continúen en funcionamiento incluso en el caso en que se desee disminuir la presión en el distribuidor 25 con el fin de efectuar ajustes en uno cualquiera de los rodillos o en otros componentes.

En funcionamiento, una lámina de espuma de poliuretano 40 que tiene membranas celulares es alimentada desde un rodillo de suministro 41 a lo largo de una trayectoria previamente determinada, de modo sucesivo, a través de la primera serie de rodillos de presión accionados 14a, 14b; por encima de la superficie circunferencial superior del rodillo de soporte perforado 11; a través de la segunda serie de rodillos de presión accionados 15a, 15b; sobre los expansores de aletas 17, 18; y, finalmente, sobre el rodillo de recogida 42. Las series respectivas de rodillos de presión 14a, 14b y 15a, 15b son accionadas

384812

31



a diferentes velocidades para provocar el estirado de la porción de lámina de espuma 40 que pasa entre ellas, para disminuir la resistencia a la rotura de las membranas celulares. Chorros de agua a elevada velocidad salen de las toberas 27 para incidir sobre la superficie de espuma cuando ésta pasa por encima del rodillo de soporte 11; los chorros incidentes aplican una fuerza hidrodinámica suficiente para romper sustancialmente todas las membranas celulares sin destruir la estructura de esqueleto de la espuma 40. El rodillo perforado 11 proporciona soporte suficiente para la espuma 40 para impedirle desgarrarse bajo los esfuerzos hidrodinámicos, pero al mismo tiempo permite con facilidad el paso de agua a través de la espuma 40 y dentro del recipiente 31. Aunque la lámina de espuma 40 se relaja después de pasar a través de la segunda serie de rodillos de presión 15a, 15b y tiende a volver a su configuración no estirada, pasa sobre los expansores de aletas 17,18 que ayudan a restaurar la anchura de espuma que se había contraído durante la operación de estiramiento. La lámina de espuma 40, ahora reticulada, es enrollada sobre el rodillo de recogida 41. Se considera también que la lámina de espuma 40 sea sometida a una operación de secado que se puede llevar a cabo de manera conveniente antes de que la lámina de espuma 40 sea enrollada sobre el rodillo de recogida 41.

Propiedades comparativas de espuma reticulada hidrodinamicamente.

La figura 2 es una reproducción gráfica con un aumento de 100 veces de una lámina de espuma de poliuretano del tipo de poliéster que tiene un espesor de aproximadamente



2,25 mm. con un número de celdas de aproximadamente 88 P. P.I. Son claramente visibles tanto el retículo tridimensional característico de nervios de esqueleto interconectados que definen las muchas celdas delgadas y las membranas diáfnas que se extienden entre los nervios de esqueleto de muchas de las celdas.

La figura 3 es una reproducción gráfica con 100 aumentos de la misma muestra de espuma subsiguientemente a la reticulación de acuerdo con el presente procedimiento hidrodinámico. Es fácilmente observable la ausencia de las membranas celulares, siendo visibles sólo residuos estriados sobre los nervios de esqueleto. De modo significativo, la estructura de esqueleto de la espuma resulta estar completamente intacta.

La Tabla I siguiente es una comparación de antes/ después que ilustra el efecto de la reticulación hidrodinámica sobre las propiedades físicas de espuma de poliéster-poliuretano, tal como se determina experimentalmente con 5 muestras de espuma con diferentes espesores y con diferentes tamaños de poros.



31

384812

T A B L A I

Muestra	A	B	C	D	E
Espesor de la espuma (mm)	1,25	1,5	2,25	3,125	2,325
Tamaño de las celdas (poros/25 mm)	50	62	58	56	68
Densidad (g/litro)	27,36/25,92	27,84/26,56	25,12/25,76	27,04/27,36	26,56/28,64
Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	1,897/1,54	2,086/2,191	2,688/2,534	2,583/2,849	2,359/2,093
Alargamiento (%)	285/275	310/320	330/335	340/350	295/320
Compresión-de formación. (g/cm <sup>2</sup> )	23,1/12,6	21,7/14,7	28/15,4	27,3/19,6	17,5/14,7
Porosidad (litros/min.)	36,79/152,84	25,47/121,69	22,64/138,67	48,11/104,71	76,41/147,16



#### A. Densidad

Como quiera que el material celular es eliminado de la estructura de espuma, se ha de esperar una disminución de densidad de la espuma reticulada si se la compara con la espuma no reticulada. Dado que la reticulación hidrodinámica no afecta a la estructura de esqueleto de la espuma, los cambios de densidad son muy pequeños y, algunas veces, son tan pequeños que no serían incluso discernibles por las técnicas de medición empleadas en los experimentos de la tabla I. En general, sin embargo, se ha encontrado que la espuma reticulada hidrodinámicamente exhibe una pérdida media de densidad no mayor de aproximadamente 2% cuando se compara con la espuma no reticulada.

#### 15 B. Resistencia a la tracción

La eliminación de las membranas celulares también da como resultado necesariamente una pérdida de resistencia a la tracción. Sin embargo, dicha pérdida es mantenida en un mínimo por el proceso hidrodinámico y no afecta desfavorablemente la utilidad global de la espuma reticulada.

#### 20 C. Deformación por compresión

La deformación por compresión de espuma de poliuretano es determinada por la presión que se debe ejercer para comprimir la espuma hasta 25% de su grueso original. La magnitud relativa de este número indica el grado de blandura de la espuma. La Tabla I muestra que una espuma de poliuretano reticulada hidrodinámicamente es sustancialmente más blanda que una espuma no reticulada, un atributo que es deseable cuando la utilización definitiva

384812

28



considerada es para estratificados de espuma-tejido.

D. Porosidad

Para que la espuma de poliuretano sirva como filtro, debe ser permeable a fluidos. Dicha permeabilidad o  
5 porosidad es medida por el volumen de aire a presión constante que fluye a través de una muestra de tamaño normalizado. La tabla I ilustra la eficacia de reticulación hidrodinámica que elimina las membranas celulares, que de otro modo impedirían el flujo de fluidos a través de la estructura de espuma.  
10

E. Estratificación a la llama

Cada año muchos cientos de millones de metros de espuma de poliuretano del tipo de poliéster son estratificados sobre materiales textiles y otros materiales. Un  
15 gran porcentaje de dichos estratificados son producidos por el procedimiento de estratificación a la llama descrito y reivindicado en las patentes U.S.A. de John W. Dickey número 2.957.793 de 25 de octubre de 1960 y Re. 25.493 de 10 de diciembre de 1963. La estratificación a la llamada como resultado inherentemente una reducción de  
20 espesor de la espuma a causa de la acción de una llama de gas incidente que descompone térmicamente la superficie de la espuma. Por razones económicas, es deseable hacer mínima dicha reducción de espesor o "combustión". Aunque  
25 las espumas reticuladas requieren "combustión" acrecentada para lograr una resistencia de unión igual a la de la espuma no reticulada, dicho aumento es muy pequeño. Por ejemplo, porciones tratadas y no tratadas de muestra de espuma "B" de la tabla I fueron estratificadas a la llama  
30 tejido tricotado de acetato de celulosa bajo condiciones



de estratificación idénticas. Ambas muestras tenían una resistencia de unión de 8,9 kg/m, mientras que la combustión de las muestras no reticuladas era de 0,475 mm comparada con 0,50 mm para la muestra de espuma hidrodinámicamente reticulada. De modo significativo, el estratificado de espuma no reticulada mostró muchas pequeñas zonas de centelleo a través del tejido a causa de la reflexión de la luz desde membranas celulares mientras que el estratificado de espuma hidrodinámicamente reticulada, cuando se vé bajo las mismas condiciones de iluminación presentaba un aspecto plano sin centelleo a través del tejido.

#### F. Espuma de poliéster

La reticulación hidrodinámica es también eficaz para espuma de poliéster-poliuretano. La tabla II siguiente es una comparación de antes/después que ilustra el efecto de la reticulación hidrodinámica sobre las propiedades físicas de una muestra de espuma de poliéster-poliuretano.

20

Tabla II

Espesor de la espuma (mm)	6,25
Densidad (gramos/litro)	25,6/25,6
Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	0,994/0,973
25 Alargamiento (%)	125/115
Compresión - Deformación (g/cm <sup>2</sup> )	36,4/26,6
Porosidad (litros/minuto)	84,9/161,31

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América el 18 de Noviembre

30

384812 28



de 1970 bajo el N<sup>o</sup>. 877.740, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

#### REIVINDICACIONES

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

10 1.- Un procedimiento para modificar espuma de poliuretano que tiene membranas celulares, para conseguir una estructura de espuma reticulada, que comprende aplicar una fuerza hidrodinámica a la espuma, siendo suficiente la fuerza para romper sustancialmente todas las membranas celulares sin destruir la estructura de esqueleto  
15 de la espuma.

20 2.- Un procedimiento para modificar espuma de poliuretano que tiene membranas celulares para conseguir una estructura de espuma reticulada que comprende hacer incidir un chorro de agua sobre al menos una superficie de una lámina de espuma de poliuretano para aplicar una fuerza hidrodinámica suficiente para romper sustancialmente todas las membranas celulares sin destruir la estructura de esqueleto de la espuma.

25 3.- Un procedimiento según la reivindicación 2, en el que la espuma reticulada se caracteriza por un cambio de densidad no mayor de aproximadamente 2% en comparación con la espuma sin reticular.



4.- Un procedimiento según la reivindicación 2, en el que el chorro de agua incidente sale de una tobera a una presión de al menos aproximadamente  $1,40 \text{ kg./cm}^2$  manométricos y choca contra la superficie de la espuma con una fuerza suficiente para romper sustancialmente todas las membranas celulares sin destruir la estructura de esqueleto de la espuma.

5.- Un procedimiento según la reivindicación 2, en el que el chorro de agua es hecho incidir sobre la lámina de espuma de poliuretano en forma de impulsos.

6.- Un procedimiento según la reivindicación 2, que incluye además estirar la lámina de espuma en al menos una dirección antes de hacer incidir el chorro de agua sobre la superficie de la espuma, teniendo las membranas celulares estiradas una resistencia disminuida a la rotura por la fuerza hidrodinámica aplicada.

7.- Un procedimiento según la reivindicación 6, en el que la lámina de espuma es estirada en dos direcciones.

8.- Un procedimiento según la reivindicación 6, en el que la lámina de espuma es estirada hasta por debajo de su alargamiento a la rotura.

9.- Un procedimiento para modificar espuma de poliuretano que tiene membranas celulares, para conseguir una estructura de espuma reticulada, que comprende las operaciones de (a) formar una lámina de espuma de poliuretano que tiene un espesor no mayor de aproximadamente 6,25 mm., (b) estirar la lámina de espuma en al menos una dirección para disminuir la resistencia a la rotura de las membranas celulares; y (c) hacer incidir un chorro de

ME

38481228 NOV



5 agua sobre al menos una superficie de la lámina de espuma de poliuretano para aplicar una fuerza hidrodinámica suficiente para romper sustancialmente todas las membranas celulares sin destruir la estructura de esqueleto de la espuma.

10. - Un procedimiento según la reivindicación 9, en el que el chorro de agua se hace incidir sobre la lámina de espuma de poliuretano en forma de impulsos.

10 11. - Un procedimiento para modificar espuma de poliuretano que tiene membranas celulares.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña y con los fines que se han especificado.

15 Esta Memoria consta de dieciocho hojas escritas a máquina por una sóla cara.

Madrid, 28 NOV. 1970  
P. A.

25.11.70

BPD/.

386919

FIG. 1

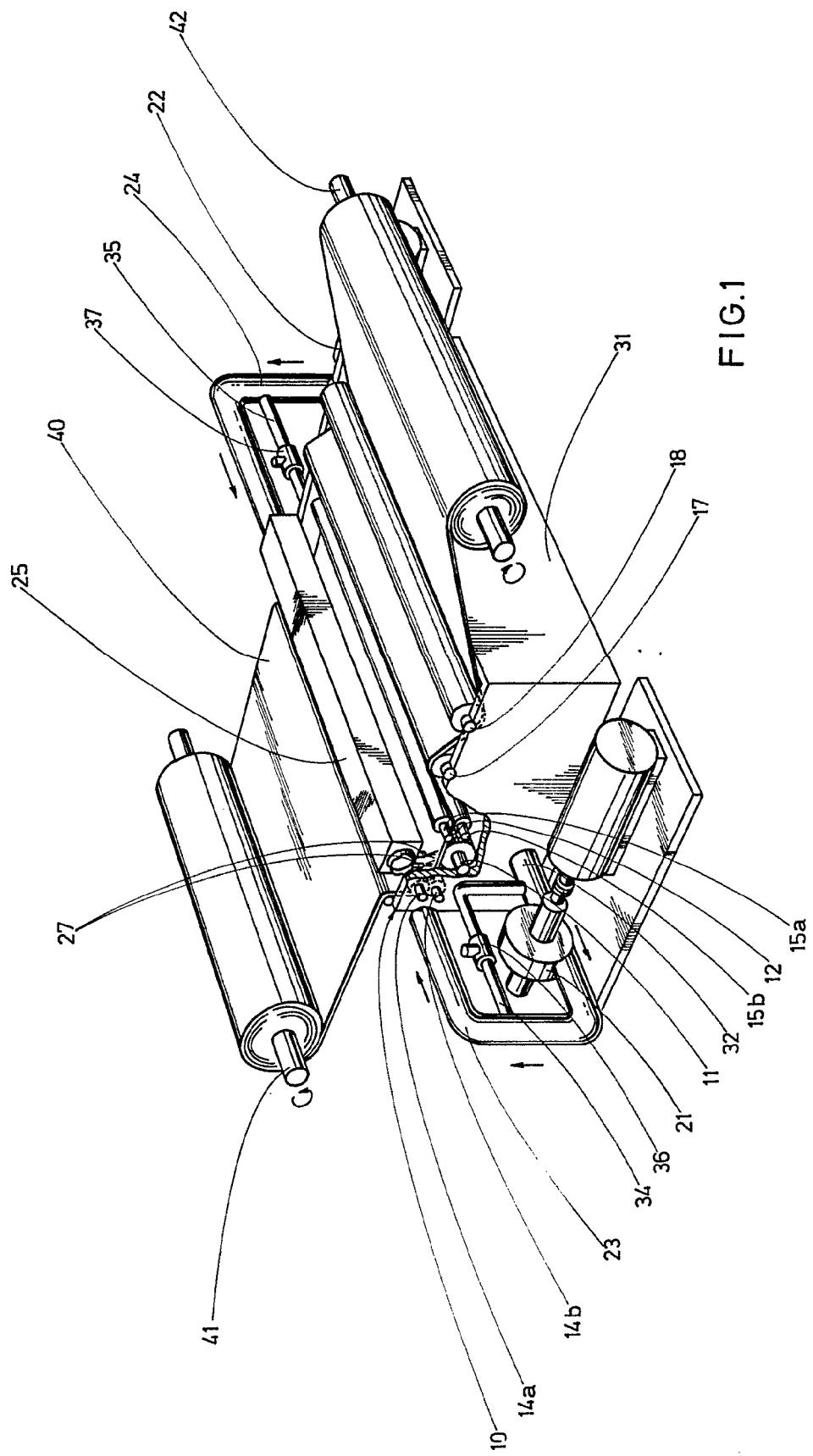
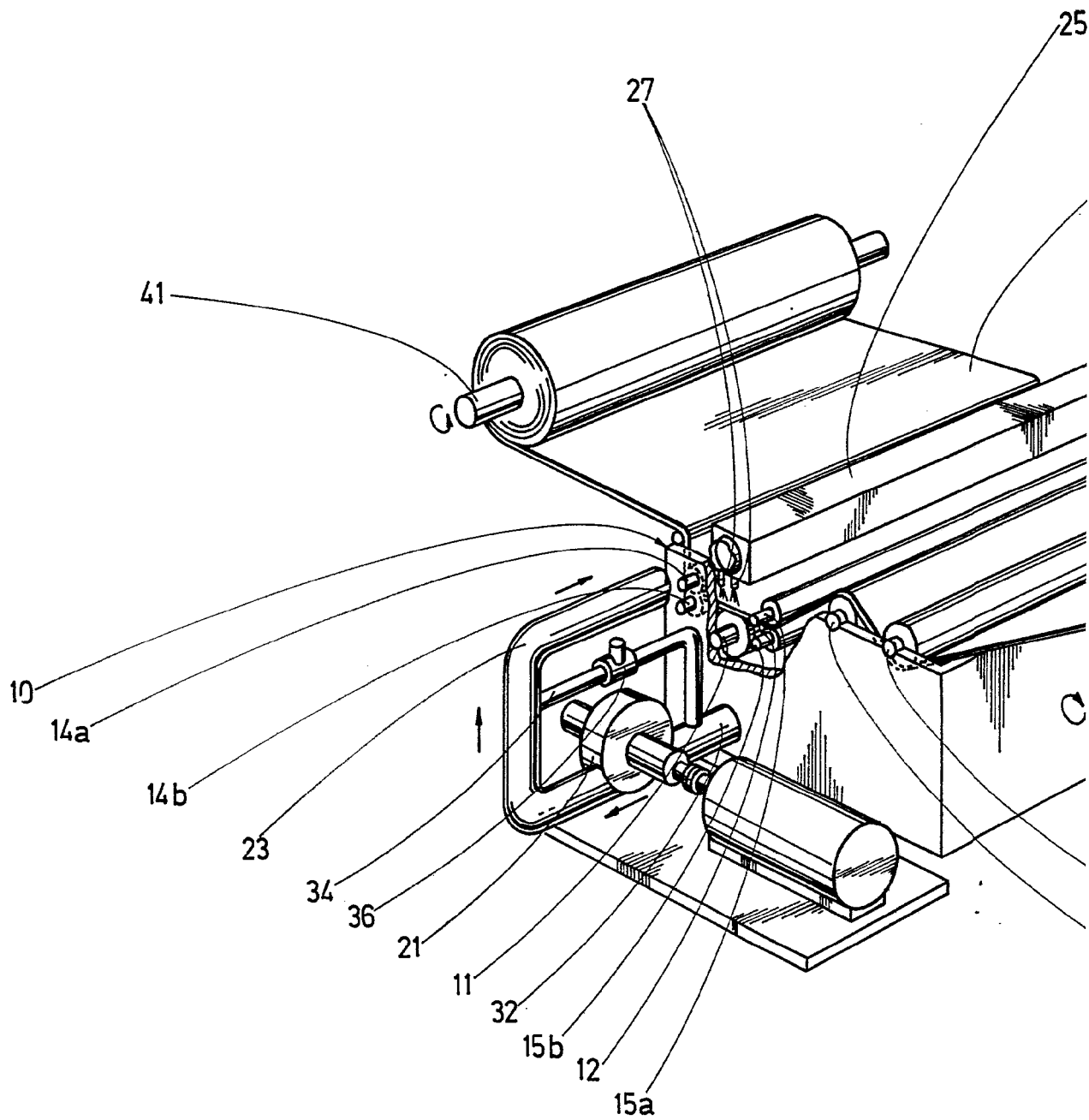


FIG. 1

*Handwritten signature*

106-849



384812

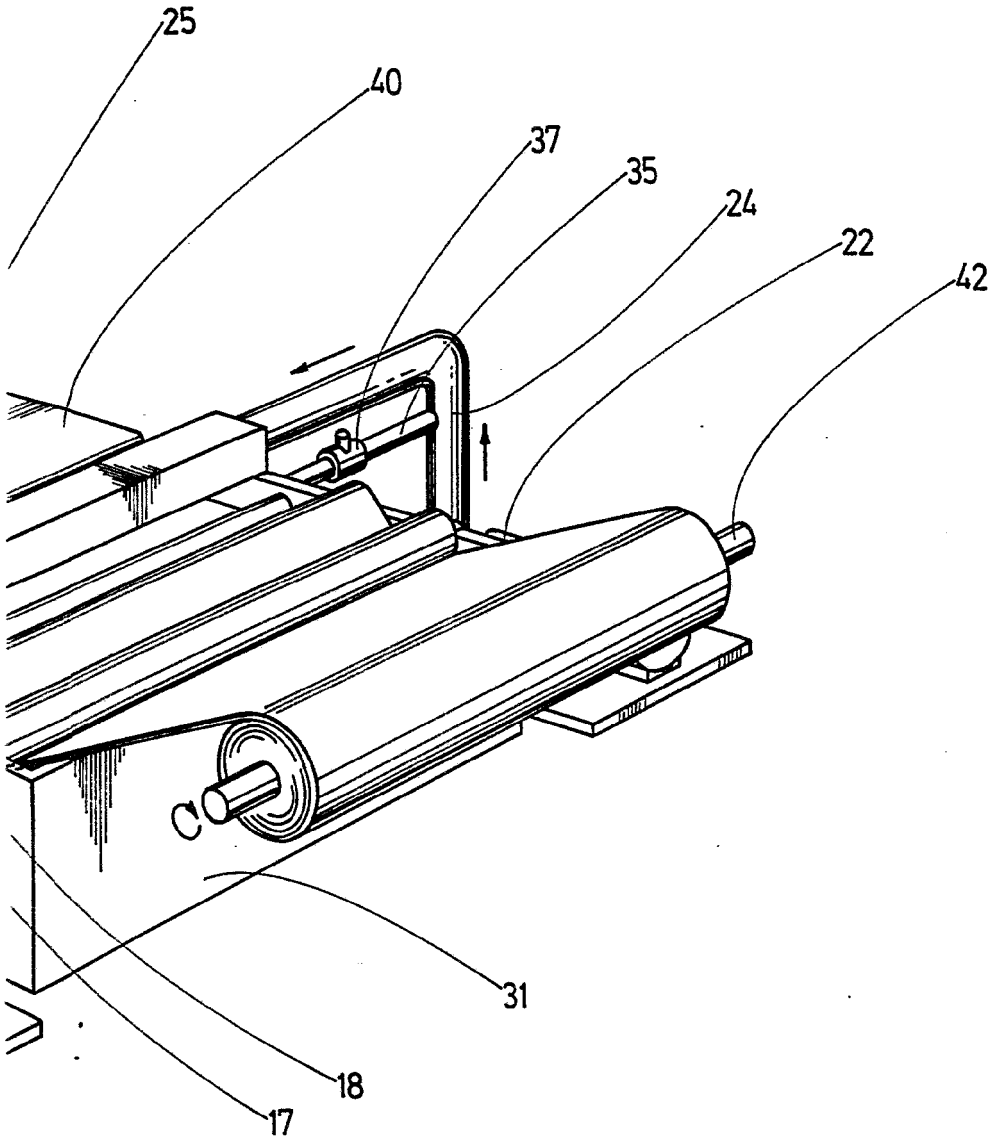


FIG. 1

ALBERT G. KLEINER  
PATENT ATTORNEY

384812

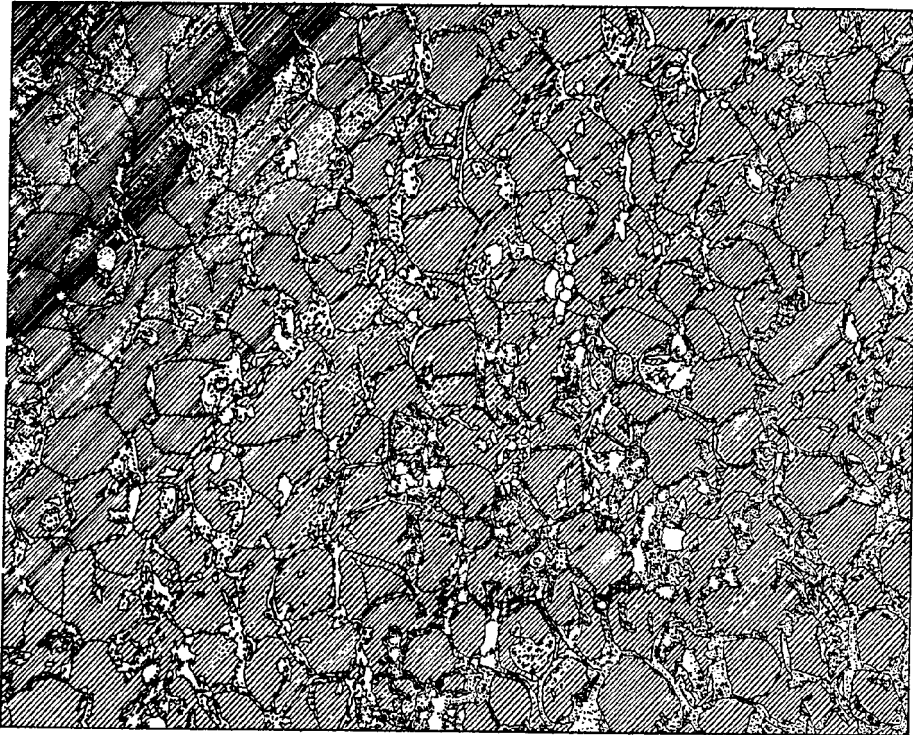


FIG. 2

*Alberto G. Lanzetta*  
Pat. Eng.

384812



FIG. 3

*[Handwritten signature]*  
RECEIVED