

367859

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE C-03
SUBCLASE B

Como divisional de la solicitud de patente
Nº. 353.129 del 24 de abril de 1968.

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

Solicitante: GLAVERBEL.

Residencia: 166 Chaussée de la Hulpe,
WATERMAEL-BOITSFORT, BELGICA.

Emanciado: "UN APARATO ADECUADO PARA UTILIZAR EN
UN PROCESO PARA FORMAR UN VIDRIO EN FUSION
O PLASTICO EN UN ARTICULO CONFORMADO".

Prioridad: de la solicitud de patente francesa No.
PV 146.619 del 29 de marzo de 1968.

Este invento se refiere a la preparación de productos vítreos o vitrocristalinos.

En la fabricación de artículos de vidrio, por ejemplo, chapas de vidrio y artículos de vidrio de cristalería hueca, es práctica común templar los artículos a fin de mejorar sus propiedades mecánicas. Un tipo conocido de proceso de temple es el proceso de temple térmico, en el que el artículo de vidrio es calentado hasta una temperatura cercana a su punto de ablandamiento y después es enfriado rápidamente en una corriente de aire. También es conocido que los artículos de vidrio pueden ser templados químicamente haciendo que iones de metales penetren en las capas exteriores del vidrio desde un medio de contacto bajo condiciones apropiadas. Pueden distinguirse dos tipos de proceso de temple químico. En un tipo, tiene lugar un intercambio iónico entre el vidrio y el medio de contacto a una temperatura suficientemente elevada para que se produzca una relajación de fuerzas en el vidrio y que los iones que penetren en el vidrio sean tales que confieran un bajo coeficiente de dilatación térmica sobre las capas exteriores del vidrio y sean normalmente más pequeños que los iones que aquellos sustituyen. En el otro tipo de proceso de temple químico, iones de las capas exteriores del vidrio son sustituidos por iones más grandes y el intercambio iónico se efectúa mientras las capas exteriores del vidrio se encuentran a una temperatura por debajo del punto de recocido (que corresponde a una viscosidad de $10^{13,2}$ poises) de forma que no se produce una relajación de fuerzas.

El temple térmico de artículos fabricados de vidrio implica un riesgo sustancial de deformación de los artículos. Además, el temple térmico no puede llevarse a cabo sobre chapas finas de vidrio de menos de aproximadamente 3 mm. de espesor.

Los procesos conocidos de temple químico están tam-

bien expuestos a varias objeciones, siendo un inconveniente particular el que las capas exteriores del vidrio en las que se producen las fuerzas de compresión son muy finas. Particularmente éste es el caso cuando iones del vidrio son sustituidos por iones más grandes. Como consecuencia de tal hecho, el desnivel de fuerzas de compresión tras las superficies del vidrio es muy agudo, característica que es una grave desventaja para varios propósitos, por ejemplo, para la fabricación de parabrisas para vehículos.

De acuerdo con el presente invento, el vidrio en fusión o plástico, que se encuentra en curso de ser sometido a un tratamiento primario de conformación para producir una chapa o una cinta u otro artículo conformado, es puesto en contacto con un medio ionizado que proporciona los iones que penetran en el vidrio formando una zona o zonas superficiales del artículo en sustitución por iones más grandes originalmente presentes en el vidrio, antes de que el artículo haya adoptado su conformación final.

El intercambio iónico puede ser un intercambio de iones de metales alcalinos. Sin embargo, éste no es esencial y más adelante se referirán otros ejemplos. También ha de entenderse que los iones que penetren en el vidrio desde el medio de contacto pueden ser protones, por ejemplo, átomos de hidrógeno que hayan perdido sus electrones.

Por medio del invento, pueden fabricarse artículos de vidrio con una apreciable resistencia tensil de vidrios corrientes de constituyentes baratos, tales como sílice, sosa, cal y feldspato. El invento no está sin embargo limitado al uso de mezclas de vidrio ordinario de sosa-cal como materiales de partida. También ha de entenderse que pueden utilizarse mezclas de vidrio que bien espontáneamente o mediante un adecuado tratamiento de posformación asuman alguna cristalización, de forma que el material del

artículo acabado sea vitro-cristalino. Por conveniencia, en la siguiente descripción se hace únicamente mención a los artículos de vidrio.

Aunque el invento puede ser aplicado con ventaja en la formación de artículos de vidrio mediante prensado, soplado u otra operación primaria de formación, se presta especial importancia a la realización del invento en la producción de productos de vidrio estirado, por ejemplo, cintas de vidrio estirado para cortar en chapas, y fibras, barras y tubos estirados.

Preferiblemente, el intercambio iónico se produce total o principalmente mientras el vidrio se encuentra por encima del punto de ablandamiento dilatométrico (definido como 1,15 x temperatura de recocido) que para los vidrios ordinarios de sosa-cal, de que se trata principalmente, es del orden de los 620°C. Particularmente es preferido que el intercambio iónico por lo menos comience mientras el vidrio se encuentre por encima del punto indiferente (definido como 1,55 x temperatura de recocido) que para los mencionados vidrios de sosa-cal es del orden de los 840°C. Así, en un proceso de estirado de vidrio el intercambio iónico entre el vidrio y el medio de contacto por lo menos comienza preferiblemente antes y/o mientras el vidrio alcanza el menisco. Se han obtenido resultados óptimos haciendo que el intercambio iónico tenga lugar total o principalmente antes de dejar el menisco.

El invento proporciona varias ventajas muy importantes. Se ha comprobado que los iones desde el medio de tratamiento penetran más profundamente que cuando se realiza un proceso de temple químico como los anteriormente conocidos. La mejora es considerable y sorprendente y parece deberse en algún sentido al movimiento interior que se produce en el cuerpo de vidrio después de que el mismo ha sido penetrado por iones más pequeños. Además, la pe-

netración del vidrio por los iones es notablemente uniforme.

Existe la importante ventaja adicional de que un artículo de vidrio templado puede ser producido más fácilmente y menos costosamente que cuando se utiliza un proceso de temple químico como los hasta ahora conocidos. En particular esto es debido a que se elimina el costoso recalentamiento del artículo que hasta ahora había de preceder al intercambio iónico. Realmente, el artículo es formado en condición templada.

En las utilizaciones preferidas del invento, el intercambio iónico realizado durante el curso de la operación primaria de formación es un intercambio de iones de metales alcalinos, por ejemplo, un intercambio de iones de sodio del vidrio por iones de litio del medio de tratamiento. Sin embargo, esto no es esencial. Los iones de litio en un vidrio que contiene litio pueden ser sustituidos por protones.

Pueden producirse esfuerzos superficiales muy elevados sin que el artículo se rompa o astille durante el enfriamiento. Debido a la mayor profundidad de penetración de los iones cedidos al interior del vidrio, pueden obtenerse desniveles de fuerzas favorablemente escasos detrás de las superficies del vidrio, permitiendo que el vidrio sea cortado sin rotura. Por medio del invento pueden producirse chapas de vidrio templadas, por ejemplo parabrisas para vehículos, que en caso de rotura se dividan en pequeños fragmentos no cortantes.

El invento puede ser aplicado para producir vidrio templado en forma de chapa y de menos de 3 mm de espesor.

Cuando se realiza el intercambio iónico entre el medio de tratamiento y el vidrio que fluye en y/o al menisco de una cámara de estiraje de vidrio en chapas, según se describirá con detalle después, los iones se difunden en el vidrio simétricamente

con respecto al plano medio de la chapa estirada. Sin embargo, es posible realizar el invento para producir fuerzas de compresión en una superficie de la chapa de vidrio.

5 El medio para el tratamiento puede ser líquido o gaseoso, por ejemplo, una sal en fusión o una mezcla de sales en fusión, o una sal o sales, preferiblemente un nitrato o un sulfato o una mezcla de los dos, que se vaporice bajo la temperatura del tratamiento. Cuando se utiliza un medio gaseoso el efecto es más lento que cuando se usa un medio en fusión.

10 Particularmente, cuando se utiliza un medio para el tratamiento de sal o sales en fusión, una fina película del medio de tratamiento puede permanecer adherida al vidrio. Por ejemplo, en la realización del intercambio iónico en la cámara de estiraje de una máquina estiradora de chapas de vidrio según anteriormente se describió, una fina película del medio de tratamiento puede
15 permanecer adherida a la cinta de vidrio cuando la misma sale del menisco. Si se desea terminar cualquier intercambio iónico entre éste recubrimiento y el vidrio, ello puede hacerse enfriando el recubrimiento, por ejemplo, por medio de uno o mas enfriadores situados a lo largo de los costados del recorrido de la cinta o soplando un refrigerante contra la cinta recubierta. La capa adherente del medio, sin embargo, puede en algunos casos ser tan fina que
20 ésta especial operación de enfriamiento no sea necesaria. La capa adherente puede quedar en posición para proporcionar una protección a las superficies del vidrio contra deterioros por la acción de corrientes de gas incidentes en la máquina formadora.
25

La sustitución de iones del vidrio por iones más pequeños en el curso de la operación primaria de formación del vidrio puede ser seguida por un segundo intercambio iónico en el que los
30 iones introducidos en el vidrio durante el primer intercambio ió-

nico sean sustituidos por iones mas grandes. Tales iones más grandes pueden ser, por ejemplo, iones del elemento que fué sustituido en el primer intercambio iónico. Sin embargo, preferiblemente los iones introducidos en el segundo intercambio iónico son más grandes que los iones sustituidos por los iones mas pequeños en el primer intercambio iónico. Así, en el caso de que iones de sodio sean sustituidos por iones de litio en el primer intercambio iónico, por el segundo intercambio iónico pueden introducirse iones de potasio, rubidio o cesio. Los iones mas grandes pueden ser, alternativamente, iones de un metal alcalino terroso, tal como calcio o magnesio.

El efecto de un tal segundo intercambio iónico es que fortalece adicionalmente al artículo de vidrio. El segundo intercambio iónico puede ser, y preferiblemente se realiza, durante el enfriamiento del vidrio que tiene lugar despues del primer intercambio iónico, y despues de que el vidrio se ha enfriado a por debajo del punto de recocido.

En los procesos conocidos de temple químico a baja temperatura, que implican la sustitución de iones de las capas exteriores del vidrio por iones más grandes mientras tales capas estan por debajo del punto de recocido, los iones mas grandes no penetran mucho en el vidrio, según ya se ha explicado. Se ha comprobado, sin embargo, que cuando un intercambio iónico que implique la sustitución de iones del vidrio por iones mas grandes, seguido de una sustitución de iones del vidrio por iones mas pequeños de acuerdo con el invento, los iones mas grandes penetran mas facilmente y mas profundamente en el vidrio. Cuanto mas profunda sea la penetración de los iones pequeños en el primer intercambio iónico, mas profundamente penetrarán los iones mas grandes en el segundo intercambio iónico. Así resulta claro que pueden establecerse fuerzas de compresión muy elevadas en las capas superficiales del vi-

vidrio mediante la introducción de iones más grandes mientras se asegure que el desnivel de concentración de los iones más grandes considerado en profundidad desde dichas superficies, es completamente escaso.

5 La cantidad de iones que penetren en el vidrio por unidad de tiempo, durante un intercambio iónico, y la profundidad en que el vidrio sea penetrado por los iones cedidos, depende entre otros factores de la temperatura y de la concentración de los iones cedidos en contacto con el vidrio. La concentración puede ser
10 controlada utilizando un medio con una proporción controlada de un ingrediente no difusor o de otro ingrediente que no induzca fuerzas de compresión. Este ingrediente es particularmente útil en el primer intercambio iónico a fin de prevenir una penetración demasiado profunda del vidrio por los iones más pequeños. Por ejemplo, cuando
15 se introducen iones de litio en un vidrio de sodio o potasio en el primer intercambio iónico puede utilizarse para el tratamiento un medio en fusión que comprenda una mezcla de una sal de sodio y una pequeña proporción de una sal de litio.

 El medio para el segundo tratamiento, similar al
20 primero, puede ser líquido o gaseoso. A modo de ejemplo, cuando se se aplica el invento en la producción de una cinta estirada de vidrio, el medio de tratamiento para el segundo tratamiento iónico puede ser una sal o sales en fusión, o una solución suministrada a los rodillos estiradores en la cámara de estiraje. Si el vidrio
25 soporta una película solidificada del medio del primer tratamiento cuando se alcanza la zona del segundo intercambio iónico, dicha capa de recubrimiento interrumpirá en alguna extensión la difusión de los iones más grandes, pero se ha comprobado que tales iones más grandes incluso entonces penetrarán en el vidrio. Cualquiera
30 de dicha película adherente del medio del primer tratamiento pue-

de ser entera o parcialmente eliminada del vidrio por medio un disolvente que puede ser, por ejemplo, un aceite mineral o un disolvente orgánico, y si se realiza un segundo intercambio iónico, la retirada de la película adherente puede tener lugar antes de que se produzca el intercambio iónico, de forma que los iones más grandes introducidos por el segundo intercambio iónico penetrarán más profundamente en el vidrio. En la producción de una cinta estirada de vidrio, el disolvente puede ser aplicado por medio de unos rodillos situados en la cámara de estiraje del vidrio, estando los rodillos impregnados del disolvente.

En una máquina estiradora de vidrio en chapas, la cinta de vidrio es estirada muy rápidamente y las partes sucesivas de la cinta permanecen en la cámara de estiraje solo, por ejemplo, de 2 a 5 minutos, durante cuyo tiempo la cinta de vidrio puede enfriarse, por ejemplo, de 500°C a 80°C. Bajo tales condiciones, los iones más grandes no penetrarán en el vidrio en una tal extensión que el vidrio no pueda cortarse en chapas al salir de la máquina de estirado, incluso si la difusión de los iones más grandes en el vidrio no es restringida por la presencia de películas de recubrimiento sobre la cinta de vidrio. La difusión de los iones más grandes hacia las capas interiores del vidrio puede, en algunos casos continuar produciéndose después de que la cinta de vidrio sale de la cámara de estiraje, pero se ha comprobado que la cinta de vidrio puede todavía ser cortada incluso un prolongado periodo después de que el vidrio ha dejado la cámara de estiraje.

La distribución de los iones más pequeños en la sección transversal del vidrio puede hacerse más uniforme calentando las capas interiores del vidrio hasta una temperatura, por ejemplo, por encima del punto de recocido (tomado como $10^{13,2}$ poises), mientras se conservan las capa superficiales a una temperatura por de-

bajo del punto de recocido, de forma que no se produzca la relajación de fuerzas.

Si se realiza un tal tratamiento de calentamiento interior sobre un artículo que haya sido expuesto a las operaciones de un primer y un segundo intercambio iónico, el segundo intercambio iónico implica la introducción de iones más grandes que los sustituidos por el primer intercambio iónico, y si las condiciones de tiempo y de temperatura para el tratamiento del calentamiento interior se escogen apropiadamente, tiene lugar una emigración de iones más pequeños (introducidos en la primera operación de intercambio iónico) hacia las capas interiores del vidrio; tal emigración es acompañada de una emigración hacia el exterior de iones de un constituyente de la mezcla original del vidrio, y en ocasiones por algún desplazamiento hacia el exterior de algunos de los iones más grandes que fueron introducidos en la operación del segundo intercambio iónico. El exámen del vidrio en chapa que ha sido sometido a un calentamiento interior según antes se ha referido, demostró que las capas superficiales del vidrio estaban bajo una compresión muy elevada; existía además una concentración sustancialmente uniforme de los iones más pequeños, introducidos por el primer intercambio iónico, sobre una zona interior central de la chapa y, en las zonas exteriores, una disminución progresiva en la concentración de iones de un constituyente de la mezcla desde tal zona central hacia las superficies de la chapa, y un aumento complementario hacia dichas superficies en la concentración del agregado de los iones más pequeños y más grandes introducidos en las operaciones del primero y del segundo intercambio iónico.

El mencionado cuerpo de vidrio no es necesariamente una chapa, sino que puede ser, por ejemplo, la pared de un artículo de vidrio de cristalería hueca, o de un tubo, o una cinta de

vidrio. Un cuerpo macizo de vidrio con la anterior característica es considerado por si mismo no habitual y el invento incluye cualquiera de tales cuerpos.

El tratamiento de calentamiento interno puede ser
5 realizado exponiendo el cuerpo de vidrio a una radiación térmica que comprenda una gran proporción de rayos que penetren en las capas interiores del vidrio mientras el cuerpo de vidrio está en contacto con un medio gaseoso calentado a una temperatura por debajo del punto de recocido del vidrio. Como fuentes de radiación térmica
10 pueden utilizarse calentadores de resistencia eléctrica o superficies calentadas hasta la incandescencia mediante la combustión de un gas. La composición espectral de los rayos térmicos debe estar relacionada con la composición del cuerpo de vidrio que se está tratando, de forma que se produzca una adecuada absorción de la
15 radiación por las capas interiores del vidrio. Los elementos calentadores radiantes calientan rápidamente las capas interiores de una chapa de vidrio estirado de sosa-cal cuando los elementos están a una temperatura de 1.200°C o más alta. El generador o generadores de calor radiante que se utilicen pueden estar situados
20 en una cámara de tratamiento a través de la cual es circulado un medio gaseoso para mantener las superficies del vidrio a la apropiada temperatura. El tratamiento de calentamiento interno está desde luego influenciado no solamente por las condiciones de temperatura sino también por el periodo de tiempo durante el cual
25 el vidrio es expuesto a la radiación térmica. Cuando se trata vidrio ordinario de sosa-cal en forma de chapa de la clase corriente, las capas interiores del vidrio pueden ser elevadas hasta una temperatura de 560°C durante hasta 24 horas, o a una temperatura de 750°C durante un periodo que no exceda de treinta minutos.

30 Cualquier película del medio de tratamiento que se

adhiera al vidrio, preferiblemente es retirada antes de que se realice un tratamiento de calentamiento interior como el anteriormente referido.

Un artículo producido de acuerdo con el invento puede ser sometido a un tratamiento suplementario de temple químico del tipo de baja temperatura, según se conoce por sí mismo, es decir, recalentando el artículo y haciendo que iones del vidrio sean sustituidos por iones más grandes a una temperatura por debajo del punto de recocido del vidrio. Tal tratamiento suplementario de temple químico puede realizarse con independencia de si se realiza o no un segundo intercambio iónico durante el enfriamiento del artículo en el proceso primario de formación, y con independencia de si ha sido sometido o no el artículo a un tratamiento de calentamiento interior según antes se describió. Cuando se realiza un tratamiento suplementario de temple químico se ha comprobado que los iones grandes que penetran en el vidrio desde el medio del tratamiento penetran sorprendentemente más profundos en el vidrio, de forma que el adicional aumento en las fuerzas de compresión superficial que resulta del tratamiento suplementario no se consigue a expensas de un indeseable desnivel agudo de las fuerzas de compresión en el interior del artículo.

Aunque principalmente se tienen en cuenta como materiales de partida los vidrios corrientes de sosa-cal, pueden utilizarse vidrios de borosilicato o fosfosilicato o cualesquiera otros materiales vítreos de partida, particularmente los materiales vítreos formados de mezclas que contienen uno o más óxidos o de otros compuestos de elementos del grupo: Si, B y P, tales como SiO_2 , B_2O_3 , P_2O_5 . También pueden utilizarse mezclas de vidrio que contienen un compuesto o compuestos del grupo: As_2O_5 , GeO_2 , GaS_2 , TiO_2 , u otros vidrios tales como vidrios de calcogenuro.

El invento incluye el aparato para realizar un proceso como anteriormente se define, comprendiendo tal aparato medios para someter el vidrio en fusión o plástico a una operación primaria de formación y medios para poner un medio ionizado en contacto con el vidrio en los medios formadores antes de que el vidrio haya adquirido su forma definitiva. En particular, el invento incluye un aparato en que los medios formadores es una máquina estiradora de vidrio y los medios para poner en contacto el medio ionizado con el vidrio sirve para contener un medio ionizado líquido y/o gaseoso en contacto con la superficie del vidrio en fusión que fluye en y/o del menisco. El aparato puede incluir medios para enfriar películas del medio ionizado para el tratamiento adherentes al vidrio en fusión en o junto al menisco.

Una máquina estiradora de vidrio en chapas del tipo Pittsburg y equipada para realizar un proceso de acuerdo con el invento, será descrita ahora a modo de ejemplo con referencia al adjunto dibujo esquemático que es un alzado en sección transversal de la cámara estiradora y de la parte inferior de la sección de torre.

La cámara de estiraje (1) comprende paredes refractarias (2, 3, 4, 5, 6, y 7). La pared 2 es la pared de extremo de la cámara de estiraje y la pared 7 es la correspondientemente opuesta. Las paredes suspendidas (4 y 5) se extienden aproximadamente 1 cm por debajo de la superficie del baño (8) de vidrio en fusión.

Ciertas corrientes de flujo principal en el baño (8) están indicadas por unas flechas, e incluyen una corriente de avance (9) que alimenta a la parte posterior (10) de la cinta estirada de vidrio (11), y una corriente de avance (12) que fluye bajo el travesaño (15) y se divide en las corrientes 12', 12'' y 12'''. El vidrio de las corrientes 12', 12'' y 12''' alimenta a la parte

delantera (13) de la cinta estirada de vidrio, en tanto que la otra parte del vidrio de la corriente 12 fluye hacia abajo y forma la corriente de retorno mas fría (17).

5 El vidrio que es estirado ascendentemente desde el baño (8) forma un menisco (18) en el que el espesor del vidrio llega a - reducirse progresivamente según el mismo es estirado hacia arriba. En la parte superior del menisco la cinta de vidrio está casi, pero no completamente, a su espesor final. La cinta de vidrio es estirada ascendentemente a través de la cámara de estiraje, cuya parte superior está definida por las paredes inclinadas (20) y los quicios cerradores (21), y pasa entre estos quicios cerradores al interior de la sección de torre (22) que aloja sucesivos pares de rodillos estiradores (23). Según el vidrio es estirado ascendentemente a través de la cámara de estiraje las superficies de la cinta son enfriadas por unos enfriadores (24).

15 Entre las paredes 2, 3 y 4 y la superficie del baño (8) - existe un compartimento (25) y un compartimento similar (26) queda en cerrado por el baño y las paredes 5, 6 y 7. Este último compartimento (26) es alimentado con vapores de Li_2SO_4 . El vidrio en fusión en el - compartimento (26) se encuentra a una temperatura de 1.080°C , mientras que el vidrio expuesto al compartimento (25) se encuentra a una temperatura de 1.050°C .

20 Los espacios estrechos (27 y 28) sobre la superficie del baño de la cámara de estiraje, al frente y detrás del menisco - - (18), están divididos desde las partes superpuestas de la cámara de estiraje por unas paredes no oxidables de división (29 y 30) cuya - altura puede ser ajustada por medios que no se muestran. Las tuberías (31) conducen al interior de los espacios (27 y 28). Unas capas (32 y 33) de sales en fusión flotan sobre la superficie del baño (8) por debajo de las paredes (29 y 30) de forma que quedan expuestas a los espacios (27 y 28) y se circula un fluido de intercam-

25

30

bio térmico a través de tales espacios para mantener dichas cantidades de sales en fusión a una determinada temperatura constante. Las capas de sales en fusión son de 3 cm de profundidad y tienen la siguiente composición en peso:

5	Li_2CO_3	6%
	LiCl	4%
	NaNO_3	90%

La temperatura del vidrio en contacto con la capa de sal en fusión (32) disminuye hacia el menisco desde 1.050° a 900°C y la temperatura del vidrio en contacto con la capa de sal en fusión (33) disminuye hacia el menisco de 1.080° a 900°C.

En una parte superior de la sección de torre (22), a un nivel en que la temperatura de la cinta de vidrio está por debajo del punto de recocido del vidrio, hay un par de rodillos (40 y 41) formados de amianto poroso. Estos rodillos están suministrados por unos canales (42 y 43) con una mezcla de sales en fusión - que comprende KNO_3 y KNO_2 . Los rodillos (40 y 41) están accionados a la misma velocidad que los rodillos de estirado.

En las extremidades interiores de las paredes divisorias (29 y 30) superpuestas sobre el baño (8) en la cámara de estiraje existen unos enfriadores (44 y 45).

Según avanza el estirado del vidrio, una pequeña cantidad de Li_2SO_4 del compartimento (26) llega a ser conducido por la corriente 9 y, en consecuencia, una pequeña concentración de litio se mantiene en la cinta de vidrio (11). La corriente de avance (9) es directamente enriquecida con litio desde el compartimento (26), así como también desde la capa de sal en fusión (33), en tanto que el vidrio en la corriente de avance 12 adquiere litio de la capa de sal en fusión (32). En consecuencia, las cantidades de litio que se difunden en el vidrio que se forman en las mitades delantera y posterior de la cin -

ta de vidrio son sustancialmente idénticas.

Preferiblemente, las cantidades de sal en el compartimento 26 y en las capas 32 y 33 son renovadas continuamente.

Las películas de las sales que permanecen adheridas a las superficies del vidrio estirado según el mismo se eleva en el menisco, son solidificadas por los enfriadores (44 y 45) y tales enfriadores reducen también la temperatura de las capas superficiales del vidrio en el menisco hasta un valor muy bajo. Como consecuencia de éste enfriamiento de dichas capas finas y películas, cesa sustancialmente el intercambio iónico entre la sal y el vidrio durante el tiempo que el vidrio alcanza el nivel 19.

En un proceso de prueba en que el vidrio estirado fué formado de una mezcla de la siguiente composición en partes por peso:

15	SiO ₂	70
	Na ₂ O	12
	CaO	10
	MgO	3
	Al ₂ O ₃	5

20 fueron extraídas muestras del vidrio desde la cinta de vidrio, en una posición por encima de los enfriadores 24, y las muestras fueron enfriadas y examinadas. Se comprobó que iones de litio habían penetrado hasta el plano medio de la chapa de vidrio. En ésta zona central interior, un 5% del sodio originalmente presente había sido sustituido por litio. El desnivel de concentración del litio aumentó progresivamente hacia afuera hasta las superficies de la chapa en que un 15% del sodio originalmente presente había sido sustituido. El desnivel de concentración del litio fué por lo tanto muy escaso.

30 Al pasar entre los rodillos 40 y 41, la cinta de vi-

5 drio quedó en contacto con las sales de potasio e iones de potasio
comenzaron a difundirse en el vidrio. Al examinar las muestras del
vidrio que habian sido cortadas de la cinta de vidrio despues de
salir de la sección de torre (22), se comprobó que iones de pota-
sio se habian difundido en el vidrio en intercambio por iones de
sodio y de litio. Los iones de potasio habian penetrado varios mi-
crones en el vidrio desde cada una de sus superficies. El vidrio
habia estado en contacto con las sales de potasio sin ser previa-
mente penetrado por iones de litio, pero bajo condiciones por lo
10 demás similares, los iones de potasio no hubieran penetrado mas de
2 micrones en el vidrio y, ademas, el desnivel de concentración de
los iones de potasio hubiera sido en consecuencia mucho mas agudo.
En el actual proceso de prueba, los iones de potasio habian susti-
tuido un 5% de los iones de sodio en las superficies del vidrio.
15 Las concentraciones de sodio y litio en el interior del vidrio ha-
bian sido cambiadas aunque poco por la operación del segundo inter-
cambio iónico.

20 El resultado de las dos operaciones de intercambio
iónico fué que el vidrio quedó templado, es decir, que las capas
exteriores del vidrio quedaron bajo compresión y el coeficiente de
dilatación de tales capas habia sido reducido. Sin embargh, el vi-
drio templado podía ser cortado muy facilmente.

25 Una muestra del vidrio templado, despues de su la-
vado superficial, fué expuesta a una radiación térmica y las capas
interiores del vidrio fueron mantenidas con ello durante 30 minu-
tos a 600°C, es decir, muy por encima del punto de recocido del
vidrio (540°C). Durante la radiación térmica el vidrio fué mante-
nido en una corriente de gas que mantuvo las superficies del vidrio
a una temperatura por debajo del punto de recocido. Al término de
30 éste tratamiento el vidrio fué enfriado. El exámen del vidrio de-

mostró que en las capas mas interiores de la chapa se habian enriquecido en litio (en comparación con la concentración anterior al tratamiento de calentamiento interior) y que existia menos litio en las superficies de la chapa. Así resultó evidente que habia tenido lugar una emigración hacia el interior de litio desde la superficie a las zonas interiores de la chapa. El litio que habia dejado las zonas superficiales habia sido sustituido por sodio. La concentración de potasio en las superficies de la chapa era sustancialmente la misma que antes del tratamiento del calentamiento interno, aunque el desnivel de concentración de potasio en el interior del vidrio fué inferior al de antes. El artículo definitivo de vidrio fué por lo tanto muy similar a un vidrio hecho de sosa-litio y despues fuertemente templado químicamente mediante la introducción de iones de sodio y potasio en las capas superficiales del vidrio.

Debido a los mas escasos desniveles de fuerzas de compresión de la chapa de vidrio templado producida de acuerdo con el invento según se ha descrito anteriormente, existe poco o ningún riesgo de astillado o de explosión espontánea del vidrio. Despues del tratamiento de calentamiento interno no era fácil cortar el vidrio sin rayarlo.

Despues del tratamiento térmico, una muestra del vidrio así tratado fué sometida a un tratamiento de temple químico de baja temperatura, bien conocido en si mismo, en cuyo tratamiento el vidrio fué sumergido en un baño de nitrato de potasio en fusión para ocasionar que iones de potasio penetrasen en el vidrio. En éste tratamiento, los iones de potasio penetraron hasta 100 micrones en el interior de la chapa de vidrio y fueron sustituidos principalmente por iones de litio. El vidrio final quedó muy fuertemente templado y no podia ser cortado.

Las siguientes son tres composiciones mas de mezclas de vidrio, A, B y C (en partes por peso) que han sido utilizadas en la producción de vidrio templado en chapas, en un proceso similar al que anteriormente se describió:

	A	B	C
SiO ₂	70	72	64
Na ₂ O	12	11	11
CaO	6	6	6
MgO	7	6	6
Fe ₂ O ₃	-	-	vestigios
B ₂ O ₃	-	-	8
Al ₂ O ₃	5	5	5

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

REIVINDICACIONES

1. Un aparato adecuado para utilizar en un proceso para formar un vidrio en fusión o plástico en un artículo conformado caracterizándose dicho aparato porque comprende medios para someter el vidrio en fusión o plástico a una operación de formación primaria, y medios para poner un medio ionizado que contiene iones que pueden penetrar en el vidrio en sustitución por iones mas grandes inicialmente presentes en el mismo en contacto con el vidrio - en los medios formadores y antes de que el vidrio haya adquirido - su conformación definitiva.

2. Un aparato según la reivindicación 1, en que los medios formadores es una máquina estiradora de vidrio y los medios para poner el medio ionizado en contacto con el vidrio sirven para - mantener el medio ionizado líquido y/o gaseoso en contacto con la superficie del vidrio en fusión que fluye en y/o al menisco.

3. Se reivindica por último como objeto sobre el que -