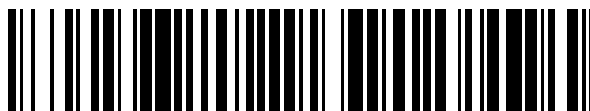


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 653 711**

51 Int. Cl.:

A23G 1/04 (2006.01)

A23G 1/50 (2006.01)

A23G 1/00 (2006.01)

A23G 1/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.01.2013 PCT/US2013/023988**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.08.2013 WO13116428**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.01.2013 E 13743146 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2017 EP 2809173**

54 Título: **Procedimiento y aparato de producción de chocolate**

30 Prioridad:

31.01.2012 US 201261592648 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.02.2018

73 Titular/es:

**TEMPLE UNIVERSITY - OF THE
COMMONWEALTH SYSTEM OF HIGHER
EDUCATION (100.0%)
Broad Street and Montgomery Avenue
Philadelphia, PA 19122, US**

72 Inventor/es:

**TAO, RONGJIA y
TANG, HONG**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 653 711 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato de producción de chocolate

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud provisional U.S. 60/592.648, presentada el 31 de enero de 2012. Los contenidos de la Solicitud Provisional de los Estados Unidos n.º 61/592.648 se incorporan aquí como referencia.

Campo

La presente invención se refiere a procedimientos y aparatos de producción de chocolate.

Sumario

La presente invención se refiere a un procedimiento y un aparato para producir un producto de chocolate. El procedimiento incluye suministrar chocolate líquido que tiene una viscosidad a través de una tubería entre una ruta de suministro a una estación de producción para producir el producto de chocolate. El chocolate líquido incluye partículas sólidas suspendidas dentro del chocolate líquido. El procedimiento cambia la viscosidad del chocolate líquido aplicando un campo eléctrico al chocolate líquido en una dirección a lo largo de la trayectoria de suministro para agregar las partículas sólidas suspendidas en formas aerodinámicas dispuestas en cadenas cortas que se extienden a lo largo de la dirección de la trayectoria de suministro.

Antecedentes

El chocolate contiene antioxidantes y, por lo tanto, puede proporcionar beneficios para la salud. Los productos de chocolate convencionales contienen un exceso de grasa que puede conducir a problemas de salud tales como la obesidad. De hecho, la mayoría de los productos de chocolate contienen entre un 25 % y un 35 % de contenido de grasa.

En general, chocolate líquido utilizado para la fabricación de productos de chocolate incluye el exceso de grasa fundida (por ejemplo, manteca de cacao) que se añade a propósito para el chocolate líquido en un intento de disminuir la viscosidad para fines de fabricación. Este exceso de grasa fundida se usa porque incluso a la temperatura de fusión del chocolate, la viscosidad del chocolate líquido puede ser demasiado alta para la fabricación. Por lo tanto, se puede agregar una cantidad no saludable de grasa al chocolate líquido con el fin de reducir la viscosidad durante la fabricación.

El documento WO 2010/012032 A1 describe un procedimiento para reducir la viscosidad de productos líquidos o semilíquidos, como el chocolate. El procedimiento comprende suministrar el producto viscoso a través de celdas de flujo, y cambiar su viscosidad poniendo en contacto dicho producto aplicando un conjunto que emite un conjunto de energía ultrasónica de alta propagación.

El documento US 4.208.440 describe un procedimiento para tratar un ingrediente alimenticio en polvo. El proceso comprende mezclar los ingredientes con agua para formar una pasta. La pasta, mientras se retiene entre los electrodos de metal, se somete a una diferencia de potencial eléctrico hasta que se separa en tres fracciones que tienen diferentes valores de pH preseleccionados.

El documento WO 02/49447 A2 describe un dispositivo para la preparación de productos de confitería que contienen grasa moldeada por concha, tal como chocolate, con un relleno viscoso de confitería. El dispositivo comprende un elemento de pistón y medios para cortar la carrera para detener la descarga del relleno de confitería viscosa que incluye una válvula y una boquilla.

Breve descripción de las figuras

La figura 1 es un gráfico que representa la relación entre el esfuerzo de cizalla y la velocidad de cizalla para el chocolate líquido de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 2A es una vista lateral de un campo eléctrico que se aplica al chocolate líquido a medida que fluye a través de una tubería de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 2B es una vista lateral de un campo eléctrico que se aplica al chocolate líquido a medida que fluye a través de una tubería de acuerdo con otra realización de la presente invención,

La figura 2C es una vista lateral de columnas sólidas formadas perpendicularmente al flujo del chocolate líquido dentro de la tubería de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 2D es una vista lateral del equipo de fabricación de productos de chocolate que aplica un campo eléctrico al chocolate líquido de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 3A es un diagrama de sistema de un banco de prueba utilizado para medir el caudal del chocolate líquido a medida que se aplica un campo eléctrico de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 3B es un diagrama de sistema de otro banco de prueba utilizado para medir el caudal del chocolate líquido a medida que se aplica un campo eléctrico de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 4A es un gráfico que representa el caudal en función del tiempo a medida que se aplica un campo

eléctrico al chocolate líquido en el banco de prueba de la figura 3A de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 4B es una tabla que representa el tiempo de aplicación del campo eléctrico frente a la resistencia cuando se aplica un campo eléctrico al chocolate líquido en el banco de prueba de la figura 3B de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 4C es un gráfico que representa la viscosidad frente al tiempo cuando se aplica un campo eléctrico al chocolate líquido en el banco de pruebas de la figura 3B de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 4D es un gráfico que representa el caudal frente al tiempo cuando se aplica un campo eléctrico al chocolate líquido en el banco de pruebas de la figura 3B de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 4E es un gráfico que representa la viscosidad frente al tiempo cuando se aplica un campo eléctrico al chocolate líquido en el banco de pruebas de la figura 3B de acuerdo con una realización de la presente invención.

Descripción detallada

La presente invención proporciona procedimientos y sistemas para reducir la viscosidad de un chocolate líquido a medida que fluye (por ejemplo, a través de una tubería de metal o plástico) o el revestimiento de un producto durante la producción de un producto de chocolate. Específicamente, se aplica un campo eléctrico a lo largo de la dirección del flujo del chocolate líquido (por ejemplo, a lo largo de una dirección de una ruta de suministro a través de la tubería que suministra chocolate líquido a una estación de producción que produce productos de chocolate) con una intensidad y duración especificadas para la agregación de partículas sólidas suspendidas dentro del chocolate líquido. A medida que las partículas se agregan en formas aerodinámicas a lo largo de la dirección del flujo, la viscosidad del chocolate líquido disminuye. El tamaño de los agregados aerodinámicos se controla mediante la combinación de la intensidad y la duración del campo eléctrico. Las realizaciones de los procedimientos y sistemas descritos en este documento permiten el control de la viscosidad del chocolate líquido sin la necesidad de añadir un exceso de grasa fundida.

El chocolate líquido es una suspensión compuesta de las partículas sólidas (por ejemplo, partículas de azúcar, partículas de cacao, partículas de leche, etc.) suspendidas en un líquido que típicamente es grasa fundida (por ejemplo, manteca de cacao o un equivalente). En general, la manteca de cacao líquida se comporta como un fluido newtoniano. Sin embargo, con la adición de las partículas suspendidas, el chocolate líquido se desvía del comportamiento newtoniano. En general, el esfuerzo de cizalla del chocolate líquido tiene un comportamiento pseudoplástico. Como se muestra en la figura 1, la relación entre la tensión de corte y la velocidad de corte es casi exponencial (es decir, no es lineal) y puede modelarse mediante el modelo de Casson que se muestra en la ecuación 1 a continuación.

$$\sigma^{0.5} = \sigma_0^{0.5} + K_1(\dot{\gamma})^{0.5} \quad (\text{Ecuación 1})$$

donde σ es el esfuerzo de cizalla, σ_0 es el esfuerzo de cizalla producida, $\dot{\gamma}$ es la velocidad de cizalla y K_1 es una constante. Del modelo de Casson se encontró que la viscosidad η del chocolate líquido (descrito en la ecuación 2) disminuye a medida que aumenta la velocidad de cizalla.

$$\eta = \frac{\sigma}{\dot{\gamma}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Dos características de chocolate líquido es el esfuerzo de cizalla producida y su viscosidad. El valor del esfuerzo de cizalla producida se relaciona con la energía mínima requerida para iniciar el flujo de chocolate. Si el esfuerzo de cizalla producida es alto, el chocolate será más grueso y tenderá a pararse, lo que puede ser beneficioso para poner dulces o producir trozos de chocolate para galletas horneadas, por ejemplo. Un esfuerzo de cizalla producida baja puede ser beneficiosa para proporcionar una capa delgada de chocolate sobre una galleta, por ejemplo.

En general, la viscosidad es una medida de la resistencia de un fluido que está siendo deformado ya sea por el esfuerzo de cizalla o de tracción. La viscosidad determina el tamaño de las bombas necesarias para bombear el chocolate líquido a través de las tuberías y determina el espesor del recubrimiento en un producto de chocolate potencial. Si se aplica un campo eléctrico fuerte al chocolate líquido en una dirección perpendicular a la dirección de cizalladura o flujo (ver la figura 2C), entonces se aumentan la tensión producida y la viscosidad. Cuando el chocolate fluye desde la sección 202 en la tubería 206 hacia la sección 204, el campo eléctrico aplicado por los electrodos 208 y 210 (por ejemplo, actuando como un condensador) induce a las partículas sólidas en el chocolate líquido a alinearse entre sí y forma columnas 218 verticales sólidas perpendiculares al flujo por una interacción dipolar. Este efecto (es decir, el efecto Winslow) aumenta la viscosidad del chocolate líquido expuesto al campo eléctrico y puede detener completamente el flujo de chocolate a través de la tubería 206 (es decir, columnas 218 verticales perpendiculares al flujo impedirían que el flujo salga de la tubería en 204).

Mediante la disposición de los electrodos en una manera mostrada en las figuras 2A y 2B, sin embargo, se genera un campo eléctrico entre los electrodos en una dirección paralela o antiparalela (es decir, a lo largo de la trayectoria de suministro) al flujo del chocolate a través de la tubería 206. La ruta de suministro puede fluir desde un recipiente que contiene el chocolate líquido, a través de la tubería, a una estación de producción que produce productos de chocolate a una viscosidad deseada.

Los electrodos 208 y 210 están posicionados dentro de la tubería 206. En una realización (figura 2A), los electrodos 208 y 210 pueden ser mallas metálicas (por ejemplo, un par de rejillas) que permiten que el chocolate fluya a través de los electrodos a lo largo de la dirección de suministro de la tubería. En otra realización (figura 2B), los electrodos 208 y 210 pueden ser anillos metálicos, que están formados o montados en la pared interna de la tubería. Los electrodos 208 y 210 pueden estar conectados eléctricamente a un suministro 212 de energía eléctrica que incluye una fuente de energía y un controlador 232 electrónico para aplicar un potencial de voltaje a través de los electrodos 208 y 210, lo que da como resultado un campo eléctrico entre los electrodos. Los electrodos 208 y 210 también pueden estar recubiertos con un material no conductor (por ejemplo, plástico y/o caucho de calidad alimentaria) para evitar que el chocolate líquido entre en contacto directo con los electrodos. Este recubrimiento puede ser útil para reducir la corriente eléctrica que fluye entre los electrodos y para garantizar la integridad de los electrodos metálicos durante un uso prolongado.

En general, cuando el chocolate líquido fluye a través del tubo 206, tiene una viscosidad relativamente alta en la región 202, incluyendo 214. A medida que fluye entre los electrodos 208 y 210, las partículas sólidas suspendidas en el chocolate líquido comienzan a aglomerarse en agregados de línea de corriente más grandes dando como resultado una viscosidad reducida en la región 216 y 204.

Específicamente, como se muestra en la figura 2A y la figura 2B, como el chocolate líquido fluye desde la izquierda a la derecha a lo largo de la tubería 206, el chocolate líquido pasa a través del campo eléctrico entre los electrodos 208 y 210. Las partículas sólidas suspendidas en la fase líquida son polarizadas por el campo eléctrico. La interacción dipolar inducida obliga a las partículas a agregarse temporalmente en cadenas cortas o elipsoides que se encuentran a lo largo de la dirección del flujo. El tamaño de las formas aerodinámicas puede ser relativamente pequeño (por ejemplo, menos de o igual a cien micro-metros).

En general, las cadenas de agregados en las figuras 2A y 2B son diferentes de las cadenas de agregados en la figura 2C, porque las cadenas de agregados en las figuras 2A y 2B son pequeñas y están dispuestas a lo largo de la dirección de flujo del chocolate líquido. El flujo de estos agregados de partículas aerodinámicas se organiza en cadenas cortas a lo largo de la dirección de la tubería, de modo que se reduce la viscosidad aparente del chocolate líquido.

Por lo tanto, el chocolate relativamente alta líquido de viscosidad en el lado izquierdo de la tubería en la figura 2A y la figura 2B se aglomera entre los electrodos 208 y 210 que producen un chocolate líquido en el lado derecho de la tubería 206 que tiene una viscosidad reducida. La viscosidad reducida puede aumentar gradualmente hasta el valor de viscosidad original durante un período de tiempo después de haber estado expuesto al campo eléctrico.

En funcionamiento, chocolate líquido pasa a través de los electrodos 208 y 210 posicionadas en al menos una de una pluralidad de ubicaciones dentro de un tubo de suministro (por ejemplo, un recipiente de metal o de plástico) durante la fabricación de productos de chocolate (por ejemplo, barras de dulce, etc.). Un ejemplo de equipo de fabricación de productos de chocolate se muestra en la figura 2D donde se bombea chocolate líquido desde el tanque 220, a través del tubo 206 (a lo largo de la trayectoria de suministro 250) y se aplica al caramelo 246, por ejemplo, usando el aplicador 222 para producir un producto de chocolate 224 (por ejemplo, una barra de caramelo cubierta de chocolate).

El controlador 232 (por ejemplo, un microprocesador, un FPGA, un circuito dedicado, etc.) controla un suministro de energía eléctrica (interno del controlador o externo (no mostrado)) para generar y aplicar el mismo voltaje (por ejemplo, de una magnitud predeterminada) o voltajes diferentes a los pares de electrodos en las ubicaciones 252 y 254 (a través de los cables 224, 226, 228 y 230). La aplicación de los voltajes a los electrodos produce un campo eléctrico a una polaridad especificada a lo largo de la dirección del flujo (es decir, la trayectoria de suministro 250) del chocolate líquido, que cambia la viscosidad del chocolate líquido. La magnitud de los voltajes aplicados a los electrodos junto con el espaciado entre los electrodos determina la potencia del campo eléctrico.

Se observa que el campo eléctrico puede ser una corriente continua (DC) o un campo eléctrico de corriente alterna (AC) que se aplica al chocolate líquido. También se observa que las mallas metálicas o anillos metálicos pueden ser esencialmente de cualquier configuración que proporcione un campo eléctrico a lo largo de la dirección de flujo del chocolate líquido mientras permite que el chocolate líquido pase a lo largo de una trayectoria de flujo entre los electrodos.

Se observa que el campo eléctrico aplicado se selecciona para estar en un intervalo de potencia que es propicio para la reducción de la viscosidad del chocolate líquido. Por ejemplo, si la intensidad del campo eléctrico es demasiado pequeña, la reducción de la viscosidad puede ser insignificante o puede no ocurrir en absoluto. Si la intensidad del campo eléctrico es demasiado grande, la viscosidad puede aumentarse.

Se observa que la duración del campo eléctrico también se elige para estar en un intervalo que es propicio para la reducción de la viscosidad del chocolate líquido. En un ejemplo, después de seleccionar la intensidad del campo eléctrico aplicado, puede seleccionarse entonces una duración apropiada de la aplicación de campo al chocolate líquido. Esta duración de tiempo puede estar relacionada con la intensidad del campo eléctrico. Por ejemplo, si el campo se selecciona primero para ser fuerte, la duración puede ser seleccionada para ser corta. En otro ejemplo, la duración del campo eléctrico se puede seleccionar primero, y luego se puede seleccionar una intensidad de campo eléctrico adecuada en función de la duración. En general, seleccionando una combinación apropiada de la intensidad del campo eléctrico y la duración del campo eléctrico, se puede lograr una reducción de la viscosidad óptima para el chocolate líquido.

En un ejemplo, el controlador 232 puede ser programado o controlado por un operador para asegurar que se obtiene una viscosidad predeterminada del chocolate líquido que fluye a través del tubo 206. Por ejemplo, el controlador 232 puede programarse para suministrar chocolate líquido a una viscosidad deseada al aplicador 222 para asegurar que el caramelo 246 en la línea 242 de ensamblaje se reviste adecuadamente para producir los productos 244 de chocolate deseados. Estos parámetros junto con otros parámetros tales como la temperatura pueden ser utilizados por el controlador 232 para determinar una intensidad de campo eléctrico y una duración para obtener una viscosidad predeterminada del chocolate líquido que es beneficiosa para producir productos de chocolate tales como una barra de caramelo.

En algunos productos, un chocolate más grueso puede ser deseable, mientras que, en otros productos, un chocolate más delgado puede ser preferido. Por lo tanto, la viscosidad del chocolate líquido puede controlarse dependiendo de los requisitos de los productos de chocolate.

Los sensores (no mostrados) tales como sensores de tasa de flujo y/o temperatura pueden implementarse en la tubería para determinar la viscosidad del chocolate líquido en una o más ubicaciones durante el proceso de fabricación. En otro ejemplo, la potencia eléctrica consumida por la bomba también puede usarse como un indicador del caudal y/o la viscosidad del chocolate (es decir, un alto consumo de energía puede indicar una alta viscosidad). Estos datos pueden ser utilizados por el controlador 232 para controlar adicionalmente el campo eléctrico aplicado a los electrodos 208 y 210. Por ejemplo, el chocolate líquido puede mantenerse por debajo de un nivel de viscosidad predeterminado para asegurar el funcionamiento adecuado del equipo de fabricación.

Se muestra en la figura 2D que el controlador puede comunicar (es decir, recibir y/o transmitir información) para controlar las diversas piezas del equipo en el proceso de fabricación usando una o más líneas de control. Estas líneas de control (cableadas o inalámbricas) pueden incluir, pero no se limitan a, línea 234 de aplicación de chocolate, línea 236 de cinta transportadora, línea 237 de interfaz de operador, línea 238 de bomba, línea 240 de sensor y/o línea 241 de válvula.

En un ejemplo, el controlador puede controlar el equipo de producción mediante el control del campo eléctrico aplicado al chocolate líquido, bombas bombeando el chocolate líquido a través del tubo, los aplicadores aplicando el chocolate líquido a los productos de confitería, cintas transportadoras moviendo la confitería para la aplicación de chocolate líquido, dispositivos de calentamiento calentando el chocolate líquido, sensores para detectar diversas características del chocolate líquido (por ejemplo, temperatura, caudal, viscosidad, etc.), válvulas para permitir que el chocolate líquido fluya a través de tuberías y aplicadores, válvulas para mezclar ingredientes (por ejemplo, grasa fundida) en el chocolate líquido y una interfaz de usuario para la interconexión (es decir, entrada y salida de información) a un operador.

La figura 3A es una configuración de banco de prueba que se utilizó para probar la viscosidad del chocolate líquido en presencia de un campo eléctrico. Como se muestra en la Figura 3A, una superficie 306 de calentamiento mantiene el chocolate en forma líquida. El chocolate 308 líquido es luego forzado a través de mallas 310 y 312 metálicas mediante un peso 302 y un pistón 304. Como el chocolate 308 líquido es forzado entre los electrodos 310 y 312, se expone a un campo eléctrico si se aplica una tensión a los electrodos y se reduce su viscosidad (es decir, su caudal aumenta si se aplica un campo eléctrico de la intensidad y duración deseadas). El chocolate líquido con baja viscosidad se recoge luego en un recipiente 314. El caudal se mide entonces por un ordenador 318 conectado a un equilibrio 316.

En un experimento, el chocolate líquido se mantiene alrededor de 40 °C utilizando superficie 306 de calentamiento. Bajo la gravedad, el chocolate líquido fluía a través de las mallas 310 y 312 metálicas que aplicaban un campo eléctrico predeterminado en la dirección de flujo del chocolate. El equilibrio 316 midió la masa del chocolate líquido en función del tiempo. Esto permitió determinar el caudal a través de la tubería 320.

La figura 4A muestra un gráfico del caudal del chocolate (402, 404, 406, 408 y 410) líquido frente al tiempo para el banco de prueba en la figura 3A. Para los datos en la figura 4A, no se aplicó peso adicional. El chocolate líquido fluyó primero a través de la tubería sin que se aplicara ningún campo eléctrico. El caudal fue aproximadamente de 0,0106 g/s (véase 402) lo que indica que la viscosidad del chocolate líquido es de aproximadamente 41,3 Pa.s. Después de que se aplicó un campo eléctrico de 575 V/cm, el caudal se aumentó a 0,01798 g/s (ver 404) lo que redujo la viscosidad a 24,46 Pa.s. (es decir, una disminución del 41 % en la viscosidad después de haber estado expuesto al campo eléctrico). En este experimento, el chocolate líquido tardó aproximadamente 1 minuto en fluir por

los dos electrodos y en el recipiente 314.

Después de 10 minutos, el campo eléctrico se apagó, y el caudal empezó a disminuir lo que indica que la viscosidad reducida volvió gradualmente a su valor original (es decir, ver los datos 406, 408 y 410, donde el caudal disminuye gradualmente con el tiempo después de que el campo eléctrico ha sido apagado). En otros experimentos, el campo eléctrico se volvió a aplicar al chocolate líquido y se repitió la reducción de la viscosidad.

La figura 3B es otro banco de prueba similar al banco de prueba en la figura 3A. Sin embargo, el banco de pruebas en la figura 3B usa gas presurizado (no un peso) para forzar el chocolate líquido a través de la tubería 320. Además, el banco de prueba en la figura 3B está ubicado dentro de una incubadora 328 para mantener el chocolate a una temperatura deseada. La superficie 306 de calentamiento por lo tanto no es necesaria en este banco de prueba.

En general del gas, a presión (por ejemplo, nitrógeno) bajo el control del ordenador 318 se aplica al chocolate 308 líquido a través de la tubería 322. En respuesta a la presión aplicada, el chocolate 308 líquido es forzado a través de las mallas 310/312 electrificadas, a través de la tubería 320 y al recipiente 314 donde su peso se mide por el equilibrio 316. El banco de prueba en la figura 3B también puede incluir un sensor 326 de temperatura que permite al ordenador controlar la temperatura del chocolate líquido durante el proceso de prueba.

La figura 4B muestra la relación entre el tiempo de aplicación del campo eléctrico y la intensidad óptima del campo eléctrico para el banco de prueba en la figura 3B. En general, a medida que aumenta el tiempo de aplicación, la potencia del campo eléctrico disminuye (es decir, cuanto más tiempo tarda el chocolate en fluir a través del campo eléctrico, más baja debe ser la intensidad del campo eléctrico). Esta relación inversa se muestra en las filas 412, 414, 416, 418, 420 y 422 de la tabla en la figura 4B.

La figura 4C muestra un gráfico de la viscosidad del chocolate (424 y 426) líquido frente al tiempo para el banco de prueba en la figura 3B. En un ejemplo, (correspondiente a la fila 414 en la figura 4B), una muestra de chocolate a 40 °C tardó 9,37 segundos en fluir a través de un campo eléctrico con una potencia de 1838 V/cm. En este ejemplo, la viscosidad se redujo de 43,23 Pa.s (ver 424) a 29,53 Pa.s (ver 426). Esta aplicación particular del campo eléctrico produjo una reducción del 31,7 % en la viscosidad.

Para el chocolate templado, se constató que el campo eléctrico necesitaba ser un poco más alto. En general, para templar el chocolate, el chocolate sólido se ralla. Para producir virutas finas, se usa una malla para filtrar las partículas. El chocolate sólido con un diámetro menor que un tamaño establecido (por ejemplo, 150 micro-metros) se usa como semillas. Se fundió aproximadamente 1 kg de chocolate a 40 °C y se enfrió a 30 °C. Después de mezclar 10 g de chocolate sólido fino, comenzó el experimento con el banco de prueba. Se observa que la viscosidad del chocolate templado aumenta muy rápido. Se solidifica en aproximadamente 30 minutos. Sin embargo, dentro de este período, se puede aplicar un campo eléctrico para reducir su viscosidad.

Las figuras 4D y 4E muestran gráficos de caudal (428, 430, 432, 434, 436, 438 y 440) y la viscosidad (442, 444, 446, 448, 450, 452 y 454) en función del tiempo, respectivamente, para el templado chocolate. Como se muestra en la figura 4D, nueve minutos después de la mezcla, el caudal fue de 0,477545 g/s (ver 428) por debajo de 1,56 Psi (1,07 N/cm²) de presión. Cuando se encendió el campo eléctrico de 1,2 kV/cm, el caudal aumentó a 0,584745 g/s (ver 430) (un aumento de 22,45 %). Después de 100 segundos de aplicación en el campo eléctrico, el campo eléctrico se apagó y el caudal correspondiente fue de 0,465407 g/s (ver 432). El caudal se midió cada 30 segundos a partir de entonces. En aproximadamente 180 segundos, el caudal disminuyó a 0,33801 g/s (ver 440) (reducido en un 27,3 %). Esto indicó que el chocolate templado se estaba solidificando.

A partir del caudal, se encontró que la viscosidad (véase figura 4E) fue de alrededor de 121,82 Pa.s (ver 442) a nueve minutos después de la mezcla. Cuando se aplicó un campo eléctrico de 1,2 kV/cm, la viscosidad se redujo a 99,487 Pa.s (véase 444). Después de que el campo eléctrico se apagó, la viscosidad era 125,0 Pa.s (véase 446). En otros tres minutos, la viscosidad se incrementó a 172,1 Pa.s (ver 454).

Se observa que los inventores han descubierto que un intervalo adecuado para el campo eléctrico es de 100 V/cm a 6000 V/cm, y funciona particularmente bien en el intervalo de 500 V/cm a 800 V/cm para algunos tipos de chocolate (por ejemplo, chocolate con leche disponible por parte de Hershey of Hershey Pennsylvania). Si el campo eléctrico aplicado es demasiado débil, puede que no haya una reducción apreciable de la viscosidad. Por otro lado, si el campo eléctrico aplicado es demasiado fuerte, la viscosidad puede aumentar. Debido a que el chocolate líquido tiene un fuerte efecto electrorreológico (ER) los agregados de la estructura sólida pueden volverse demasiado grandes si se exponen a un campo eléctrico demasiado fuerte, lo que llevaría a una mayor viscosidad (es decir, si los agregados aumentan del tamaño del micro-metro a tamaño macroscópico más grande).

Como se describió anteriormente, la duración del campo eléctrico puede ser elegida basado en la potencia seleccionada del campo eléctrico (es decir, si el campo es más fuerte, entonces la duración se podrá reducir) o viceversa. También se observa que la duración del campo eléctrico aplicado al chocolate líquido es igual al tiempo para que el chocolate líquido pase a través del campo eléctrico. Esta duración puede cambiarse si es necesario ajustando el caudal del chocolate líquido (por ejemplo, aumentando/disminuyendo la potencia de la bomba) y/o aumentando/disminuyendo el espacio entre los dos electrodos. Al seleccionar una combinación de una intensidad de campo eléctrico y una duración del campo, la reducción de la viscosidad se puede optimizar para el flujo de

chocolate líquido a través de una tubería. Se observa además que la corriente eléctrica que fluye entre las mallas en los bancos de prueba se encontró que era muy pequeña (por ejemplo, un par de microamperios). Esto indica que el sistema es eficiente en energía al tiempo que reduce la viscosidad del chocolate.

- 5 Aunque la invención se ilustra y describe en el presente documento con referencia a realizaciones específicas, la invención no pretende estar limitada a los detalles mostrados. En cambio, se pueden hacer varias modificaciones en los detalles dentro del alcance y rango de equivalencia de las reivindicaciones y sin apartarse de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de producción de un producto de chocolate, comprendiendo el procedimiento:

suministrar chocolate líquido que tiene una viscosidad a través de una tubería a lo largo de una ruta de suministro a una estación de producción para producir el producto de chocolate, incluyendo el chocolate líquido partículas sólidas suspendidas dentro del chocolate líquido; y
cambiar la viscosidad del chocolate líquido aplicando un campo eléctrico al chocolate líquido en una dirección a lo largo de la trayectoria de suministro de una potencia y duración determinadas para agregar las partículas sólidas suspendidas en formas aerodinámicas que se extienden a lo largo de la dirección de la trayectoria de suministro.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que cambiar la viscosidad comprende:

aplicar el campo eléctrico en un rango de potencia de 300 V/cm a 1000 V/cm.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el chocolate líquido comprende grasa fundida y las partículas sólidas suspendidas en la grasa fundida, y en el que las partículas sólidas suspendidas incluyen al menos una de entre partículas de azúcar, partículas de cacao o partículas de leche.

4. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además

determinar la potencia y la duración para aplicar el campo eléctrico al chocolate líquido basándose en una consistencia predeterminada de los productos de chocolate.

5. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además

determinar la potencia y la duración para aplicar el campo eléctrico al chocolate líquido en base a un contenido de grasa predeterminado del producto de chocolate.

6. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además

determinar la potencia y la duración para aplicar el campo eléctrico al chocolate líquido basado en un tipo de chocolate utilizado en la producción del producto de chocolate.

7. El procedimiento de la reivindicación 1, controlando la potencia y la duración para aplicar el campo eléctrico basado en el caudal determinado del chocolate líquido a lo largo de la trayectoria de suministro.

8. El procedimiento de la reivindicación 1, controlando la potencia y la duración para aplicar el campo eléctrico en base a la viscosidad determinada del chocolate líquido a lo largo de la trayectoria de suministro.

9. El procedimiento de la reivindicación 1, templando el chocolate líquido antes de suministrar el chocolate líquido a través de la tubería.

10. Un sistema de producción de un producto de chocolate, comprendiendo el sistema:

una tubería de suministro de chocolate para hacer fluir chocolate líquido que tiene una viscosidad a lo largo de una ruta de suministro a una estación de producción para producir el producto de chocolate, incluyendo el chocolate líquido partículas sólidas suspendidas en el chocolate líquido; y
al menos dos electrodos integrados en la tubería de suministro de chocolate para cambiar la viscosidad del chocolate líquido aplicando un campo eléctrico al chocolate líquido en una dirección a lo largo del recorrido de suministro de una potencia y duración determinadas para agregar las partículas sólidas en formas aerodinámicas que se extienden a lo largo la dirección de la trayectoria de suministro.

11. El sistema de la reivindicación 10, en el que los al menos dos electrodos son mallas metálicas acopladas a un par de terminales de salida respectivos de un suministro de energía eléctrica que produce el campo eléctrico.

12. El sistema de la reivindicación 10, en el que los al menos dos electrodos son anillos metálicos acoplados a un par de terminales de salida respectivos de un suministro de energía eléctrica que produce el campo eléctrico.

13. El sistema de la reivindicación 10, que comprende, además:
un controlador acoplado a los al menos dos electrodos para controlar la potencia y la duración del campo eléctrico aplicado al chocolate líquido para reducir la viscosidad a un nivel predeterminado.

14. El sistema de la reivindicación 10, que comprende, además un controlador y en el que el controlador controla una caudal del chocolate líquido para ajustar la duración durante la cual se aplica el campo eléctrico al chocolate líquido.
- 5 15. El sistema de la reivindicación 10, en el que:
los electrodos están espaciados para producir un espacio entre los electrodos, y el espacio se ajusta para controlar la duración durante la cual el campo eléctrico se aplica al chocolate líquido.
- 10 16. El sistema de la reivindicación 10, que comprende, además:
una fuente de grasa derretida; y
un controlador que controla una cantidad de grasa fundida incluida en el chocolate líquido en base al campo eléctrico.
17. El sistema de la reivindicación 10, que comprende, además:
un sensor ubicado en la tubería de suministro de chocolate para medir un caudal o viscosidad del chocolate líquido.
- 15 18. El sistema de la reivindicación 17, que comprende, además:
una bomba para bombear el chocolate líquido a través de la tubería de suministro de chocolate, controlando la velocidad de la bomba en base a una señal recibida desde el sensor ubicado en la tubería de suministro de chocolate.
19. El sistema según la reivindicación 10 de producción de un producto de confitería cubierto de chocolate, comprendiendo el procedimiento:
una tubería de suministro de chocolate y una bomba para hacer fluir chocolate líquido que tiene una viscosidad a lo largo de una ruta de suministro a un aplicador, el chocolate líquido incluyendo partículas sólidas suspendidas en el chocolate líquido, el aplicador aplicando el chocolate líquido a un producto de confitería para producir el producto de confitería cubierto de chocolate;
20 al menos dos electrodos integrados en la tubería de suministro de chocolate para cargar la viscosidad del chocolate líquido aplicando un campo eléctrico al chocolate líquido en una dirección a lo largo de la trayectoria de suministro al aplicador de una potencia y duración para agregar las partículas sólidas suspendidas en formas aerodinámicas que se extienden a lo largo de la dirección de la ruta de suministro; y
25 un controlador para controlar la potencia del campo eléctrico, la duración del campo eléctrico y una velocidad de bombeo de la bomba para suministrar chocolate líquido a una viscosidad predeterminada al aplicador.
20. El sistema de la reivindicación 19, que comprende, además:
30 al menos otros dos electrodos integrados en la tubería de suministro de chocolate para cambiar la viscosidad del chocolate líquido aplicando otro campo eléctrico al chocolate líquido en una dirección a lo largo de la trayectoria de suministro al aplicador.
21. El sistema de la reivindicación 19, que comprende, además:
35 sensores integrados en la tubería de suministro de chocolate para detectar un caudal o una viscosidad del chocolate líquido.
22. El sistema de la reivindicación 19, en el que:
el controlador determina un caudal o una viscosidad del chocolate líquido en base al consumo de energía eléctrica de la bomba.
23. El sistema de la reivindicación 19, en el que:
40 el chocolate líquido se bombea desde un tanque de chocolate líquido y el controlador controla la mezcla del chocolate líquido en el tanque en base a la viscosidad predeterminada.
24. El sistema de la reivindicación 19, en el que:
45 el controlador incluye una interfaz de operador que tiene una entrada y una pantalla para que un operador del sistema controle manualmente el caudal o la viscosidad del chocolate líquido.
25. El sistema de la reivindicación 19, en el que:
los al menos dos electrodos son electrodos metálicos recubiertos con plástico no conductor de calidad alimentaria.

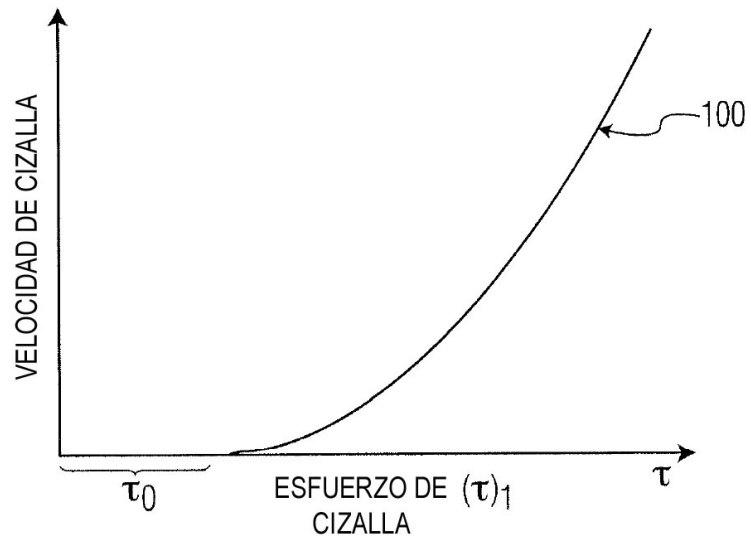


FIG. 1

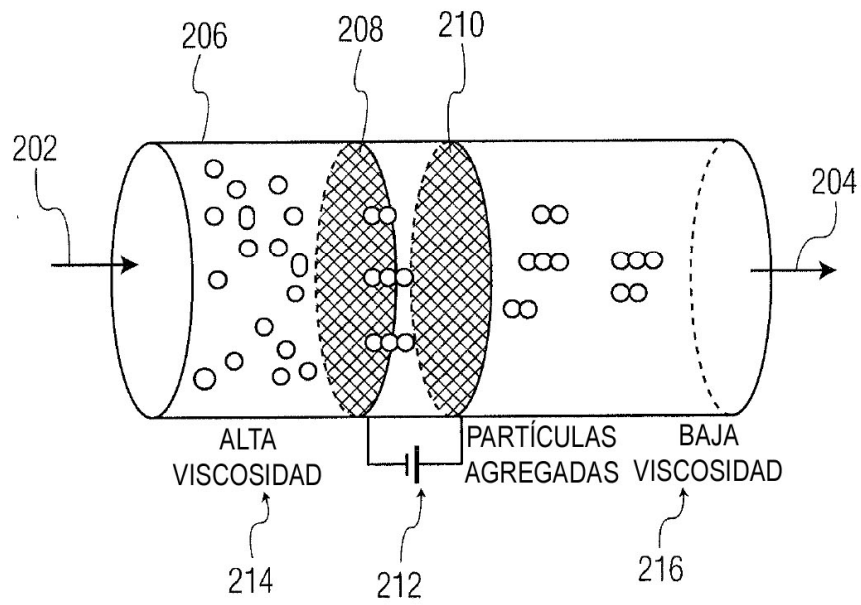


FIG. 2A

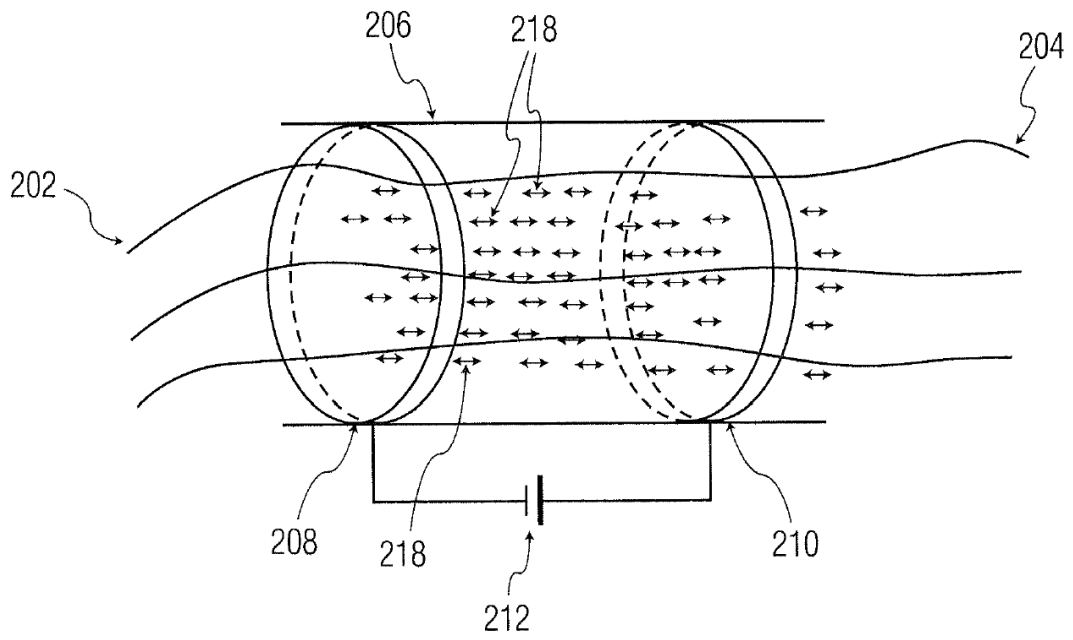


FIG. 2B

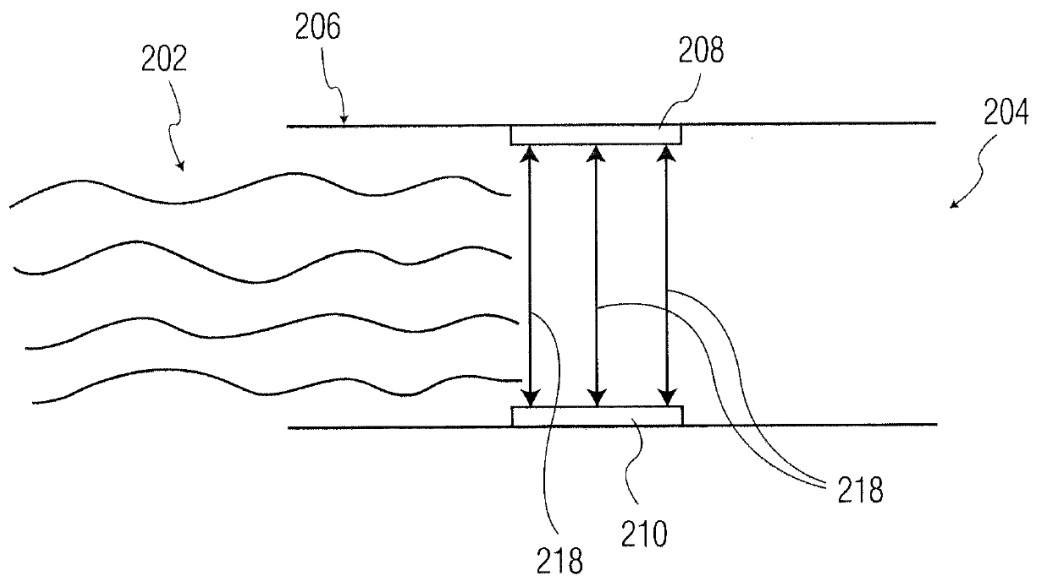


FIG. 2C

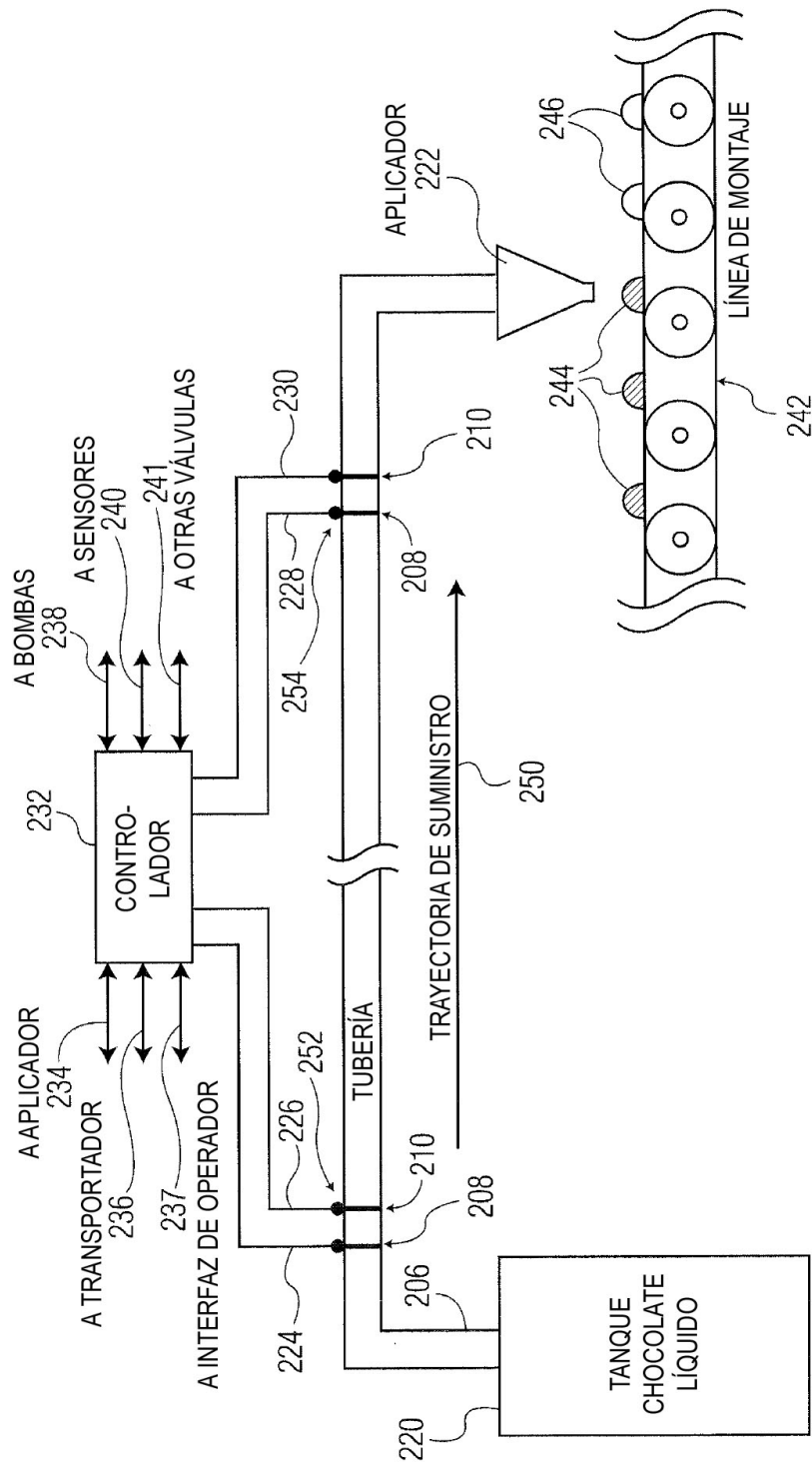


FIG. 2D

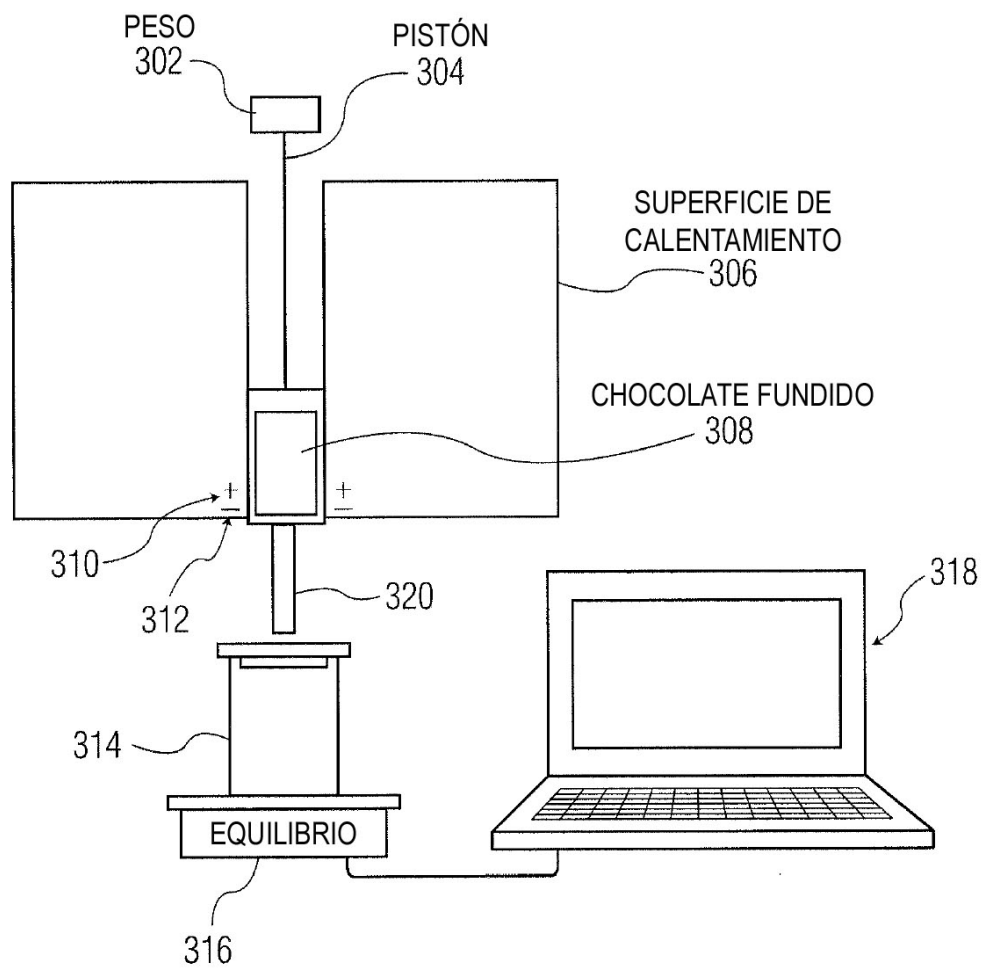


FIG. 3A

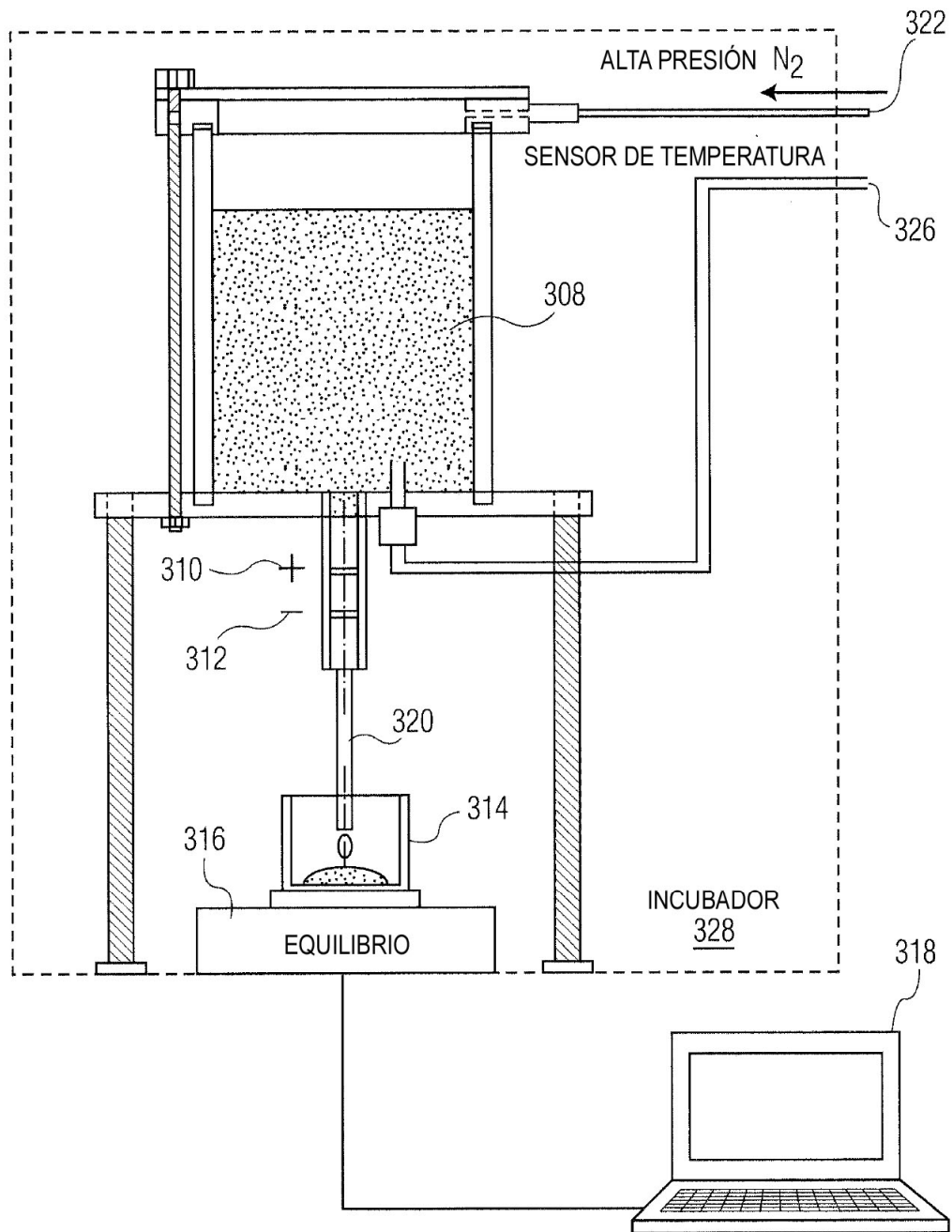


FIG. 3B

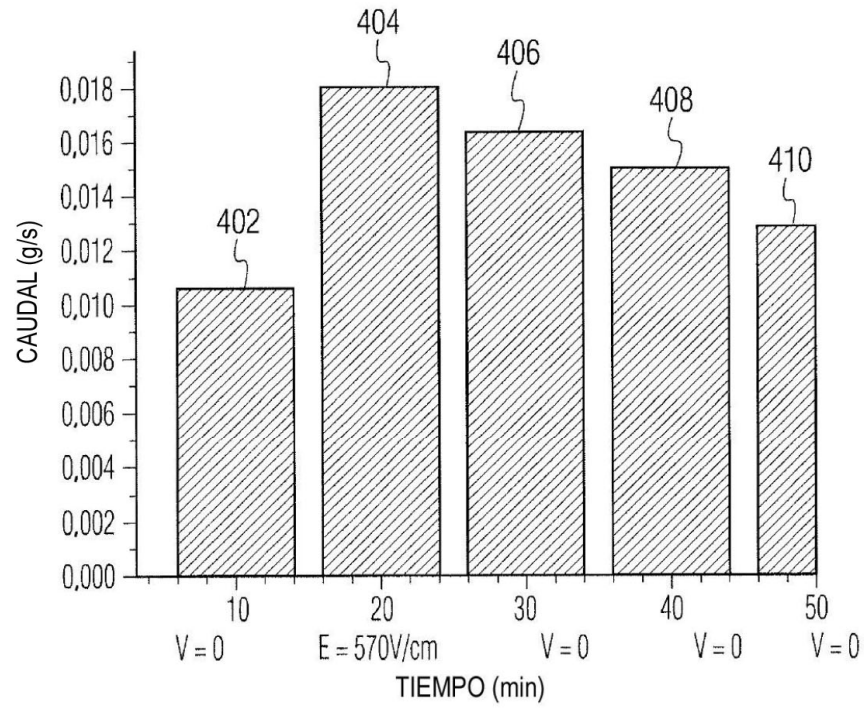


FIG. 4A

	TIEMPO PARA QUE EL FLUJO DE CHOCOLATE PASE EL CAMPO ELÉCTRICO (S)	CAMPO ELÉCTRICO ÓPTIMO (V/cm)
412	5,0	2517
414	9,37	1838
416	13,7	1520
418	19,0	1291
420	24,2	1144
422	39,3	898

FIG. 4B

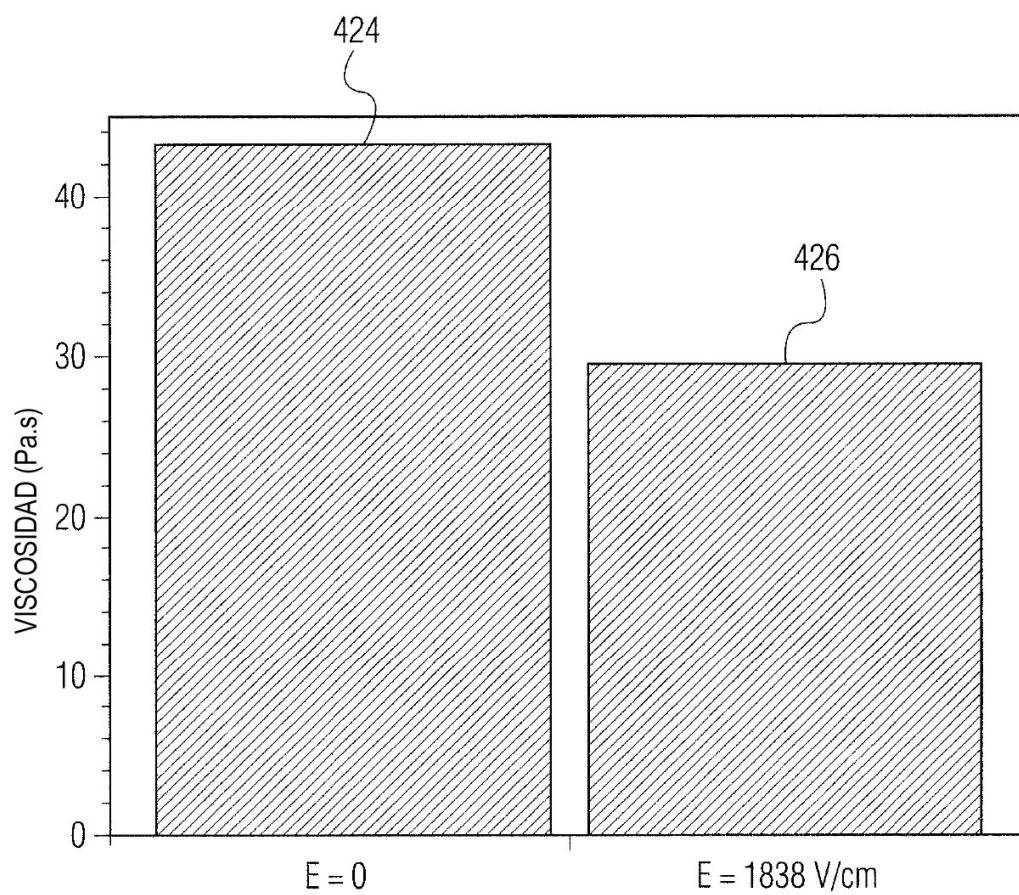


FIG. 4C

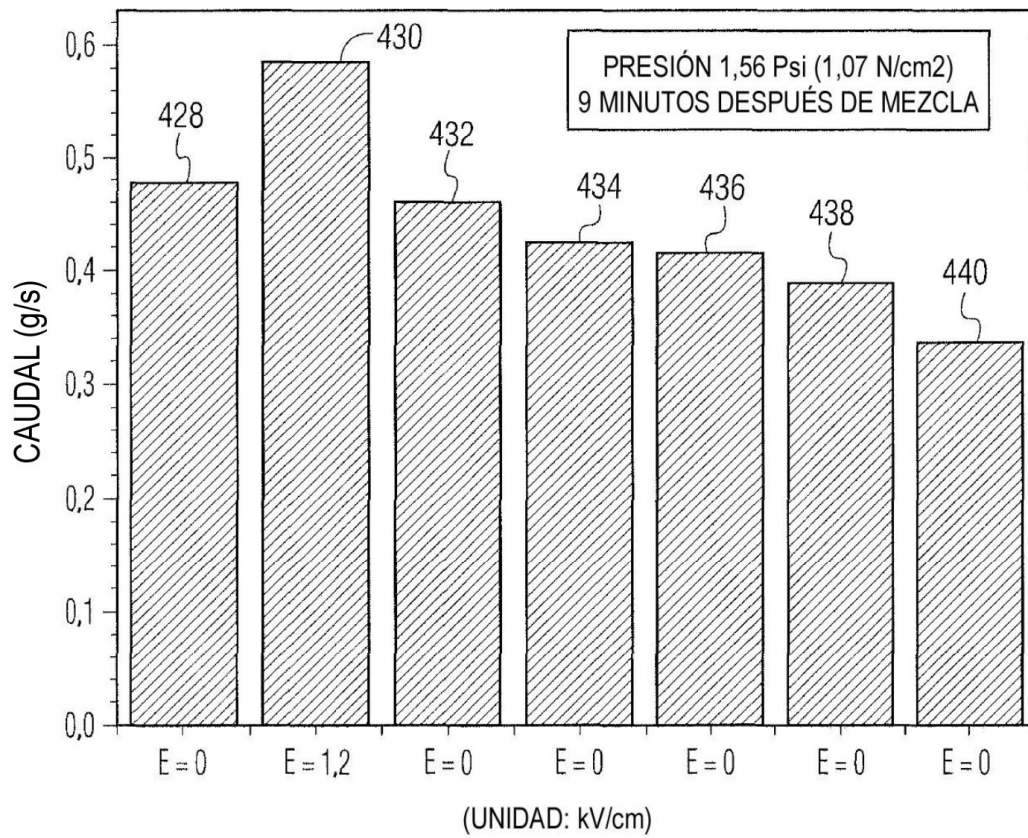


FIG. 4D

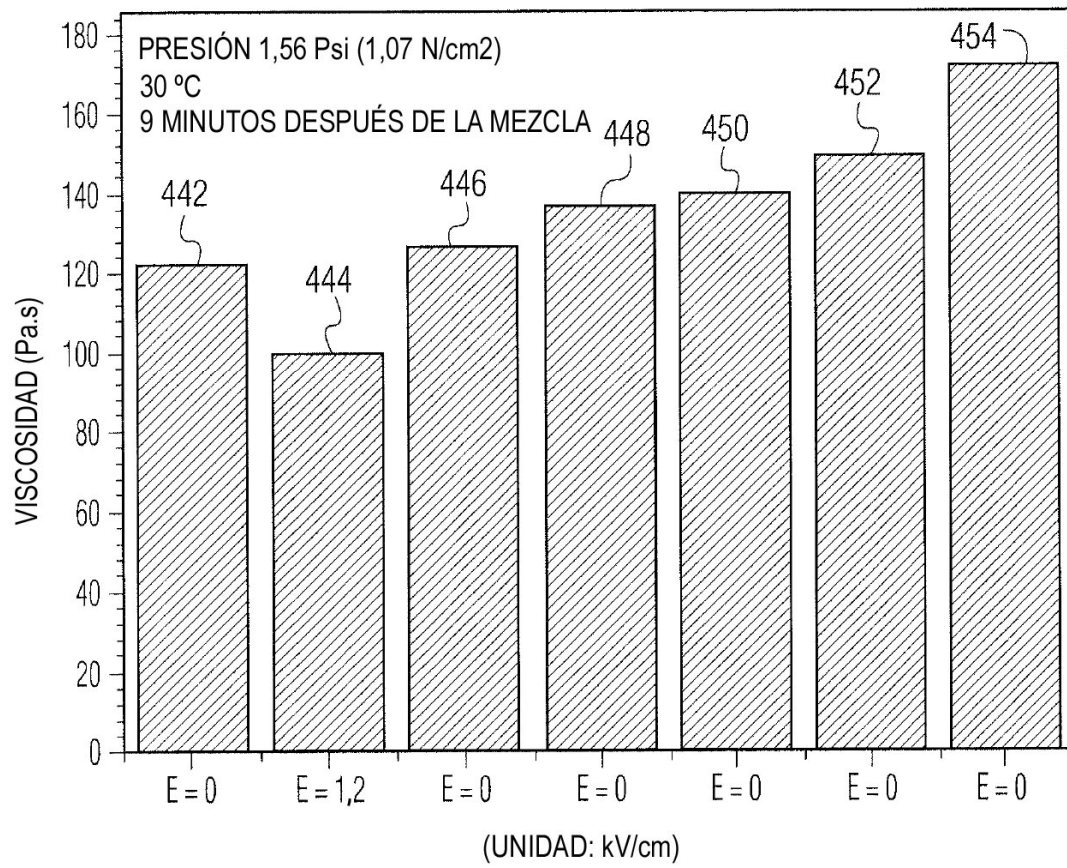
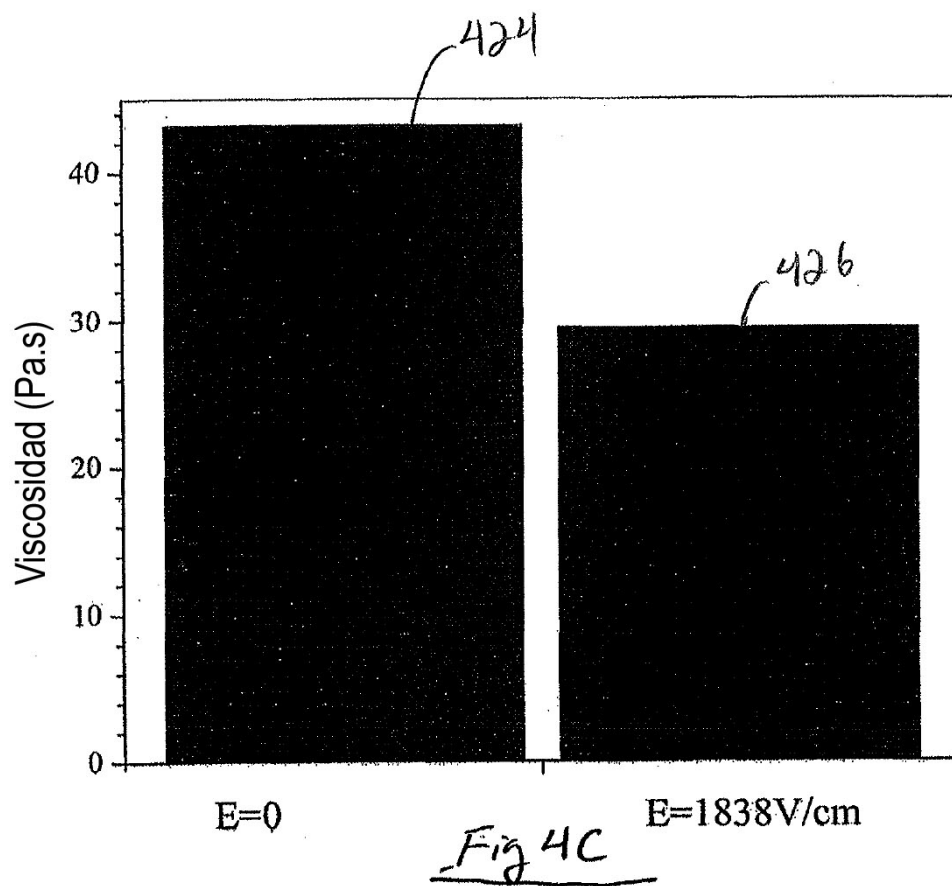


FIG. 4E



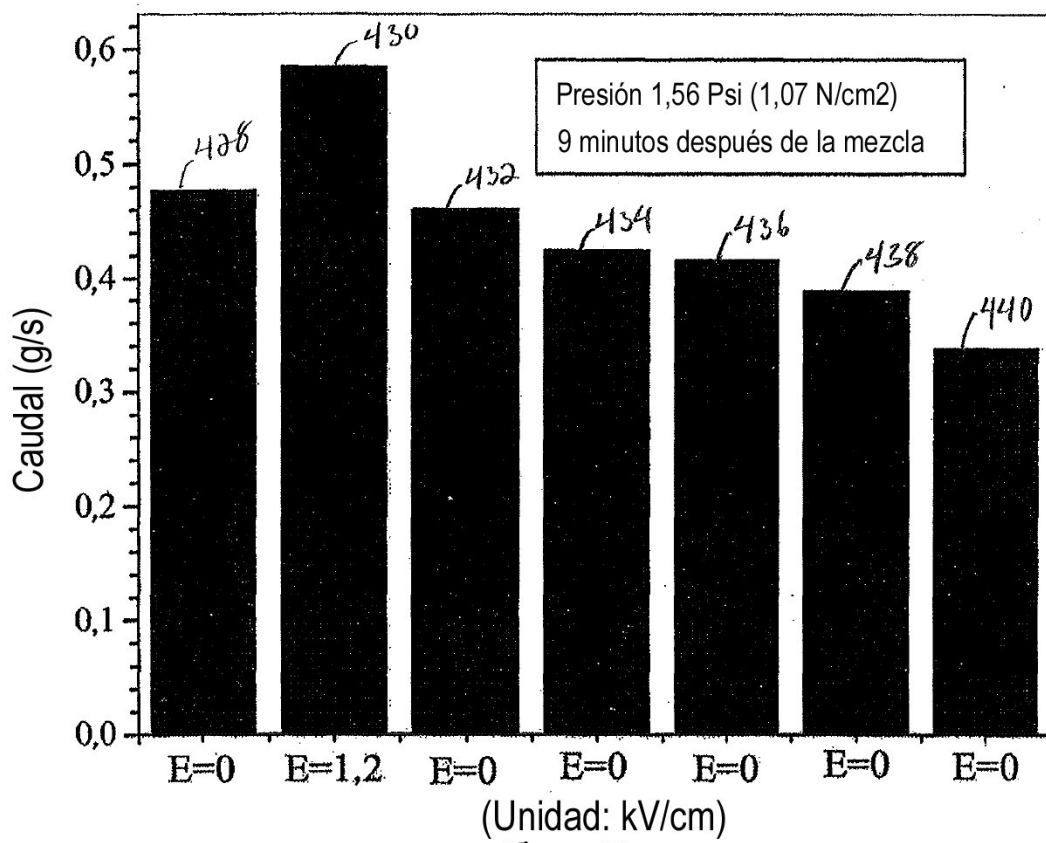


Fig 4D

