

DISEÑO DE BOQUILLA/CABEZAL PARA POLIESTIRENO

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

[0001] La presente solicitud reivindica prioridad de la solicitud de patente de EE.UU. No 15/085,464, presentada el 30 de marzo de 2016.

CAMPO DE LA INVENCION

[0002] Las modalidades de la presente divulgación hacen referencia en general a contenedores de intercambio de fluidos. Más particularmente, las modalidades de la presente divulgación se refieren a boquillas del desvolatilizador y a métodos para distribuir fluido dentro de contenedores de intercambio de fluido.

ANTECEDENTES

[0003] El polímero puede recuperarse de un reactor de polimerización y alimentarse a un desvolatilizador en el que componentes como monómeros sin reaccionar o disolventes pueden extraerse del polímero. Por ejemplo, las sustancias volátiles se pueden extraer mediante destilación al vacío, desvolatilización instantánea, separación, aumento del área superficial del polímero o sus combinaciones. El área superficial de un polímero puede aumentarse al pasar el polímero a través de una boquilla del desvolatilizador, que es una disposición de uno o más tubos de flujo que tienen pequeñas perforaciones u orificios dirigidos hacia abajo en un contenedor para descargar el polímero fundido hacia abajo desde los orificios en hilos verticales continuos. Los hilos de polímero proporcionan un área superficial aumentada para la desvolatilización del polímero. A medida que los hilos de polímero caen en el contenedor del desvolatilizador, el monómero sin reaccionar y el disolvente se liberan mientras que los hilos de polímero se acumulan en el fondo del contenedor. El polímero desvolatilizado se puede enviar entonces a las etapas posteriores del procesamiento del polímero.

RESUMEN DE LA INVENCION

[0004] La presente divulgación proporciona un contenedor del desvolatilizador. El contenedor del desvolatilizador incluye un cabezal del contenedor con una pluralidad de inserciones alternadas del cabezal del contenedor. Se dispone una pluralidad de tubos de flujo laterales en una configuración paralela. Cada tubo de flujo lateral entra en el cabezal del contenedor a través de una de las inserciones alternadas del cabezal del contenedor con una única inserción del cabezal del contenedor por cada tubo de flujo lateral. Cada tubo de flujo lateral tiene una sección perforada ubicada dentro del cabezal del contenedor. La sección perforada tiene una sección transversal no circular. La sección transversal no circular tiene la forma de un sector circular, un sector elíptico o un cuadrilátero irregular.

[0005] La presente divulgación proporciona un método. El método incluye pasar un polímero fundido a través de tubos de flujo laterales de un cabezal del contenedor de un contenedor del desvolatilizador. Los tubos de flujo laterales están dispuestos en una configuración paralela y entran en el cabezal del contenedor a través de una pluralidad de inserciones alternadas del cabezal del contenedor con una única inserción del cabezal del contenedor por tubo de flujo lateral. El polímero fundido sale de los tubos de flujo laterales como hilos a través de las perforaciones en los tubos de flujo laterales dentro del cabezal del contenedor. Los tubos de flujo laterales tienen una sección transversal no circular. La sección transversal no circular tiene la forma de un sector circular, un sector elíptico o un cuadrilátero irregular. El método incluye la obtención de polímero desvolatilizado.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0006] La presente divulgación puede entenderse a partir de la siguiente descripción detallada cuando se lee con las figuras adjuntas.

[0007] La Figura 1A es una vista en planta superior de un diseño del cabezal del contenedor de distribución de polímero fundido de acuerdo con ciertas modalidades de la presente divulgación.

[0008] La Figura 1B es una vista parcial en planta lateral de un diseño del contenedor de distribución de polímero fundido de acuerdo con ciertas modalidades de la presente divulgación.

[0009] La Figura 2A es una vista parcial en sección transversal de una estructura de soporte interna a lo largo de una pared interna de un cabezal del contenedor de acuerdo con ciertas modalidades de la presente divulgación.

[0010] La Figura 2B es una vista parcial en sección transversal de una estructura de soporte interna alterna a lo largo de una pared interna de un cabezal del contenedor de acuerdo con ciertas modalidades de la presente divulgación.

[0011] La Figura 3A es una vista lateral en sección transversal de una estructura de soporte interna de acuerdo con ciertas modalidades de la presente divulgación.

[0012] La Figura 3B es una vista lateral en sección transversal de una estructura de soporte interna de acuerdo con ciertas modalidades de la presente divulgación.

[0013] La Figura 3C es una vista lateral en sección transversal de una estructura de soporte interna de acuerdo con ciertas modalidades de la presente divulgación.

[0014] La Figura 4 es una vista lateral en sección transversal de una conexión soldada del tubo de flujo lateral de acuerdo con ciertas modalidades de la presente divulgación.

[0015] La Figura 5 es una vista lateral en sección transversal de una conexión de brida exterior del tubo de flujo lateral de acuerdo con ciertas modalidades.

[0016] La Figura 6A es una vista en sección transversal de una conexión de brida interior del tubo de flujo lateral de acuerdo con ciertas modalidades de la presente divulgación.

[0017] La Figura 6B es una vista en sección transversal de una conexión de brida interior del tubo de flujo lateral de acuerdo con ciertas modalidades de la presente divulgación.

[0018] La Figura 7 es una vista en sección transversal ampliada de un orificio de la boquilla que muestra un ángulo del hilo de acuerdo con ciertas modalidades de la presente divulgación.

[0019] La Figura 8 es un esquema de un patrón de orificios de la boquilla de acuerdo con ciertas modalidades de la presente divulgación.

[0020] Las Figuras 9 y 10 son vistas en sección transversal ampliadas de orificios cónicos de la boquilla de acuerdo con ciertas modalidades de la presente divulgación.

[0021] La Figura 11 es una vista en sección transversal de una boquilla del desvolatilizador que tiene una sección transversal en forma de un sector elíptico de acuerdo con ciertas modalidades de la presente divulgación.

[0022] La Figura 12 es una vista en sección transversal de la boquilla del desvolatilizador que tiene una sección transversal en forma de un sector circular de acuerdo con ciertas modalidades de la presente divulgación.

[0023] La Figura 13 es una vista en sección transversal de la boquilla del desvolatilizador que tiene una sección transversal en forma de un cuadrilátero irregular de acuerdo con ciertas modalidades de la presente divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0024] A continuación se proporcionará una descripción detallada. La siguiente divulgación incluye modalidades, versiones y ejemplos específicos. Sin embargo, la divulgación no se limita a estas modalidades, versiones o ejemplos, los cuales se incluyen para que una persona normalmente versada en la materia lleve a cabo y haga uso de la divulgación cuando la información contenida en la misma se combina con la información y tecnología disponibles.

[0025] A continuación se muestran varios de los términos que se emplean en el presente documento. En la medida en que más adelante no se defina un término empleado en una reivindicación, se le debe dar la definición más amplia que los expertos en la

materia relacionada le han dado a ese término, tal como se refleja en publicaciones impresas y patentes emitidas. Además, a menos que se especifique lo contrario, todos los compuestos descritos en el presente documento pueden estar sustituidos o no sustituidos y la lista de compuestos incluye derivados de los mismos.

[0026] Además, se pueden especificar expresamente más adelante varios rangos y/o limitaciones numéricas. Se debe reconocer que, a menos que se indique lo contrario, se pretende que los puntos finales sean intercambiables. Cuando se especifiquen expresamente los rangos numéricos o las limitaciones numéricas, debe entenderse que tales rangos o limitaciones incluyen rangos o limitaciones iterativas de magnitud similar que se encuentran dentro de los rangos o las limitaciones que se especifican expresamente (por ejemplo, de aproximadamente 1 a aproximadamente 10 incluye, 2, 3, 4, etc.; superior a 0,10 incluye 0,11, 0,12, 0,13, etc.).

[0027] Ciertas modalidades de la presente divulgación hacen referencia a un cabezal del contenedor que tiene múltiples tubos de flujo laterales (“tubos de flujo”). Los tubos de flujo están dispuestos en una configuración paralela y entran en el cabezal del contenedor a través de inserciones alternadas del cabezal con una única inserción del cabezal por tubo de flujo lateral. Dentro del contenedor, los tubos de flujo tienen secciones perforadas, también conocidas como boquillas o boquillas del desvolatilizador, que tienen secciones transversales no circulares. La sección transversal no circular tiene la forma de un sector circular, un sector elíptico o un cuadrilátero irregular. La mayoría de las perforaciones en el tubo de flujo tienen un ángulo máximo del hilo igual o inferior a los 45 grados, o 52 grados, o 52,5 grados o 65 grados.

Diseño del cabezal

[0028] Tal como se muestra en las Figuras 1A y 1B, un sistema de distribución de fluidos puede incluir un contenedor del desvolatilizador 100 que tiene un cabezal del contenedor 101 y un cuerpo del contenedor 128. El contenedor del desvolatilizador 100 se puede utilizar para la extracción de sustancias volátiles de un polímero antes de otros procesos de fabricación de polímeros, como la granulación (pellets) y formación.

[0029] El cabezal del contenedor 101 puede estar ubicado adyacente y sobre el cuerpo del contenedor 128. El cabezal del contenedor 101 puede conectarse al cuerpo del conector 128 mediante el uso de una conexión de brida 133, una conexión soldada o cualquier otro método de conexión que pueda brindar un sellado frente a fugas entre el cabezal del contenedor 101 y el cuerpo del contenedor 128, como sabría un experto en la materia. El cabezal del contenedor 101 y el cuerpo del contenedor 128 pueden proporcionar un entorno sustancialmente sellado para el procesamiento de un fluido. En modalidades, el cabezal del contenedor 101 y el cuerpo del contenedor 128 tienen una forma circular. En modalidades, el cuerpo del contenedor 128 es cilíndrico, cónico o truncado en forma

cónica, y el cabezal del contenedor 101 tiene forma de domo. En algunas modalidades, el cabezal del contenedor 101 y el cuerpo del contenedor 128 tienen una forma no circular. El cabezal del contenedor 101 y el cuerpo del contenedor 128 pueden estar formados mediante un material que soporta la presión diferencial entre el interior del contenedor y el exterior del contenedor, así como temperaturas elevadas en operaciones. Por ejemplo, sin limitación, el cabezal del contenedor 101 y el cuerpo del contenedor 128 pueden estar formados de acero. En algunas modalidades, el cabezal del contenedor 101 y el cuerpo del contenedor 128 incluyen aislamientos y/o placas de refuerzo que rodean el cabezal del contenedor 101 y el cuerpo del contenedor 128.

[0030] El cabezal del contenedor 101 y el cuerpo del contenedor 128 pueden dimensionarse de acuerdo con diversos criterios, tales como los requisitos de rendimiento de la desvolatilización del polímero, la velocidad de producción, la resistencia del material, el índice de presión y otros factores conocidos por expertos normalmente versados en la materia. En modalidades, el diámetro del cabezal del contenedor 101 y del cuerpo del contenedor 128 pueden estar entre 35 y 240 pulgadas, entre 50 y 210 pulgadas, o entre 70 pulgadas y 195 pulgadas.

[0031] Los tubos de flujo 102 pueden ubicarse cerca del punto de contacto del cuerpo del contenedor 128 y del cabezal del contenedor 101 para la distribución de fluido dentro del cuerpo del contenedor 128. Los tubos de flujo 102 pueden estar dispuestos sustancialmente paralelos a un plano del punto de contacto entre el cabezal del contenedor 101 y el cuerpo del contenedor 128, y pueden estar dispuestos además sustancialmente perpendiculares a las paredes laterales del cuerpo del contenedor 128.

[0032] En modalidades, el cabezal del contenedor 101 puede incluir entre 2 y 100, 2 y 90, 2 y 80, 2 y 70, 2 y 60, o 2 y 50 tubos de flujo 102. El número de tubos de flujo 102 puede ser una función del tamaño del contenedor, el tamaño del tubo de flujo, la forma del tubo de flujo, la tasa de producción, los requisitos de rendimiento, la resistencia del material y los requisitos de presión nominal. Los tubos de flujo 102 pueden ser tubos o conductos para el transporte de un fluido.

[0033] Con el fin de facilitar la extracción y el mantenimiento, los tubos de flujo 102 pueden ser aproximadamente rectos y pueden tener, opcionalmente, una tapa del extremo 130 que puede ser removible. La tapa del extremo 130 también se puede usar para proporcionar un soporte a los tubos de flujo 102 dentro del cabezal del contenedor 101 y se le puede dar forma para que cuide de cualquier curvatura interior del cabezal del contenedor 101.

[0034] Cada tubo de flujo 102 individual puede entrar en el cabezal del contenedor 101 a través de una única inserción del cabezal del contenedor 109 y ser soportado dentro del cabezal del contenedor 101 mediante una estructura de soporte interna 103. La

estructura de soporte interna 103 puede soldarse a la superficie interior del cabezal del contenedor 101 a través de las soldaduras 105. La estructura de soporte interna 103 puede soportar el extremo 104 de los tubos de flujo 102 dentro del cabezal del contenedor 101. Tal como se emplea en el presente documento, la inserción del cabezal del contenedor 109 incluye cualquier abertura creada en el cabezal del contenedor 101 a través de la cual un tubo de flujo 102 pasa a través del interior del cabezal del contenedor 101. La estructura de soporte interna 103 es un dispositivo que proporciona soporte mecánico al extremo de un tubo de flujo 102 opuesto a la inserción del cabezal del contenedor 109 dentro del cabezal del contenedor 101. Las inserciones del cabezal del contenedor 109 de los tubos de flujo 102 adyacentes pueden estar en lados opuestos del cabezal del contenedor 101, de manera que las inserciones del cabezal del contenedor 109 forman un patrón alternado. La separación entre los tubos de flujo 102 se minimiza mediante el uso de inserciones alternadas del cabezal del contenedor. La separación reducida puede resultar en un aumento en el área superficial utilizable del tubo de flujo dentro del cabezal del contenedor 101 y del cuerpo del contenedor 128. Como resultado del aumento en el área superficial utilizable, puede aumentarse la capacidad de rendimiento del contenedor del desvolatilizador 100.

[0035] La estructura de soporte interna 103 también puede formar un patrón alternado a lo largo del interior del cabezal del contenedor 101. Los tubos de flujo 102 se pueden conectar al cabezal del contenedor 101 mediante cualquier método que pueda sellar los tubos de flujo 102 en la inserción del cabezal del contenedor 109. Por ejemplo, los tubos de flujo 102 pueden soldarse a las inserciones del colector del contenedor 109, conectarse exteriormente mediante brida a las inserciones del cabezal del contenedor 109, conectarse interiormente mediante brida a las inserciones del cabezal del contenedor 109, o sus combinaciones.

[0036] El diseño de la estructura de soporte interna 103 puede implicar la consideración de su capacidad para aliviar las tensiones mecánicas en los tubos de flujo 102 y permitir la expansión y contracción térmica del cabezal del contenedor 101 en relación con los tubos de flujo 102. En modalidades, el diseño de la estructura de soporte interna 103 puede depender del tamaño del contenedor, las condiciones de operación del contenedor y el número y tipo de tubos de flujo 102.

[0037] Los tubos de flujo 102 pueden tener una conexión de brida 111 para conectarse herméticamente al colector de distribución exterior 107 para el transporte de fluido al interior del cabezal del contenedor 101. El colector de distribución exterior 107 puede suministrar fluido a los tubos de flujo 102. En algunas modalidades, se puede utilizar más de un colector de distribución exterior 107 para suministrar fluido a los tubos de flujo 102. En modalidades, a los tubos de flujo 102, que pueden estar presentes en un número par, se les puede suministrar fluido mediante dos colectores de distribución exteriores 107. Dichas modalidades pueden dar como resultado el mismo número de tubos de flujo 102 suministrados por cada colector de distribución exterior 107, lo que puede simplificar el

diseño del colector de distribución exterior 107 y facilitar la distribución uniforme del fluido. En modalidades alternas, el contenedor del desvolatilizador 100 puede incluir un número impar de tubos de flujo 102.

[0038] Las conexiones de brida 111, las piezas extraíbles como la tapa del extremo 130 y la estructura de soporte interna 103 permiten el acceso a los componentes respectivos para su inspección, limpieza y mantenimiento. Además, las conexiones de brida 111 permiten cambiar o reemplazar los tubos de flujo 102 de manera individual, lo que permite su reparación y modificación. Además, las conexiones de brida 111 brindan la capacidad de bloquear los tubos de flujo 102 individuales para reducir la capacidad del contenedor del desvolatilizador 100, mantener velocidades de flujo y patrones óptimos en el cabezal del contenedor 101 y aislar los tubos de flujo 102 individuales debido a daños o taponamientos. Las conexiones de brida 111 también pueden proporcionar la capacidad de introducir placas de orificio o placas de restricción para la gestión de la distribución de polímeros dentro del cabezal del contenedor 101 y el cuerpo del contenedor 128.

[0039] En algunas modalidades, el diámetro de las conexiones de brida 111 puede ser lo suficientemente grandes como para que las bridas adyacentes estén en contacto o se superpongan en caso de encontrarse alineadas. En tales modalidades, las conexiones de brida 111 pueden estar escalonadas 110 de manera que las conexiones de brida 111 no se alineen, o no se alineen directamente, con las conexiones de brida 111 adyacentes. Las conexiones de brida 111 escalonadas pueden disminuir la separación del tubo de flujo 112 y aumentar el número de tubos de flujo 102 dentro del cabezal del contenedor 101. Como se emplea en el presente documento, la alineación escalonada se refiere a la disposición de las conexiones de brida 111 fuera del cabezal del contenedor 101 en una dirección perpendicular al eje longitudinal de las conexiones de brida 111 de manera que las bridas 111 adyacentes no están en un plano aproximadamente horizontal. Dicha alineación, configuración o patrón escalonado se puede lograr al variar la distancia desde el cabezal del contenedor 101 hasta las conexiones de brida 111 adyacentes. La disminución de la separación del tubo de flujo 112 puede estar limitada por requisitos mínimos de separación de la raíz de la soldadura (que se analizan más adelante con referencia a las Figuras 2A-3C). Las modalidades con conexiones de brida 111 escalonadas 110 pueden permitir que se coloquen un mayor número de tubos de flujo 102 en el cabezal del contenedor 101, lo que puede aumentar la sección perforada 132 y la capacidad del sistema de distribución de fluido.

[0040] Los tubos de flujo 102 incluyen la sección de flujo 134 acoplada con la sección perforada 132. La sección de flujo 134 conduce el polímero fundido desde una fuente de polímero exterior hasta la sección perforada 132 dentro del cabezal del contenedor 101. La sección perforada 132, también denominada boquilla o boquilla del desvolatilizador, puede incluir una o más perforaciones u orificios a través de los cuales puede salir el polímero fundido y formar hilos 127. La sección perforada 132 se puede

ubicar dentro del cabezal del contenedor 101. Los tubos de flujo 102 pueden estar dispuestos con inserciones paralelas y alternadas del cabezal del contenedor 109 para aumentar el número de tubos de flujo 102 y el área superficial del tubo de flujo utilizable, por ejemplo el área adecuada para la sección perforada 132, dentro del cabezal del contenedor 101. En modalidades, los tubos de flujo 102 pueden estar dispuestos paralelos entre sí para disminuir la separación del tubo de flujo 112 y aumentar el número de tubos de flujo 102 que pueden colocarse dentro del cabezal del contenedor 101. La separación del tubo de flujo 112 se refiere a la distancia más cercana entre las superficies exteriores de los tubos de flujo 102 adyacentes dentro del cabezal del contenedor 101, medido perpendicularmente en relación con la superficie de los tubos de flujo 102. Las modalidades que utilizan una disposición paralela del tubo de flujo 102 con inserciones alternadas del cabezal del contenedor 109 pueden aumentar la capacidad de rendimiento del polímero a través del contenedor del desvolatilizador 100. En modalidades, la separación del tubo de flujo 112 puede ser de 1 a 10 pulgadas, de 1 a 8 pulgadas, o de 1,5 a 6 pulgadas.

[0041] Las inserciones del cabezal del contenedor 109 pueden alternarse entre los lados del cabezal del contenedor 101. La estructura de soporte interna 103 se puede ubicar a lo largo de la superficie interior del cabezal del contenedor 101 opuesta a las inserciones del cabezal del contenedor 109. Un patrón alternado puede incluir una inserción del cabezal del contenedor 109 ubicada adyacente a la estructura de soporte interna 103. Por ejemplo, se puede crear y repetir una base interior a lo largo de la superficie interior del cabezal del contenedor 101. El patrón alternado de los tubos de flujo 102 puede extenderse sustancialmente a través de toda la sección transversal del cabezal del contenedor 101.

[0042] En modalidades, los tubos de flujo 102 se pueden conectar directamente al cabezal del contenedor 101 a través de las conexiones soldadas 106 en las inserciones del cabezal del contenedor 109. Las conexiones soldadas 106 pueden conectar estructural y herméticamente los tubos de flujo 102 al cabezal del contenedor 101 mientras se conserva la integridad estructural del cabezal del contenedor 101.

[0043] El contenedor del desvolatilizador 100 puede tener una salida de polímero desvolatilizado 120 y una salida de vapor volátil 126. La salida de polímero desvolatilizado 120 se puede conectar en o cerca del fondo del contenedor del desvolatilizador 100 y se puede usar para transportar el polímero desvolatilizado a las unidades de procesamiento descendentes. La salida de polímero desvolatilizado 120 puede incluir uno o más tubos y/o conexiones para facilitar la recolección del polímero o reducir el tamaño requerido de la bomba. La salida de vapor volátil 126 se puede conectar en o cerca de la parte superior del cuerpo del contenedor 128 y/o del cabezal del contenedor 101 y se usa para extraer las sustancias volátiles que salen del polímero dentro del contenedor del desvolatilizador 100. La salida de vapor volátil 126 puede incluir uno o más tubos y/o conexiones para equilibrar los flujos de vapor. La Figura 1A indica la dirección del flujo 108 a través de los tubos de

flujo 102 mientras que la Figura 1B indica la dirección del flujo de polímero 124 en el contenedor del desvolatilizador 100.

[0044] En modalidades, el polímero fundido se alimenta al contenedor del desvolatilizador 100 a través de los tubos de flujo 102. Por ejemplo, el polímero fundido se puede alimentar al contenedor del desvolatilizador 100 desde uno o más sistemas de desvolatilización ascendentes, como un desvolatilizante instantáneo. El polímero fundido fluye hacia y a través de los tubos de flujo 102 y sale de las secciones perforadas 132 en forma de hilos 127 que se acumulan y se vuelven a juntar en el fondo del cuerpo del contenedor 128 como masa fundida 122. Las sustancias volátiles salen de los hilos de polímero 127. En modalidades, el contenedor del desvolatilizador 100 se usa para extraer sustancias volátiles, tales como monómero de estireno, del poliestireno. En modalidades, el polímero desvolatilizado es poliestireno que contiene un valor igual o inferior a aproximadamente 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100 o 50 ppm de monómero de estireno. Las sustancias volátiles salen de los hilos 127 y salen del cuerpo del contenedor 128 a través de la salida de vapor volátil 126. El polímero desvolatilizado sale del cuerpo del contenedor 128 a través de la salida de polímero desvolatilizado 120, que puede transmitir el polímero desvolatilizado a una operación de acabado, como un granulador.

[0045] Haciendo referencia a la Figura 2A, la separación del tubo de flujo 112 puede estar limitada por la separación de la raíz de la soldadura 201. La raíz de la soldadura 204 se refiere a un punto o puntos en los que la parte posterior de una soldadura intersecta la superficie o superficies del metal base. En modalidades, el metal base es la pared del cabezal del contenedor 101. Algunas modalidades tienen un espacio mínimo de una pulgada entre las raíces de la soldadura 204, en función de la zona afectada por el calor de la soldadura. El espacio de una pulgada puede evitar posibles problemas de soldadura debido a los esfuerzos presentes en la zona afectada por el calor de la soldadura. Al evitar la zona afectada por el calor, se puede prevenir el alivio de esfuerzo, lo que puede reducir los costos y el tiempo de fabricación. En modalidades, una separación común del tubo de flujo 112 puede ser menor o igual a cuatro pulgadas, menor o igual a tres pulgadas, o menor o igual a dos pulgadas. Al alternar las inserciones del cabezal del contenedor 109 y la estructura de soporte interna 103, se cumple aún con los requisitos mínimos de separación de la soldadura y los requisitos de refuerzo del contenedor se pueden cumplir de manera más fácil. Tal como se emplea en el presente documento, “requisitos de refuerzo del contenedor” se refiere a los requisitos de ingeniería para la construcción de contenedores como se describe en ASME, sección VIII, división 1. Como resultado de la configuración alternada, la separación del tubo de flujo 112 puede disminuir, lo que puede permitir que se coloquen más tubos de flujo 102 en el cabezal del contenedor 101, y así aumentar la sección perforada 132.

[0046] En modalidades, la base de soporte 205 puede estar soldado o conectado de otro modo a la superficie interior del cabezal del contenedor 101. La soldadura 105 puede ubicarse a lo largo de una porción o porciones del interior de la base de soporte 205 para formar una soldadura por arco 202 a lo largo de la parte inferior, superior, o ambas, de la base de soporte 205. Como se emplea en el presente documento, una soldadura por arco 202 se refiere a una sección de una soldadura o grupo de soldaduras que se extienden en un arco a lo largo del perímetro interior de la base de soporte 205, pero no continúa alrededor de todo el perímetro de la base de soporte 205. En modalidades, el uso de una soldadura por arco 202 y, en particular, un interior de la soldadura por arco para la base de soporte 205, para conectar la base de soporte 205 a la superficie interior del cabezal del contenedor puede afectar los requisitos de separación de la raíz de la soldadura 201, incluida la separación mínima entre las raíces de la soldadura. La soldadura por arco 202 puede continuar alrededor de la parte inferior, superior o la parte inferior y superior de la base de soporte 205 en la medida en que la soldadura por arco 202 no esté más cerca que la separación mínima de la raíz de la soldadura 201 a una conexión soldada 106 adyacente. En modalidades en las que la base de soporte 205 incluye una sección de tubo o conducto de mayor diámetro que los tubos de flujo 102, la base de soporte 205 se puede conectar a la superficie interior del cabezal del contenedor con el uso de la soldadura por arco 202 colocada a lo largo del perímetro interior de la parte superior, inferior, o ambas, de la base de soporte 205. La colocación de la soldadura por arco 202 a lo largo de la unión interior de soporte, en lugar de la exterior, permite que la soldadura por arco 202 se extienda más alrededor del interior de la base de soporte 205 sin violarla la separación de una pulgada entre las raíces de la soldadura 204. En modalidades, la base de soporte 205 incluye una media sección de tubo y la soldadura por arco 202 se coloca a lo largo del perímetro interior e inferior de la base de soporte 205 en la medida en que la soldadura por arco 202 no se ubique más cerca que la separación mínima requerida de la raíz de la soldadura 201, que puede evitar posibles problemas de soldadura debido a los esfuerzos presentes en la zona afectada por el calor de la soldadura. Al evitar la zona afectada por el calor, no es necesario aliviar el esfuerzo, lo que puede reducir los costos y el tiempo de fabricación.

[0047] Haciendo referencia a las Figuras 2A y 3A, la estructura de soporte interna puede ser una base de soporte 205 sobre la que reposa directamente el extremo 104. Alternativamente, el extremo 104 puede reposar indirectamente sobre la base de soporte 205 como resultado de un dispositivo móvil, como un manguito deslizante o rodamiento, que se coloca entre la base de soporte 205 y el extremo 104 para permitir el movimiento. Como se emplea en el presente documento, la base de soporte 205 se refiere a cualquier estructura capaz de soportar el extremo 104, que incluye, pero no se limita a, una sección de tubo de mayor diámetro que el extremo 104 o una media sección de tubo orientada de tal manera que el extremo 104 reposará en una posición estable cuando se coloca al interior. La base de soporte 205 puede tener la forma necesaria para soportar el extremo 104 según consideraciones que incluyen, entre otras, una forma no circular del tubo de flujo 102 y

cualquier ángulo que se pueda producir debido a una curvatura en la superficie interior del cabezal del contenedor. En modalidades, la base de soporte 205 puede soldarse a la superficie interior del cabezal del contenedor 101 a través de soldaduras 105. El extremo 104 puede soportarse al colocarse en la base de soporte 205. La base de soporte 205 puede tener cualquier longitud 310 suficiente para soportar el extremo 104 durante la operación y el mantenimiento. La longitud 310 de la base de soporte 205 se puede ver afectada por diversos factores, incluidos, entre otros, los requisitos de expansión y contracción térmica, el tamaño del contenedor, la longitud y el diámetro del tubo de flujo y las condiciones de funcionamiento del contenedor, incluida la temperatura de funcionamiento. Cualquier longitud 310 más allá de la necesaria para soportar el extremo 104 puede reducir el área superficial del tubo de flujo 102 para su uso dentro del cabezal del contenedor 101 al cubrir un área que de otra manera podría usarse para la sección de perforación 132.

[0048] En modalidades que se muestran en las Figuras 2B y 3B, la estructura de soporte interna es una base deslizante 300. Como se emplea en el presente documento, la base deslizante 300 incluye una estructura de soporte 209, por ejemplo una viga de soporte o riel, ubicada sobre el tubo de flujo 102 asociado dentro del cabezal del contenedor 101, en donde el soporte está provisto de un gancho 207 que conecta la estructura de soporte 209 y el tubo de flujo 102. El gancho 207 puede moverse con relación a la estructura de soporte 209, lo que puede permitir el movimiento en respuesta a las fuerzas de expansión o contracción térmica. El movimiento resultante reduce el esfuerzo en la pared del cabezal del contenedor y el tubo de flujo 102. En modalidades, la base deslizante 300 puede permitir el movimiento del tubo de flujo 102 de menos de o igual a 12 pulgadas, o de menos de o igual a 3 pulgadas, o de menos de o igual a 1 pulgada para tener en cuenta la expansión térmica del cabezal del contenedor 101 durante el funcionamiento y permitir la extracción del tubo de flujo 102 para fines de mantenimiento o limpieza. En modalidades, la estructura de soporte 209 puede ser una sección de una viga en doble T soldada al interior del cabezal del contenedor 101. La estructura de soporte 209 puede ser una sección de tubo o conducto. La estructura de soporte 209 puede extenderse desde la superficie interior del cabezal del contenedor 101 aproximadamente de manera horizontal por encima del tubo de flujo 102 a una longitud 310 de menos de 12 pulgadas, o menos de 6 pulgadas, o menos de 2 pulgadas. En una modalidad, la base de soporte 205 que se representa en las Figuras 2A y 3A puede extenderse a la misma longitud 310 desde el interior de la superficie del cabezal del colector 101 como la base deslizante 300.

[0049] El gancho 207 puede incluir una abrazadera de viga o un rodillo de viga 208, una barra de soporte 210 y una abrazadera de tubo, un rodillo o un soporte 206. La abrazadera de viga o el rodillo de viga 208 se pueden conectar a la estructura de soporte 209. Por ejemplo, la abrazadera de viga o el rodillo de viga 208 se pueden sujetar o conectar de otra manera a la estructura de soporte 209 conservando su movimiento. El soporte 206 soporta el tubo de flujo 102. En modalidades en las que el soporte 206 es una

abrazadera de tubo, el soporte 206 puede fijarse con relación al tubo de flujo 102. El uso de un rodillo como soporte 206 puede permitir el movimiento en relación con el tubo de flujo 102. La barra de soporte 210 puede ser una conexión mecánica entre la abrazadera de viga o el rodillo de viga 208 y el soporte 206. Por ejemplo, la barra de soporte 210 puede tener un extremo roscado asegurado por una tuerca roscada. En modalidades, el rodillo de viga 208 y la barra de soporte 210 son un único dispositivo que puede conectarse directamente al tubo de flujo 102, por ejemplo, a través de una conexión soldada a la parte superior del tubo de flujo 102.

[0050] En modalidades, el gancho 207 se puede conectar al tubo de flujo 102 en o cerca del extremo 104 o la tapa del extremo 130, tal como con una soldadura en la parte superior del tubo de flujo 102 o una conexión roscada que se extiende hacia el interior del tubo de flujo 102 a la que puede accederse a través de la tapa del extremo 130. Dicha configuración no obstruye el área superficial inferior del tubo de flujo 102, lo que permite un aumento en la sección perforada 132 dentro del cabezal del contenedor 101 y un aumento en la capacidad.

[0051] En modalidades, la base deslizante 300 puede estar soldada o conectada de otro modo al interior del cabezal del contenedor 101. Las soldaduras de la estructura de soporte 203 no están generalmente alineadas horizontalmente con las conexiones soldadas 106, ya que las soldaduras de la estructura de soporte 203 se muestran sobre el plano horizontal de las conexiones soldadas 106 en la Figura 2B. Las soldaduras de la estructura de soporte 203 que se ilustran en la Figura 2B se muestran como puntos individuales para fines de ilustración. En modalidades, las soldaduras de la estructura de soporte 203 pueden ser cualquier tipo de soldadura, que incluyen, pero no se limitan a, soldaduras por puntos o soldaduras de sellado, como sabría un experto en la materia. La configuración de soldadura resultante puede reducir o eliminar cualquier complicación al cumplir con los requisitos de soldadura ASME, lo que puede reducir la dificultad de instalación. Además, esta configuración de soldadura puede reducir las complicaciones en el mantenimiento de una separación mínima de 1 pulgada entre las raíces de la soldadura 204 y permitir una reducción en la separación del tubo de flujo 112. En modalidades, el uso de la base deslizante 300 para disminuir la separación del tubo de flujo 112 puede permitir un aumento en el número de tubos de flujo 102 dentro del cabezal del contenedor 101, aumentar la sección perforada 132 dentro del cabezal del contenedor 101 y aumentar la capacidad de rendimiento asociada del contenedor del desvolatilizador 100.

[0052] Con referencia a la Figura 3C, el extremo 104 opuesto a la inserción del cabezal del contenedor 109 puede ser soportado por el cabezal del contenedor 101 utilizando un diseño en el cual el cabezal del contenedor 101 forma una cavidad de soporte 304. El cabezal del contenedor 101 puede diseñarse de manera que una pequeña sección del cabezal del contenedor 101 se hunda hacia afuera desde el interior del contenedor para permitir que el extremo 104 pase en la cavidad de soporte 304 y sea soportado. El extremo

104 puede deslizarse en la cavidad de soporte 304 para permitir el movimiento en respuesta a las fuerzas de expansión térmica. El extremo del tubo de flujo 104 puede reposar directamente en la cavidad de soporte 304 o puede reposar indirectamente en la cavidad de soporte 304 como resultado de un dispositivo móvil, como un manguito deslizante o un rodamiento, que se coloca entre la superficie superior de la cavidad de soporte 304 y el extremo 104 para permitir el movimiento. La cavidad de soporte 304 puede conectarse herméticamente al cabezal del contenedor 101 como resultado de haberse formado al mismo tiempo que el cabezal del contenedor 101, de haberse soldado al cabezal del contenedor 101 o de cualquier otro método conocido por un experto en la materia que sea capaz de formar una conexión sustancialmente sellada al cabezal del contenedor 101. En modalidades, la cavidad de soporte 304 en el cabezal del contenedor 101 puede extenderse menos o igual a 12 pulgadas, o menos o igual a 6 pulgadas, o menos o igual a 3 pulgadas más allá de la superficie exterior del cabezal del contenedor 101. La sección perforada 132 puede extenderse sustancialmente en toda la longitud entre las superficies interiores del cabezal del contenedor 101 y, por lo tanto, maximizar el área superficial disponible para la sección perforada 132.

[0053] Haciendo referencia a la Figura 4, los tubos de flujo soldados 400 pueden conectarse directamente al cabezal del contenedor 101 mediante el uso de conexiones soldadas 106 en las inserciones del cabezal del contenedor 109. Las conexiones soldadas 106 pueden conectar estructural y herméticamente los tubos de flujo soldados 400 al cabezal del contenedor 101 mientras se conserva la integridad estructural del cabezal del contenedor 101. Con el tubo de flujo soldado 400 soldado al cabezal del contenedor 101 en la inserción del cabezal del contenedor 109, el tubo de flujo soldado 400 se fija y no se puede extraer. El tubo de flujo soldado 400 se puede conectar al colector de distribución exterior 107 mediante el uso de la brida del colector exterior 405, la conexión de brida 111 en el tubo de flujo soldado 400 y un dispositivo de conexión 406. En modalidades, el dispositivo de conexión 406 puede ser un conjunto de pernos además de un mecanismo de sellado, que puede evitar fugas dentro o fuera del cabezal del contenedor 101 desde la conexión de brida 111. El mecanismo de sellado puede ser de empaquetado, de soldadura, de arandelas, de una brida de perno o de cualquier otro medio o método conocido por los expertos en la materia. En modalidades, la porción perforada 132 de los tubos de flujo soldados 400 puede estar totalmente contenida dentro del cabezal del contenedor 101 a pesar que la sección de flujo 134 se extiende desde el interior del cabezal del contenedor 101 a través de la pared del cabezal del contenedor para la conexión al colector de distribución exterior 107 a través de la brida del colector exterior 405. El tubo de flujo soldado 400 puede extenderse a una distancia 410 desde la superficie exterior del cabezal del contenedor que varía de 48 pulgadas a 1 pulgada, o de 18 a 3 pulgadas, o de 12 a 6 pulgadas.

[0054] Haciendo referencia a la Figura 5, los tubos de flujo 500 pueden conectarse exteriormente mediante brida a las inserciones del cabezal del contenedor 109. Un tubo de flujo de brida exterior 500 se refiere a un tubo de flujo 500 que está conectado herméticamente al cabezal del contenedor 101 con el uso de una sección corta de tubo o conducto 402 que tiene un diámetro mayor que el tubo de flujo 500. La sección del conducto 402 se suelda a través de soldaduras 407 o, de lo contrario, se conecta al exterior del cabezal del contenedor 101 y se extiende a una corta distancia desde ahí. En modalidades, una conexión del tubo de flujo de brida exterior puede tener un diámetro que varía de 2 pulgadas a 36 pulgadas, o de 8 pulgadas a 24 pulgadas, o de 10 pulgadas a 20 pulgadas. El extremo extendido del tubo o conducto 402 puede tener una brida 403 para recibir la conexión de brida 111 del tubo de flujo 500 y la brida del colector exterior 405 para recibir el colector de distribución exterior 107. El diámetro más pequeño del tubo de flujo de brida exterior 500 pasa a través de la sección del conducto 402 hacia el cabezal del contenedor 101. La brida del colector exterior 405 se puede conectar a la conexión de brida 111 y la brida 403 con el dispositivo de conexión 406, como un conjunto de pernos y un mecanismo de sellado. Ejemplos de mecanismos de sellado incluyen empaquetado, arandelas, soldadura, bridas de perno y similares. El tubo de flujo de brida exterior 500 se puede remover para su limpieza o mantenimiento al extraer el dispositivo de conexión 406. En modalidades, la sección de flujo 134 puede extenderse desde la conexión de brida 111 hasta cerca de la pared interna del cabezal del contenedor 101, y la sección perforada 132 puede extenderse a través del interior del contenedor 101. Tales modalidades combinan una sección perforada 132 casi de pared a pared, o una sección perforada 132 completa de pared a pared cuando se usa en combinación con la cavidad de soporte 304, con la capacidad de extraer el tubo de flujo 500 para la limpieza y el mantenimiento.

[0055] Haciendo referencia a la Figura 6A, el tubo de flujo de brida interior 600 puede conectarse interiormente mediante brida a una inserción del cabezal del contenedor 109. El tubo de flujo de brida interior 600 puede referirse a una conexión en la que el cabezal del contenedor 101 tiene una conexión de brida en la pared del cabezal del contenedor 503, y el tubo de flujo de brida interior 600 tiene una conexión de brida 111 que está acoplada a la conexión en la pared del cabezal del contenedor 503. El fluido es suministrado mediante el colector de distribución exterior 107 que está conectado por la brida del colector exterior 405 a la superficie exterior de la pared del cabezal del contenedor 503. El colector de distribución exterior 107, la pared del cabezal del contenedor 503 y la conexión de brida 111 se pueden acoplar entre sí con el uso del dispositivo de conexión 406, como un conjunto de pernos y un mecanismo de sellado. En modalidades, la porción perforada 132 del tubo de flujo 600 puede reducirse en relación con el tubo de flujo 400 y el tubo de flujo 500 debido a que no se puede perforar una porción del tubo de flujo 600 cerca de la conexión de brida 111 en el interior del cabezal del contenedor 101. La boquilla de brida interior 600 se puede remover para limpiarla al extraer el dispositivo de conexión 406. El diseño de la boquilla de brida interior 600 puede

resultar en una capacidad reducida de rendimiento del sistema de distribución de fluido en relación con los tubos de flujo de brida exterior 400 y 500 debido a la reducción en la sección perforada 132 de la boquilla de brida interior 600.

[0056] Haciendo referencia a la Figura 6B, el tubo de flujo de brida interior 600 puede estar conectado mediante brida dentro del cabezal del contenedor 101. La brida del colector exterior 405 se puede soldar en la inserción del cabezal del contenedor 109 con las conexiones soldadas 106. La brida del colector exterior 405 puede extenderse hacia el cabezal del contenedor 101 a una distancia 601 que puede ser de 12 a 3 pulgadas. La brida del colector exterior 405 puede estar conectada mediante brida al tubo de flujo de brida interior 600 dentro del cabezal del contenedor 101. La brida del colector exterior 405 y la conexión de brida 111 se pueden acoplar entre sí con el uso del dispositivo de conexión 406, como un conjunto de pernos y un mecanismo de sellado. En modalidades, la porción perforada 132 puede reducirse con relación a los tubos de flujo de brida exterior 400 y 500 debido a la extensión de la brida del colector exterior 405 dentro del cabezal del contenedor 101. Dichas modalidades permiten que se pueda extraer el tubo de flujo de brida interior 600 para su limpieza y mantenimiento mediante la extracción del dispositivo de conexión 406. A pesar que las Figuras 4-6 muestran cada una el extremo del tubo de flujo soportado a través de una base de soporte, debe entenderse que se pueden usar otros soportes, como una base deslizante o una cavidad de soporte, en combinación con cualquiera de las modalidades descritas en este documento. *Diseño de boquilla*

[0057] Cada perforación en la boquilla del desvolatilizador (es decir, la sección perforada del tubo de flujo) puede tener un ángulo máximo del hilo. En algunas modalidades, la boquilla del desvolatilizador tiene una mayoría de perforaciones que tienen un ángulo máximo del hilo igual o inferior a los 45 grados, o 52 grados, o 52,5 grados, o 65 grados. Con referencia a la Figura 7, el ángulo del hilo puede usarse para ajustar la desvolatilización del polímero. Como se emplea en el presente documento, el ángulo del hilo se refiere a un ángulo en el que un hilo de polímero fluye desde el interior 116 de un tubo de flujo hacia el exterior 117 de la sección perforada 132 del tubo de flujo y sale de una perforación 115 con respecto a un eje vertical. Más específicamente, el ángulo del hilo se refiere a un ángulo θ entre (i) una línea del hilo 150 que se extiende 90 grados hacia afuera (como se muestra con el número de referencia 155) desde un punto central 160 de un plano 165 de la perforación 115 y (ii) una línea de plomada 170 que se extiende desde el punto central 160 del plano 165 de la perforación 115. La línea de plomada 170 puede estar aproximadamente paralela a la dirección de caída para un hilo de polímero que sale de la perforación 115. La eficiencia de la desvolatilización puede depender del espacio del hilo en el eje vertical. Tal como se emplea en el presente documento, el espacio del hilo se refiere al espacio que hay de centro a centro de los hilos a lo largo de las líneas paralelas hasta la línea de plomada 170. El ángulo óptimo del hilo puede verse afectado por el espacio del hilo y la perforación 115 que se sale del diámetro. En general, los ángulos del

hilo más grandes pueden requerir uno o ambos espacios del hilo más grandes o un diámetro de orificio más pequeño para mantener la eficiencia de la desvolatilización.

[0058] La totalidad o una porción de las perforaciones 115 pueden ser orificios de diámetro constante, orificios de diámetro cónico o sus combinaciones. Un orificio de diámetro constante se refiere a orificios que tienen aproximadamente el mismo diámetro a lo largo del orificio, como se muestra en las paredes laterales 162 y 163 paralelas, que se producen comúnmente, por ejemplo, mediante brocas rectas de diámetro constante. Un orificio de diámetro cónico se refiere a orificios que tienen diámetros diferentes en los lados interiores y exteriores de la boquilla, en donde las paredes laterales 162 y 163 no son paralelas en toda su longitud.

[0059] Sin estar limitado por la teoría, se cree que la eficiencia de la desvolatilización es aproximadamente constante para los ángulos del hilo en un rango de cero a 65 grados. Se cree además que la eficiencia de la desvolatilización disminuye significativamente para los ángulos del hilo de más de 65 grados. En algunas formas de modalidad, la sección perforada 132 del tubo de flujo, o la totalidad del tubo de flujo, tiene una sección transversal tal que el ángulo máximo del hilo varía de aproximadamente cero a 45 grados, o 52 grados, o 52,5 grados o 65 grados. En modalidades, la mayoría de las perforaciones 115 u orificios en la sección perforada 132 del tubo de flujo, como alternativa, sustancialmente todas las perforaciones 115 u orificios en el tubo de flujo de la sección perforada 132, tienen un ángulo máximo del hilo igual o inferior a los 45 grados, o 52 grados, o 52,5 grados o 65 grados. En modalidades, igual o mayor que el 50, 60, 70, 80, 90, 95 o 99 por ciento en peso de los hilos de polímero salen del tubo de flujo en un ángulo máximo del hilo igual o inferior a los 45 grados, o 52 grados, o 52,5 grados o 65 grados. El ángulo máximo del hilo puede variar según el espacio del hilo, el diámetro del hilo, el estrechamiento del hilo, el material que se está desvolatilizando y el diámetro de la perforación 115 utilizado para un diseño en particular.

[0060] La longitud o área perforable de la sección perforada 132 se puede ajustar para controlar la desvolatilización del polímero. La longitud perforable se refiere a la distancia lineal a lo largo del perímetro de una sección transversal de la sección perforada donde los orificios perforados en el tubo de flujo dan como resultado un ángulo del hilo adecuado para la desvolatilización. El área perforable de un tubo de flujo específico es el producto de la longitud perforable multiplicada por la longitud sin obstrucciones del tubo de flujo. La longitud de los tubos de flujo, así como otras dimensiones físicas del tubo de flujo, pueden estar limitadas por consideraciones generales del diseño del proceso, por ejemplo, la colocación y el soporte del tubo de flujo dentro del cuerpo del contenedor. El área perforable total es la suma del área perforable para todos los tubos de flujo. El tamaño del orificio, la densidad o ambos pueden tener un efecto en la eficiencia de la desvolatilización. La densidad del orificio se refiere al número de orificios por unidad de área, por ejemplo, pulgada cuadrada. El tamaño del orificio se refiere al diámetro promedio

de las perforaciones 115 en el tubo de flujo. En modalidades, el diámetro del orificio es de aproximadamente $1/32$ de pulgada a aproximadamente $7/64$ de pulgada, de aproximadamente $2/64$ de pulgada a aproximadamente $7/64$ de pulgada, o de aproximadamente $3/64$ de pulgada a aproximadamente $7/64$ de pulgada. En modalidades, la densidad del orificio es de aproximadamente 10 a aproximadamente 400 orificios/pulgada cuadrada, o de aproximadamente 50 a aproximadamente 55 orificios/pulgada cuadrada, o aproximadamente 52 orificios/pulgada cuadrada. En una modalidad, los orificios pueden estar separados de manera uniforme aproximadamente en el área perforable, por ejemplo, en un patrón de paso triangular de 60 grados, como se muestra en la Figura 8. En las modalidades, el espacio del orificio de centro a centro es de aproximadamente $5/32$ pulgadas. En modalidades, el tamaño del orificio se elige para que sea el más pequeño posible, evitando a la vez las características de contaminación del polímero en particular o del fluido del proceso. La separación del orificio se puede elegir equilibrando múltiples factores, incluidos los requisitos de resistencia (donde se puede desear una mayor separación), los requisitos de desvolatilización/densidad del orificio (donde se puede desear una menor separación), y la tendencia a que los hilos se agrupen cuando se colocan demasiado cerca. Por ejemplo, y sin limitación, la densidad del orificio en una placa de acero puede ser aproximadamente igual o superior a los 0,7.

[0061] La Figura 9 ilustra una modalidad de un orificio cónico 4000 que tiene un diámetro interior 4050 en la pared interna de la boquilla 4250 y un diámetro exterior 4100 en la pared externa de la boquilla 4300. El polímero fundido puede fluir desde el diámetro interior del orificio cónico 4000 hasta el diámetro exterior del orificio cónico 4000 para formar un hilo, como lo indica la flecha de flujo de referencia 4150. La longitud del orificio 4200 es igual al grosor de la pared de la sección perforada 132. En modalidades, el diámetro interior 4050 puede ser más pequeño que el diámetro exterior 4100. Alternativamente, el diámetro interior 4050 puede ser más grande que el diámetro exterior 4100. El estrechamiento puede ser un estrechamiento lineal, que se refiere a un ritmo de variación o pendiente aproximadamente constante entre los diámetros interiores y exteriores. Algunas modalidades incluyen orificios cónicos lineales que tienen un diámetro interior de aproximadamente $7/64$ pulgadas, diámetro exterior de aproximadamente $3/64$ pulgadas y una longitud de aproximadamente 0,375 pulgadas. La longitud y los diámetros reales del orificio pueden variar según los requisitos de clasificación de presión de la boquilla, el flujo del polímero, las propiedades del polímero y los objetivos de desvolatilización.

[0062] La Figura 10 ilustra una modalidad alterna de un orificio cónico 5000 que tiene un diámetro interior 5050 en la pared interna de la boquilla 5250, un diámetro exterior 5100 en la pared externa de la boquilla 5300 y una longitud 5200. El polímero fundido fluye desde el diámetro interior del orificio hasta el diámetro exterior del orificio para formar un hilo, como lo indica la flecha de flujo de referencia 5150. El perfil cónico en la

Figura 5 se puede denominar cono de embudo o un orificio cónico interior múltiple que tiene una porción de diámetro aproximadamente constante 5350 y una porción de diámetro no constante 5400. La porción de diámetro no constante 5400 puede comprender además un perfil lineal, un perfil no lineal o sus combinaciones. La longitud de la porción de diámetro constante 5350 puede ser aproximadamente menor, igual o mayor que la longitud de la porción de diámetro no constante 5400. En modalidades, la longitud de la porción de diámetro constante 5350 es mayor que la longitud de la porción de diámetro no constante 5400, por ejemplo, aproximadamente el doble de la longitud de la porción de diámetro no constante 5400.

[0063] El cono puede canalizar el polímero desde un diámetro interior más grande 5050 a un diámetro exterior más pequeño 5100. Alternativamente, el cono puede formar un embudo invertido (o cuerno) para hacer que el polímero fluya desde un diámetro interior más pequeño 5050 a un diámetro exterior más grande 5100. La porción de diámetro no constante 5400 puede incluir una porción de hombro 5500 que tiene un diámetro ligeramente curvado entre el diámetro interior 5050 y un diámetro de hombro 5570 y una altura de hombro 5580. La porción de diámetro no constante 5400 puede incluir una porción de boquilla ligeramente curvada 5600 adyacente a y que se alimenta en la porción de diámetro aproximadamente constante 5350. La porción de diámetro no constante 5400 puede incluir una porción aproximadamente lineal 5550 entre la porción de hombro 5500 y la porción de boquilla 5600. En modalidades, los orificios cónicos de embudo (orificios cónicos interiores múltiples) tienen un diámetro interior de aproximadamente 0,125 pulgadas, un diámetro de hombro de aproximadamente 0,1 pulgadas, una altura de hombro de aproximadamente 0,03, un diámetro exterior de aproximadamente 0,049, una longitud de porción de diámetro aproximadamente constante de aproximadamente 0,25 pulgadas, y una longitud de porción de diámetro no constante de aproximadamente 0,125. Los bordes de entrada representados en la Figura 10 no son pronunciados o planos, sino en cambio son una curvatura del radio inicial de 0,03 pulgadas (R0.03) y el segundo cono interior del radio de 3,0 pulgadas (R3.0). Los bordes cónicos o redondeados y las secciones de transición tienden a reducir la caída de presión.

[0064] En algunas modalidades, se pueden emplear orificios cónicos en una boquilla del desvolatilizador para disminuir los requisitos de resistencia de la estructura de la boquilla. Dichos orificios cónicos disminuyen los requisitos de resistencia al disminuir la caída de presión desde el interior hacia el exterior de la boquilla. La incorporación de orificios cónicos puede reducir los requisitos de resistencia aumentados que pueden surgir a medida que se introducen otras mejoras destinadas a reducir el contenido volátil. Por ejemplo, el uso de orificios cónicos puede mitigar la necesidad de materiales más fuertes que pueden complicar la fabricación y ser más costosos. Del mismo modo, los orificios cónicos pueden ayudar a compensar el aumento de esfuerzo y la tensión asociados con ciertas secciones transversales de la boquilla. En modalidades, los orificios cónicos pueden

reducir la caída de presión a través de una boquilla del desvolatilizador igual o mayor que aproximadamente 50, 60, 70, 80 o 85 por ciento con respecto a una boquilla del desvolatilizador idéntica que tiene orificios de diámetro constante. En modalidades, la concentración de esfuerzo en una placa de acero debida a los orificios cónicos es de aproximadamente 2,41. Sin estar limitado por la teoría, se cree que el cono de embudo proporciona un doble beneficio en que: (a) el diámetro interior más grande proporcionará reducciones significativas de la caída de presión; y (b) la porción de diámetro aproximadamente constante puede hacer que el hilo de polímero sea menos susceptible de hincharse. De nuevo, sin limitarse a la teoría, la porción de diámetro aproximadamente constante puede hacer que el hilo de polímero sea menos susceptible de hincharse al proporcionar un molde físico así como un tiempo de residencia para que las cadenas de polímero se orienten en el flujo o la dirección del hilo.

[0065] Las perforaciones de la boquilla se pueden realizar mediante perforación con taladro o mediante tecnología de chorro de agua a presión o mediante perforación con láser u otros métodos de mecanizado. Los orificios de diámetro constante se pueden hacer con brocas rectas. Por ejemplo, un orificio cónico lineal se puede hacer con una broca cónica (por ejemplo, cónica) o mediante escariado con una broca recta. Se puede hacer un orificio cónico de embudo (orificio cónico interior múltiple) mediante un chorro de agua a presión o al perforar un orificio recto seguido de una broca cónica o escariado de una porción del orificio. Los orificios se pueden hacer antes o después de la fabricación final. Por ejemplo, los orificios pueden formarse al perforar láminas metálicas, como láminas de acero, que posteriormente se pueden cortar, doblar, soldar, etc. para formar el conjunto final de la boquilla. Alternativamente, los tubos de flujo se pueden perforar después de la fabricación.

[0066] La resistencia de la boquilla del desvolatilizador puede ser suficiente para soportar los esfuerzos y las tensiones asociados con la presión del polímero forzado a través de las perforaciones de la boquilla. Los factores que contribuyen a la determinación de la resistencia adecuada de la boquilla incluyen el diámetro y la densidad del orificio, el grosor y la forma de la pared de la boquilla, el material de construcción y el caudal másico del polímero a través de la boquilla, además de las presiones asociadas. El esfuerzo y la tensión para un diseño de boquilla determinado pueden analizarse mediante el análisis de elementos finitos, por ejemplo, mediante el uso de software de modelado disponible en el mercado, como el software ABAQUS® disponible de Abaqus, Inc. En modalidades, el análisis de elementos finitos se puede realizar con el software ABAQUS® Standard que utiliza carcasas bidimensionales y tridimensionales, asumiendo un comportamiento de material elástico lineal y utilizando un módulo de elasticidad para acero de 29 x 106 psi y una relación de Poisson para acero de 0,29. En general, la reducción del esfuerzo del material, y en particular el esfuerzo puntual o concentrado, como en una curva o esquina en una boquilla, reduce los requisitos generales de resistencia para el material de la boquilla y, por lo tanto, permite el uso de materiales menos costosos.

[0067] Las boquillas del desvolatilizador proporcionadas en este documento pueden formarse a partir de placas metálicas, tales como placas de acero. Las placas de acero pueden procesarse, conformarse y ensamblarse de acuerdo con los parámetros establecidos en el presente documento mediante técnicas de trabajo de metales conocidas tales como corte, estampado, fresado, soldadura y similares. El tipo de acero seleccionado puede ser tal que, antes de templearlo, sea lo suficientemente dúctil para minimizar las dificultades de fabricación durante los pasos de perforación de la placa y de formación de una boquilla. Si la placa de acero no es lo suficientemente dúctil o es demasiado dura, las dificultades de fabricación resultantes pueden aumentar los costos. Los aceros más duros también son más susceptibles a fallas de fragilidad. Se puede lograr un equilibrio entre la necesidad de una mayor resistencia y la necesidad de fabricación. En algunas modalidades, la placa de acero se recuece para mejorar la ductilidad antes de la perforación y formación de la boquilla. Sin embargo, las boquillas del desvolatilizador pueden fabricarse a partir de cualquier material adecuado conocido por los expertos en la materia.

[0068] Además de poseer una ductilidad suficiente, el tipo de acero puede ser tal que el temple haga que la boquilla del desvolatilizador terminada sea capaz de resistir los esfuerzos y las tensiones descritos en este documento. En modalidades, la boquilla del desvolatilizador, o una placa que se va a usar para formar la boquilla del desvolatilizador, puede someterse a un tratamiento, tal como un tratamiento térmico o un proceso de recocido, para lograr un esfuerzo adecuado y/o una tolerancia a la tensión. En ciertas modalidades, el acero comprende acero inoxidable; alternatively, cualquier acero inoxidable de la serie AISI (*American Iron and Steel Institute*) 400; alternatively, un acero inoxidable de la serie AISI 400 tratado; alternatively, acero inoxidable 304 tratado térmicamente; alternatively, acero inoxidable 420; alternatively, acero inoxidable 420F; alternatively, acero inoxidable 440A; alternatively, acero inoxidable AL-6XN; o alternatively, acero inoxidable LDX 2101. En modalidades, la boquilla está construida de 0,375 en lámina gruesa de acero.

[0069] El caudal del polímero a través de la boquilla puede verse afectado, entre otras cosas, por las características del polímero, como la viscosidad, la longitud y el área de perforación de la boquilla, la densidad del orificio de la boquilla y la presión de la boquilla. El caudal total del polímero a través de la boquilla se puede expresar en lb/hr (libras/hora), que se puede dividir por el número total de orificios de la boquilla para obtener el caudal por orificio expresado en lb/hr. En modalidades, la boquilla del desvolatilizador puede operarse a una presión de polímero igual o inferior a aproximadamente 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100 o 50 psig. Los hilos están normalmente expuestos a una presión del espacio de vapor igual o inferior a aproximadamente 30, 20, 10, 5, 1 o 0,2 torr para maximizar la eficiencia de la desvolatilización.

[0070] Las secciones perforadas de los tubos de flujo (es decir, las boquillas del desvolatilizador) pueden tener una sección transversal no circular. La sección transversal no

circular puede tener 3 lados o más de 3 lados. Por ejemplo, y sin limitación, la sección transversal no circular puede tener la forma de un sector circular, un sector elíptico o un cuadrilátero irregular, también denominado aquí como que tiene la forma de un “cono de helado” o un “paracaídas”. Un sector circular es una porción de un círculo rodeado por dos radios del círculo y una porción de un arco del círculo (es decir, una porción de un perímetro del círculo). Un sector circular elíptico es una porción de una elipse rodeado por dos radios y un arco de la elipse (es decir, una porción de un perímetro de la elipse). Un cuadrilátero irregular es un polígono con cuatro lados en el que no todos los lados y todos los ángulos son congruentes. La Figura 11 representa una modalidad de una boquilla del desvolatilizador que tiene una sección transversal no circular 1100 de este tipo. La sección transversal no circular 1100 tiene la forma de un sector elíptico. La sección transversal no circular 1100 tiene tres lados 1110a, 1110b y 1120. Los lados 1110a y 1110b pueden ser lados rectos y pueden tener la misma longitud en algunas modalidades. El lado 1120 puede ser un arco y se conecta con los lados 1110a y 1110b en los ángulos incluidos 1115a y 1115b, que pueden ser superiores a los 90 grados. El ángulo incluido 1130 en el que se encuentran los lados 1110a y 1110b puede ser igual o superior a los 70 grados o 76 grados. En algunas modalidades, el ángulo incluido 1130 es de 90 grados o menos. Una persona normalmente versada en la materia con el beneficio de esta divulgación entenderá que el arco 1120 no necesita ser una curva continua, sino que puede formarse a partir de uno o más segmentos de arco dentro del alcance de esta divulgación. Además, una persona normalmente versada en la materia con el beneficio de esta divulgación entenderá que cualquier esquina puede rodearse sin que haya un desvío del alcance de esta divulgación. Los lados 1110a y 1110b pueden incluir una longitud perforable 1150 de sección transversal no circular 1100. La longitud perforable 1150 es la longitud a lo largo de cada uno de los lados 1110a y 1110b en los que el ángulo del hilo 1140 es constante y como máximo de 45 grados, o 52 grados, o 52,5 grados o 65 grados. La longitud perforable 1150 es menor que la longitud de los lados 1110a y 1110b porque cada lado comienza a curvarse a medida que se acerca a una esquina, lo que disminuye o aumenta el ángulo del hilo desde la constante a no más de 45 grados, o 52 grados, o 52,5 grados o 65 grados. Las perforaciones están presentes solo en la longitud perforable 1150 de la sección transversal no circular 1100. Cada tubo de flujo 109 y sección perforada 132 representadas en las Figuras 1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B, 3C, 4, 5, 6A y 6B pueden tener la sección transversal no circular representada en la Figura 11.

[0071] La Figura 12 representa una modalidad de una boquilla del desvolatilizador que tiene una sección transversal no circular 1200 de este tipo. La sección transversal no circular 1200 tiene la forma de un sector circular. La sección transversal no circular 1200 tiene tres lados 1210a, 1210b y 1220. Los lados 1210a y 1210b pueden ser lados rectos, y pueden tener la misma longitud en algunas modalidades. El lado 1220 puede ser un arco y se conecta con los lados 1210a y 1210b en los ángulos incluidos 1215a y 1215b que pueden ser superiores a los 90 grados. El ángulo incluido 1230 en el que se encuentran los lados

1210a y 1210b puede ser igual o superior a los 70 grados o 76 grados. En algunas modalidades, el ángulo incluido 1230 es de 90 grados o menos. Una persona normalmente versada en la materia con el beneficio de esta divulgación entenderá que el arco 1220 no necesita ser una curva continua, sino que puede formarse a partir de uno o más segmentos de arco dentro del alcance de esta divulgación. Además, una persona normalmente versada en la materia con el beneficio de esta divulgación entenderá que cualquier esquina puede rodearse sin que haya un desvío del alcance de esta divulgación. Los lados 1210a y 1210b pueden incluir una longitud perforable 1250 de sección transversal no circular 1200. La longitud perforable 1250 es la longitud a lo largo de cada uno de los lados 1210a y 1210b en los que el ángulo del hilo 1240 es constante y como máximo de 45 grados, o 52 grados, o 52,5 grados o 65 grados. La longitud perforable 1250 es menor que la longitud de los lados 1210a y 1210b porque cada lado comienza a curvarse a medida que se acerca a una esquina, lo que disminuye o aumenta el ángulo del hilo desde la constante a no más de 45 grados, o 52 grados, o 52,5 grados o 65 grados. Las perforaciones están presentes solo en la longitud perforable 1250 de la sección transversal no circular 1200. Cada tubo de flujo 109 y sección perforada 132 representadas en las Figuras 1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B, 3C, 4, 5, 6A y 6B pueden tener la sección transversal no circular representada en la Figura 12.

[0072] La Figura 13 representa una modalidad de una boquilla del desvolatilizador que tiene una sección transversal no circular 1300 de este tipo. La sección transversal no circular 1300 tiene la forma de un cuadrilátero irregular. La sección transversal no circular 1300 tiene cuatro lados 1310a, 1310b, 1320a y 1320b. Los lados 1300a y 1310b pueden ser lados rectos, y pueden tener la misma longitud en algunas modalidades. Los lados 1320a y 1320b pueden ser lados rectos que se conectan entre sí en el ángulo 1316, y se conectan con los lados 1310a y 1310b en los ángulos incluidos 1315a y 1315b, que pueden ser superiores a los 90 grados. El ángulo incluido 1330 en el que se encuentran los lados 1310a y 1310b puede ser igual o superior a los 70 grados o 76 grados. En algunas modalidades, el ángulo incluido 1330 es de 90 grados o menos. Una persona normalmente versada en la materia con el beneficio de esta divulgación entenderá que los lados 1320a y 1320b no necesitan estar formados por dos lados rectos continuos, sino que pueden formarse a partir de segmentos más rectos dentro del alcance de esta divulgación. Además, una persona normalmente versada en la materia con el beneficio de esta divulgación entenderá que cualquier esquina puede rodearse sin que haya un desvío del alcance de esta divulgación. Los lados 1310a y 1310b pueden incluir una longitud perforable 1350 de sección transversal no circular 1300. La longitud perforable 1350 es la longitud a lo largo de cada uno de los lados 1310a y 1310b en los que el ángulo del hilo 1340 es constante y como máximo de 45 grados, o 52 grados, o 52,5 grados o 65 grados. La longitud perforable 1350 es menor que la longitud de los lados 1310a y 1310b porque cada lado comienza a curvarse a medida que se acerca a una esquina, lo que disminuye o aumenta el ángulo del hilo desde la constante a no más de 45 grados, o 52 grados, o 52,5 grados o 65 grados. Las perforaciones están presentes solo en la longitud perforable 1350 de la sección transversal

no circular 1300. Cada tubo de flujo 109 y sección perforada 132 representadas en las Figuras 1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B, 3C, 4, 5, 6A y 6B pueden tener la sección transversal no circular representada en la Figura 13.

[0073] En general, la longitud perforable de la sección transversal está ubicada en una porción inferior de la sección transversal, de modo que los hilos de polímero pueden extenderse hacia abajo desde la sección perforada a través de la gravedad en el contenedor de desvolatilización sin obstrucción. En modalidades, las secciones transversales que se muestran en las Figuras 11-13 tienen un área de sección transversal aproximadamente igual de 754 pulgada cuadrada (un diámetro equivalente de 15,5 pulgadas), con el entendimiento de que cualquier área de sección transversal adecuada puede seleccionarse de acuerdo con las consideraciones generales de proceso y diseño. Para la misma área de la sección transversal, las variaciones en la forma de la sección transversal de la boquilla pueden causar variaciones en, entre otras cosas, el área perforable y el número de perforaciones, el ángulo del hilo, el esfuerzo, la tensión y el contenido volátil en el polímero desvolatilizado.

[0074] El área de la sección transversal puede ser relevante en el diseño de caídas de presión y distribución uniforme del flujo. Las formas de la sección transversal se pueden comparar en una base constante de ancho a área de perforación para optimizar el tamaño del tubo de flujo y para maximizar el número total de orificios para un tamaño de contenedor determinado. Como se mencionó anteriormente, la eficiencia de la desvolatilización disminuye significativamente para los ángulos del hilo de más de 65 grados.

[0075] Las formas de sección transversal no circular descritas en las Figuras 11-13 tienen curvas o dobleces. Para minimizar el esfuerzo y la tensión, las esquinas pueden fabricarse con un radio de curvatura. El radio de curvatura más grande proporciona esfuerzos más bajos, pero también llevan a que haya una pérdida del área perforable. El radio de curvatura ideal depende de los requisitos de presión nominal, el espesor del acero, el tipo de acero o el material de construcción y los métodos de fabricación. El radio de curvatura puede ser menor o igual a 4, 3, 2, 1.5, 1, 0,75 o 0,5 pulgadas.

[0076] Las siguientes ecuaciones se pueden usar para predecir los niveles de monómero de estireno en el poliestireno desvolatilizado con boquillas que tienen secciones transversales no circulares para un caudal de polímero de aproximadamente 0,003 a aproximadamente 1 lb/hr, alternativamente de aproximadamente 0,3 a 1 lb/hr/orificio, alternativamente alrededor de 0,049 lb/hr/orificio, a 469 °F:

$$V_{\Theta=0} = 0.5883p^{1.3935} \quad (1)$$

$$V_{\Theta} = 0.0086p^2 - 0.5664p + 0.0719p\Theta - 0.1578\Theta - 8.3127 \quad (2)$$

$$V - \alpha_0 V_0 + \alpha_{\Theta} V_{\Theta} \quad (3)$$

[0077] En las ecuaciones, V es el nivel de estireno volátil en ppm, p es la presión de operación de la boquilla en torr (que también puede ser la presión de salida de un desvolatilizador instantáneo ascendente), α_0 es la fracción de orificios con un ángulo del hilo Θ igual a cero grados, y α_Θ es la fracción de orificios con un ángulo del hilo mayor que cero y menor o igual a los 45 grados, o 52 grados, o 52,5 grados o 65 grados. En modalidades, las boquillas del desvolatilizador que tienen las secciones transversales no circulares descritas en el presente documento son capaces de producir poliestireno que tiene menos de 100 ppm a una presión de operación igual o inferior a 30 torr.

[0078] En modalidades, una boquilla que tiene las secciones transversales no circulares, 1100, 1200 y 1300 de las Figuras 11-13 incluyen orificios cónicos para reducir aún más el esfuerzo y/o la tensión en la boquilla, y dicha boquilla puede fabricarse, por ejemplo, a partir de acero inoxidable 304, alternativamente acero inoxidable AL-6XN o acero inoxidable LDX 2101. En modalidades, una boquilla que tiene una sección transversal de la Figura 11 o la Figura 12 o la Figura 13 puede proporcionar un polímero desvolatilizado (por ejemplo, poliestireno) que tiene una cantidad igual o inferior a aproximadamente 100 ppm, o alternativamente igual o inferior a aproximadamente 50 ppm, volátiles (por ejemplo, monómero de estireno).

Diseño del cabezal del contenedor y diseño de la boquilla

[0079] El diseño del cabezal del contenedor que se describe en el presente documento, cuyas modalidades se representan en las Figuras 1A-6B, se usa en combinación con el diseño de la boquilla de desvolatilización que se describe en el presente documento, cuyas modalidades se ilustran en las Figuras 7-13. Por ejemplo, los tubos de flujo o al menos la sección perforada de los tubos de flujo del diseño del cabezal del contenedor representado en las Figuras 1A-6B puede tener: (1) el ángulo del hilo representado en la Figura 7; (2) la disposición de perforación representada en la Figura 8; (3) una o más de las formas de perforación representadas en las Figuras 7, 9 o 10; (4) la sección transversal no circular representada en la Figura 11 o la Figura 12 o la Figura 13; (5) o sus combinaciones.

[0080] En el presente documento también se describe un método para desvolatilizar un polímero. El método incluye pasar un polímero fundido a través de un cabezal del contenedor que se describe en este documento hasta una boquilla del desvolatilizador que se describe en este documento. La mayoría de los hilos pueden salir de la boquilla del desvolatilizador en un ángulo máximo del hilo igual o inferior a los 45 grados, o 52 grados, o 52,5 grados, o 65 grados. El polímero desvolatilizado puede ser poliestireno que comprende un valor igual o inferior a aproximadamente 1000 ppm de monómero de estireno.

[0081] Dependiendo del contexto, todas las referencias en el presente documento hechas a la “divulgación” pueden, en algunos casos, referirse solamente a ciertas

modalidades específicas. En otros casos, puede referirse a la materia que figura en una o más de las reivindicaciones, pero no necesariamente en todas. Si bien lo anterior está dirigido a modalidades, versiones y ejemplos de la presente divulgación, que se incluyen para permitir que un experto normalmente versado en la materia lleve a cabo y utilice las divulgaciones cuando la información en esta patente se combina con la información y tecnología disponibles, las divulgaciones no se limitan solamente a estas modalidades, versiones y ejemplos en particular. Otras modalidades, versiones y ejemplos de la divulgación pueden idearse sin apartarse del alcance básico de la misma, y el alcance de la misma se determina mediante las siguientes reivindicaciones.