

CÉLULA DUAL DE FABRICACIÓN DE TUBOS

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

[0001] Esta divulgación reivindica prioridad sobre la Solicitud Provisional de EE. UU. N.º 63/584.984, titulada “Célula dual de fabricación de tubos”, presentada el 25 de septiembre de 2023, que se incorpora aquí por referencia en su totalidad.

CAMPO TÉCNICO

[0002] La presente divulgación se relaciona en general con el campo de los sistemas de fabricación de tubos corrugados mediante moldeo por soplado y extrusión continua. Más particularmente, y sin limitación, la presente divulgación se relaciona con innovaciones en sistemas duales simultáneos de extrusión y corrugación de tubos.

ANTECEDENTES

[0003] Los tubos de drenaje se han utilizado durante mucho tiempo para transportar agua en diversas aplicaciones agrícolas, residenciales, de ingeniería civil y de otras construcciones. Por ejemplo, los tubos de drenaje se han utilizado, por ejemplo, en sistemas sépticos troncales principales o para crear sistemas de aguas pluviales configurados para recolectar y desechar el agua de “escorrentía”. Tradicionalmente, los tubos de drenaje se fabricaban con arcilla u hormigón, lo que hacía que fueran pesados, caros y quebradizos. Para mejorar la facilidad de instalación, la rentabilidad y la durabilidad de los tubos de drenaje, ahora se suelen fabricar con materiales alternativos, incluidos diversos polímeros y mezclas de polímeros.

[0004] Los métodos de fabricación de tubos corrugados de polímero pueden incluir, por ejemplo, métodos de pared simple, pared doble y pared triple. Por ejemplo, en un método de pared simple, un polímero fundido puede introducirse a través de una extrusora de tubos en una matriz. La matriz puede incluir uno o más canales configurados para distribuir uniformemente el polímero a las superficies internas de una serie de bloques de molde corrugado dentro de una corrugadora de tubos. El polímero fundido puede adherirse a las superficies internas del molde mediante, por ejemplo, aire soplado desde dentro de la matriz, succión al vacío desde los bloques de molde, o una combinación de los dos. La corrugadora puede moldear al polímero en una forma de tubo corrugado, enfriarlo hasta obtener una estructura endurecida a través de canales de enfriamiento internos o externos, y alimentar el tubo formado a otras estaciones posteriores en una célula de fabricación de tubos.

[0005] La fabricación de tubos de doble pared puede implicar pasos similares al proceso de pared simple descrito anteriormente. Sin embargo, una matriz puede incluir canales

adicionales para extruir una capa interior de tubo de pared lisa que puede estar unida al exterior corrugado. La capa interior puede ser alimentada por la misma extrusora o por una extrusora separada configurada para producir las propiedades deseadas, como, por ejemplo, espesor de pared, composición del material, etc. Los tubos corrugados de gran diámetro suelen incluir una construcción de doble pared. Además, una o más paredes de un tubo pueden comprender varias capas coextruidas de material. Por ejemplo, una matriz de coextrusión multicapa puede comprender entradas adicionales configuradas para alimentar el mismo material o materiales diferentes a múltiples capas distintas de un tubo. Estas capas pueden extruirse simultáneamente en una pared multicapa, y cada capa se puede optimizar para obtener propiedades químicas, mecánicas u otras propiedades específicas deseadas.

[0006] Un problema al que se enfrentan los fabricantes de tubos corrugados es que las células de fabricación para tubos de diámetro especialmente grande (por ejemplo, de 30 a 60 pulgadas de diámetro) pueden ocupar un gran espacio de instalación en una planta de producción, independientemente de la frecuencia con la que se utilicen las células de fabricación. Por ejemplo, algunas células de fabricación pueden funcionar las 24 horas del día, siete días a la semana, mientras que otras pueden funcionar menos del 50% del tiempo. La demanda de tubos de 30 a 60 pulgadas puede no ser tan alta ni tan constante como la de tubos más pequeños en el rango de diámetro medio, por ejemplo, de 12 a 30 pulgadas. Mientras tanto, los momentos de demanda pico de tubos de diámetro medio pueden requerir más células de fabricación en el rango de 12 a 30 pulgadas de las que están disponibles. El resultado es un uso ineficiente del espacio de piso de una instalación de producción. Aumentar la superficie total y el equipo de la instalación de producción puede permitir que se satisfaga cualquier demanda. Pero aumentar la superficie total conlleva un aumento significativo de los costos y no hace nada para mejorar la eficiencia general al reducir el tiempo de inactividad de las células de fabricación más grandes.

SÍNTESIS

[0007] Algunas formas de realización de la presente divulgación proporcionan sistemas y métodos para modificar una célula de fabricación de tubos grandes de modo que pueda utilizarse para producir dos tubos de un diámetro más pequeño simultáneamente. Por ejemplo, una célula de fabricación capaz de producir un único tubo de doble pared de 60 pulgadas puede reconfigurarse según sea necesario para producir, por ejemplo, dos tubos de doble pared de 24 pulgadas en paralelo. Algunas formas de realización de la presente divulgación proporcionan sistemas y métodos para superar los desafíos relacionados con

dicha configuración. Por ejemplo, algunas formas de realización de la presente divulgación pueden proporcionar sistemas y métodos para desviar de manera confiable flujos controlados de material termoendurecible o termoplástico a múltiples matrices de tubos, utilizando un sistema de extrusión que puede estar diseñado originalmente para alimentar una única matriz de tubos más grande.

[0008] Por ejemplo, en algunas formas de realización, el aparato puede comprender un sistema de extrusión para alimentar material termoendurecible o termoplástico a una corrugadora. El sistema de extrusión puede comprender una primera extrusora, una segunda extrusora, un primer cabezal de matriz para tubos y un segundo cabezal de matriz para tubos. Cada uno de los cabezales de matriz para tubos primero y segundo puede estar configurado para generar las alimentaciones de material para producir un primer y un segundo tubo corrugado de doble pared.

[0009] En algunas formas de realización, la primera extrusora puede comprender una primera bomba de fusión y una segunda bomba de fusión dispuestas en su lado de salida. Cada una de la primera bomba de fusión y la segunda bomba de fusión puede estar acoplada a un primer tubo de flujo y a un segundo tubo de flujo, respectivamente. La primera extrusora puede estar conectada a una primera entrada de matriz de tubos interior del primer cabezal de matriz de tubos mediante la primera bomba de fusión y el primer tubo de flujo. La primera extrusora puede estar conectada a una segunda entrada de matriz de tubos interior del segundo cabezal de matriz de tubos mediante la segunda bomba de fusión y el segundo tubo de flujo.

[0010] En algunas formas de realización, la segunda extrusora puede comprender una tercera bomba de fusión y una cuarta bomba de fusión dispuestas en su lado de salida. Cada una de la tercera bomba de fusión y la cuarta bomba de fusión puede estar acoplada a un tercer tubo de flujo y un cuarto tubo de flujo, respectivamente. La segunda extrusora puede estar conectada a una primera entrada de matriz de tubos exterior del primer cabezal de matriz de tubos mediante la tercera bomba de fusión y el tercer tubo de flujo. La segunda extrusora puede estar conectada a una segunda entrada de matriz de tubos exterior del segundo cabezal de matriz de tubos mediante la cuarta bomba de fusión y el cuarto tubo de flujo.

[0011] En algunas formas de realización, el aparato puede comprender además una corrugadora de doble tubo. La corrugadora de doble tubo puede comprender una pluralidad de bloques de molde. Cada bloque de molde puede comprender una primera cavidad que tiene una primera superficie de moldeo corrugada, y una segunda cavidad que tiene una segunda superficie de moldeo corrugada configurada para recibir un flujo de material desde

la primera matriz y la segunda matriz, respectivamente. La pluralidad de bloques de molde puede estar configurada para producir simultáneamente dos tubos corrugados de doble pared en paralelo.

[0012] Algunas formas de realización de la presente divulgación pueden proporcionar una célula de fabricación de tubos. La célula de fabricación de tubos puede comprender: un sistema de extrusión; una corrugadora que comprende una pluralidad de bloques de molde de múltiples tubos, comprendiendo cada bloque de molde de múltiples tubos una primera cavidad que tiene una primera superficie de moldeo corrugada y una segunda cavidad que tiene una segunda superficie de moldeo corrugada; un primer cabezal de matriz de tubos acoplado al sistema de extrusión y configurado para proporcionar un primer flujo de material de tubos a las primeras cavidades de la pluralidad de bloques de molde; y un segundo cabezal de matriz de tubos acoplado al sistema de extrusión y configurado para proporcionar un segundo flujo de material de tubos a las segundas cavidades de la pluralidad de bloques de molde. El primer cabezal de matriz de tubos y el segundo cabezal de matriz de tubos pueden estar configurados para proporcionar el primer y el segundo flujo de material de tubos simultáneamente.

[0013] Algunas formas de realización de la presente divulgación pueden proporcionar un método de fabricación de tubos. El método puede comprender: proporcionar un flujo de material de tubo desde un sistema de extrusión a una corrugadora, comprendiendo la corrugadora una pluralidad de bloques de molde de tubo único, comprendiendo cada uno de la pluralidad de bloques de molde de tubo único una superficie de molde corrugada; corrugar un tubo mediante la corrugadora utilizando la pluralidad de bloques de molde de tubo único; reemplazar la pluralidad de bloques de molde de tubo único por una pluralidad de bloques de molde de múltiples tubos en la corrugadora, comprendiendo cada uno de la pluralidad de bloques de molde de múltiples tubos una pluralidad de superficies de molde corrugadas; modificar el sistema de extrusión para dividir el flujo de material de tubo; proporcionar el flujo dividido de material de tubo a la pluralidad de superficies de molde corrugadas de los bloques de molde de múltiples tubos; y corrugar una pluralidad de tubos mediante la corrugadora utilizando la pluralidad de bloques de molde de múltiples tubos.

BREVES DESCRIPCIONES DE LAS FIGURAS

[0014] Las **Figuras 1A–C** son diagramas esquemáticos que ilustran un ejemplo de una célula de fabricación de tubos, de acuerdo con ejemplos comparativos.

[0015] Las **Figuras 2A–E** son diagramas esquemáticos que ilustran un ejemplo de una célula de fabricación de tubos, consistente con formas de realización de la presente divulgación.

[0016] Las **Figuras 3A–B** son diagramas esquemáticos que ilustran un ejemplo de una célula de fabricación de tubos, consistente con formas de realización de la presente divulgación.

[0017] Las **Figuras 4A–H** son diagramas esquemáticos que ilustran distintos bloques de moldes corrugadores de tubos, consistentes con formas de realización de la presente divulgación.

[0018] La **Figura 5** es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo de soporte de matriz de una célula de fabricación de tubos, consistente con formas de realización de la presente divulgación.

[0019] La **Figura 6** es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un ejemplo de un método de fabricación de tubos, consistente con formas de realización de la presente divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0020] A continuación se hará referencia en detalle a los ejemplos de formas de realización descritos anteriormente e ilustrados en los dibujos adjuntos.

[0021] Las **Figuras 1A–C** ilustran una única célula de fabricación de tubos 100, según ejemplos comparativos. La célula de fabricación de tubos 100 puede estar configurada para producir, por ejemplo, un tubo corrugado de doble pared de gran diámetro 130. Por ejemplo, un diámetro del tubo 130 puede estar en el rango de, por ejemplo, 30 a 60 pulgadas. El tubo corrugado de doble pared 130 puede comprender una pared interior lisa y una pared exterior corrugada. Por ejemplo, la pared exterior corrugada puede comprender una serie de picos y valles repetidos cuando se observa en sección transversal. El tubo 130 puede comprender un material resiliente moldeable. Dicho material resiliente moldeable puede incluir diversos polímeros moldeables, cauchos, plásticos, polipropileno (PP), polietileno (PE), poliuretano (PU), cloruro de polivinilo (PVC), etc. Por ejemplo, el tubo 130 puede comprender un material de polietileno tal como, por ejemplo, polietileno de alta densidad (HDPE), un material de polipropileno tal como polipropileno de alto rendimiento (HP), o un material de cloruro de polivinilo, tal como PVC de pared sólida o núcleo de espuma.

[0022] La célula de fabricación de tubos 100 puede comprender un sistema de extrusión 110 que tiene una o más extrusoras 111, 112, uno o más tubos de flujo 114, una matriz de tubos 115 (también denominada cabezal de matriz), una corrugadora 120, una cámara de enfriamiento de agua 140, una cámara de soplado de agua 150 y una estación de corte 160.

[0023] El sistema de extrusión 110 puede estar configurado para proporcionar un flujo de material de tubo en la matriz de tubos 115 por medio de una o más extrusoras 111, 112. Por ejemplo, como se analiza más adelante, una primera extrusora 111 puede proporcionar un primer flujo de material de tubo a una primera entrada 117 de la matriz de tubos 115, y una segunda extrusora 112 puede proporcionar un segundo flujo de material de tubo a una segunda entrada 118 de la matriz de tubos 115. Se pueden proporcionar tubos de flujo 114 u otras conexiones para suministrar los flujos de material de tubo desde las extrusoras 111, 112 a las entradas 117, 118 de la matriz de tubos 115. La primera entrada 117 puede comprender un canal configurado para extruir el primer flujo de material de tubo en una primera forma tubular como una pared interior del tubo 130 en un lado de salida de la matriz de tubos 115. Por lo tanto, la primera entrada 117 puede denominarse entrada de matriz de tubos interior o entrada de pared interior. La segunda entrada 118 puede comprender un canal adicional configurado para extruir el segundo flujo de material de tubo en una segunda forma tubular como una pared exterior del tubo 130 en un lado de salida de la matriz de tubos 115. Por lo tanto, la segunda entrada 118 puede denominarse entrada de matriz de tubos exterior o entrada de pared exterior. El material de tubo con forma tubular interior y exterior puede moldearse en un tubo corrugado de doble pared 130 mediante la corrugadora 120 como se describe a continuación.

[0024] Como se ve en la **Fig. 1B**, la corrugadora 120 puede comprender una pluralidad de bloques de molde 121 y un sistema de transporte 122 configurado para hacer girar continuamente los bloques de molde 121 en un bucle a lo largo de una dirección mostrada por las flechas. El sistema de transporte 122 puede comprender, por ejemplo, una pista u otro transportador como se ilustra esquemáticamente en las **Figs. 1A-B** y es entendido por la persona con conocimientos en la materia. Cada bloque de molde puede comprender la mitad de un par de bloques de molde de mano derecha e izquierda que pueden unirse entre sí para formar una superficie de moldeo corrugada en el exterior del tubo 130. La velocidad a la que los bloques de molde de mano derecha e izquierda 121 se mueven a lo largo de sus respectivos sistemas de transporte 122 es sustancialmente idéntica. De esta manera, cada par de bloques de molde cooperantes 121 se alinea y se dispone de manera contigua a medida que ingresan en una zona de moldeo 123 a lo largo del sistema de transporte 122. El cabezal de matriz 115 puede estar soportado al comienzo de la zona de moldeo 123 mediante, por ejemplo, un soporte de matriz 116. Cada par de bloques de molde 121 puede converger en un lado de salida del cabezal de matriz 115 a medida que ingresan en la zona de moldeo para

formar una superficie corrugada en un exterior del material de tubo con forma tubular extruido que sale del cabezal de matriz 115. La superficie exterior de los tubos puede adherirse a las superficies de moldeo internas de los bloques de molde 121 mediante, por ejemplo, aire soplado suministrado desde el cabezal de matriz 115, succión de vacío desde los bloques de molde 121 o una combinación de los dos. A medida que los bloques de molde 121 se juntan, pueden continuar moviéndose a lo largo de la zona de molde 123 del sistema de transporte 122 en una dirección que se aleja del cabezal de matriz 115 junto con sus respectivas secciones de tubo. A medida que los bloques de molde se mueven en formación a lo largo de la zona de molde 123, pueden soportar el material de tubo a medida que se enfría hasta formar una estructura endurecida o semiendurecida. Por ejemplo, los bloques de molde 121 pueden comprender canales de enfriamiento internos para enfriar el tubo 130. A medida que los bloques de molde 121 salen de la zona de molde 123, pueden separarse entre sí para liberar la sección endurecida del tubo 130. Los bloques de molde 121 pueden luego continuar a lo largo del sistema de transporte 122 para repetir el proceso. El tubo corrugado endurecido 130 puede continuar hacia otras estaciones de procesamiento posteriores.

[0025] Por ejemplo, volviendo a la **Fig. 1A**, el tubo 130 puede luego enfriarse aún más en la cámara de enfriamiento de agua 140. El agua puede ser expulsada del tubo en la cámara de expulsión de agua 150 antes de ser cortado a una longitud deseada en la estación de corte 160. En general, el tubo 130 puede procesarse como se desee para su uso previsto, y la célula de fabricación de tubos 100 puede comprender cualquier estación o componente conocido para realizar dicho procesamiento. Dichas estaciones pueden estar dispuestas antes, después o en lugar de cualquiera de las estaciones descritas. Por ejemplo, el tubo 130 puede cortarse a la longitud deseada, y pueden agregarse agujeros, ranuras u otras perforaciones. Los pasos de posprocesamiento opcionales para tubos corrugados convencionales se describen en una o más de las Patentes de EE. UU. N.º 10.612.698, 10.550.963, 10.077.856, 10.077.857, 9.958.091, 9.759.354, 3.916.763, 4.003.685, 3.919.367, 3.941.639, 3.990.8273.910.713, 3.919.367, 3.877.831, 3.864.446, 3.784.346, 3.792.941, 3.799.418, 3.831.470, 3.843.758, 3.854.527, 3.870.774 y 3.891.733. Cada una de estas patentes se incorpora en la presente por referencia en su totalidad.

[0026] La **Figura 1C** ilustra un cabezal de matriz de tubos multipared de ejemplo 115 que se puede emplear, por ejemplo, en la célula de fabricación de tubos 100 de las **Figuras 1A–B**. El cabezal de matriz de tubos 115 puede comprender una primera entrada 117 dispuesta entre un tubo interior 18 y un tubo intermedio 20 del cabezal de matriz de tubos 115. Un material

fundido, como, por ejemplo, un polietileno de alta densidad fundido, se puede introducir en la primera entrada 117 desde una extrusora, tal como la primera extrusora 111 de las **Figuras 1A–B**. El material fundido puede viajar a través del primer pasaje 23 hasta una primera salida de boquilla 6. El material fundido se puede expulsar desde la primera salida de boquilla 6 en una forma sustancialmente tubular hacia una corrugadora, tal como la corrugadora 120 de las **Figuras 1A–B**, para formar una pared interior de un tubo corrugado multipared. El cabezal de matriz de tubos 115 puede comprender además una segunda entrada 118 dispuesta entre el tubo medio 20 y el tubo exterior 22 del cabezal de matriz de tubos 115. Se puede introducir un material fundido adicional en la segunda entrada 118 desde una extrusora, tal como la segunda extrusora 112 de las **Figuras 1A–B**. El material fundido adicional puede viajar a través del segundo pasaje 24 hasta una segunda salida de boquilla 7. El material fundido puede expulsarse desde la segunda salida de boquilla 7 en una forma sustancialmente tubular hacia la corrugadora para formar una pared exterior del tubo corrugado multipared.

[0027] En algunas formas de realización de los ejemplos comparativos de las **Figuras 1A–C**, el cabezal de matriz de tubos 115 puede comprender una matriz de coextrusión multicapa que tiene entradas, pasajes, tubos o salidas de boquilla adicionales para producir paredes adicionales o paredes multicapa. En algunas formas de realización, el cabezal de matriz de tubos 115 puede comprender pasajes divididos configurados para distribuir un flujo de material único a múltiples salidas de boquilla. Por ejemplo, en algunas formas de realización, una sola extrusora puede proporcionar un flujo de material único al cabezal de matriz de tubos 115. El cabezal de matriz de tubos 115 puede luego dividir y distribuir internamente el flujo de material a, por ejemplo, el primer pasaje 23 y el segundo pasaje 24. En algunas formas de realización, se pueden proporcionar tubos adicionales para transportar otros componentes o utilidades. Por ejemplo, en algunas formas de realización, el tubo medio 20 puede comprender dos tubos separados con un espacio de aire entre ellos. Este espacio de aire se puede utilizar como una vía para, por ejemplo, aire o cableado para calentadores, termocuplas u otros componentes. En algunas formas de realización, la célula de fabricación de tubos 100 puede comprender extrusoras adicionales configuradas para distribuir material fundido a las entradas adicionales. Además, en algunas formas de realización, el cabezal de matriz de tubos 115 puede comprender menos entradas, pasajes, tubos o salidas de boquillas. Por ejemplo, en algunas formas de realización, el cabezal de matriz de tubos 115 puede estar configurado para producir, por ejemplo, un tubo de pared simple, y la célula de fabricación de tubos 100 puede comprender una sola extrusora. Se pueden encontrar más detalles de los

cabezales de matriz de tubos en una o más de las Patentes de EE. UU. N.º 7.980.841 y 8.496.460. Cada una de estas patentes se incorpora en la presente por referencia en su totalidad.

[0028] Para lograr estos diversos pasos de procesamiento, las células de fabricación pueden requerir grandes cantidades de espacio de piso de una instalación de fabricación. Existe un problema en el sentido de que las clases más grandes de células de fabricación de tubos, que ocupan la mayor parte del espacio, pueden tener una utilización deficiente en comparación con las células de fabricación de tubos más pequeñas. Como se mencionó anteriormente, la demanda de tubos grandes que tienen, por ejemplo, diámetros de 30 a 60 pulgadas o más puede no ser tan alta o tan constante como la demanda de tubos de tamaño pequeño a mediano que tienen diámetros de, por ejemplo, 12 a 30 pulgadas.

[0029] Las formas de realización de la presente divulgación proporcionan sistemas y métodos de fabricación de tubos para producir dos tubos corrugados simultáneamente. Las células de fabricación dual de tubos según algunas formas de realización de la presente divulgación pueden adaptarse a partir de células de fabricación de un solo tubo mediante la sustitución de ciertos componentes, como, por ejemplo, bloques de molde, cabezales de matriz y ciertos componentes de un sistema de extrusión. Por ejemplo, una célula de fabricación capaz de producir un solo tubo grande de doble pared puede reconfigurarse según sea necesario para producir, por ejemplo, dos tubos de doble pared de tamaño medio en paralelo. De esta manera, el espacio de planta dentro de una instalación de fabricación puede utilizarse de manera más eficiente.

[0030] Las **Figuras 2A–B** son diagramas esquemáticos que ilustran un ejemplo de una célula de fabricación de tubos 200, de acuerdo con algunas formas de realización de la presente divulgación. La célula de fabricación de tubos 200 puede incluir, por ejemplo, un sistema de extrusión 210 que tiene una o más extrusoras, como una primera extrusora 211 y una segunda extrusora 212, divisores de flujo 219 acoplados a una o más de las extrusoras, una pluralidad de tubos de flujo 214, una pluralidad de cabezales de matriz 215, como un primer cabezal de matriz (superior) 215a y un segundo cabezal de matriz (inferior) 215b, una corrugadora 220, una cámara de enfriamiento de agua 240, una cámara de soplado de agua 250 y una estación de corte 260. La célula de fabricación de tubos 200 también puede incluir una pluralidad de mecanismos de regulación de flujo 213 acoplados a cada extrusora mediante un divisor de flujo.

[0031] La célula de fabricación de tubos 200 puede ser similar a la célula de fabricación de tubos 100 de las **Figuras 1A–C** con ciertas diferencias descritas en el presente documento. Los elementos de la célula de fabricación de tubos 200 que corresponden a elementos de la célula de fabricación de tubos 100 comparativa pueden representarse con números iguales aumentados en 100. Por ejemplo, la cámara de descarga de agua 250 en algunas formas de realización de las **Figuras 2A–B** puede corresponder aproximadamente a la cámara de descarga de agua 150 de las **Figuras 1A–B**. Por lo tanto, se puede omitir aquí una discusión detallada de ciertos elementos de la célula de fabricación de tubos 200. Sin embargo, debe entenderse que dichas omisiones no necesariamente significan que un elemento dentro de la célula de fabricación de tubos 200 sea idéntico a su contraparte en los ejemplos comparativos de la célula de fabricación de tubos 100. Por ejemplo, la estación de corte 260 puede estar optimizada para cortar dos tubos simultáneamente, o puede comprender otras diferencias o modificaciones respecto de la estación de corte 160 que le permitirían funcionar satisfactoriamente tanto en células de fabricación de tubos simples como dobles. Lo mismo puede ser cierto, por ejemplo, para el soporte de matriz 216, el sistema de transporte 222, la cámara de enfriamiento de agua 240, la cámara de descarga de agua 250 y otros componentes de la presente divulgación. En algunas formas de realización, dichos componentes pueden tener un tamaño y estar configurados de otro modo para adaptarse tanto a configuraciones de tubos simples como dobles. Por ejemplo, en algunas formas de realización, un sistema de transporte puede estar configurado para transportar tanto bloques de molde de diámetro mayor de tipo simple 121 como bloques de molde de diámetro medio de tipo doble 221. Además, como se analiza a continuación con respecto a la **Figura 6**, el soporte de matriz 216 puede estar optimizado para soportar dos matrices de tubos, por ejemplo, permitiendo que el cabezal de matriz superior 215a y el cabezal de matriz inferior 215b se alineen de forma independiente con sus respectivas cavidades en los bloques de molde 221.

[0032] Como se ve en las **Figuras 2A–B**, la célula de fabricación de tubos 200 puede estar configurada para alimentar múltiples flujos de material de tubo a múltiples entradas de múltiples matrices 215 para corrugar múltiples tubos 230 en paralelo. La célula de fabricación de tubos 200 puede estar configurada para dividir flujos controlados de material de tubo a múltiples cabezales de matriz de tubos 215 utilizando un sistema de extrusión 210. En algunas formas de realización, el sistema de extrusión 210 puede haber sido diseñado originalmente para alimentar una única matriz de tubos más grande, o puede ser convertible entre configuraciones de fabricación de tubo simple y doble.

[0033] Por ejemplo, el sistema de extrusión 210 puede incluir una primera extrusora 211 y una segunda extrusora 212. Cada una de la primera y la segunda extrusora 211, 212 puede incluir divisores de flujo 219 para dividir sus flujos en múltiples mecanismos de regulación de flujo 213. En algunas formas de realización, los mecanismos de regulación de flujo 213 pueden incluir bombas de fusión. Una bomba de fusión puede incluir un conducto que tiene un conjunto de engranajes dentados configurado para regular con precisión el flujo de plástico fundido con el fin de reducir las variaciones de contrapresión y de sobrepresión en la salida de la extrusora. Las bombas de fusión pueden incluir calentadores internos, sensores de presión y temperatura, y otros sistemas para supervisar y regular el flujo. Al configurar múltiples (por ejemplo, dos) bombas de fusión en el lado de salida de cada una de la primera extrusora 211 y la segunda extrusora 212, los flujos de material de tubo a cada entrada del cabezal de matriz superior 215a y del cabezal de matriz inferior 215b se pueden regular de forma independiente.

[0034] Por ejemplo, como se ve en la **Fig. 2B**, cada uno de los cabezales de matriz superior 215a e inferior 215b puede incluir una entrada de matriz de tubos interior 217 y una entrada de matriz de tubos exterior 218. Los flujos de material de tubo se pueden distribuir desde el sistema de extrusión 210 a las diversas entradas 217, 218 de varias maneras. Como se ilustra, la primera extrusora 211 puede suministrar material de tubo a las entradas de la matriz de tubos interna 217, mientras que la segunda extrusora 212 suministra material de tubo a las entradas de la matriz de tubos externa 218. Esta configuración puede ser ventajosa cuando las propiedades del material o las características de flujo son significativamente diferentes entre las entradas de la matriz de tubos interna y externa 217 y 218. Por ejemplo, una entrada de matriz de tubos interna 217 puede requerir un caudal, una temperatura u otro parámetro que sea significativamente diferente del requerido por la entrada de matriz de tubos externa 218. Al dedicar una extrusora a las entradas de matriz de tubos interna y una extrusora a las entradas de matriz de tubos externa, se puede simplificar el control independiente de las características de flujo a través de cada mecanismo de regulación de flujo 213. Además, las entradas de matriz de tubos interna 217 y las entradas de matriz de tubos externa 218 pueden tener otros requisitos que no se pueden regular mediante una bomba de fusión u otro mecanismo de regulación de flujo 213, tal como una composición de material diferente.

[0035] Además, esta disposición de división de flujo puede ser ventajosa cuando se configura una célula de fabricación de tubos para que sea adaptable entre la producción de un solo tubo y la producción de dos tubos. Por ejemplo, cuando la primera extrusora 111 y la segunda

extrusora 112 de la **Figura 1A** están configuradas para producir paredes internas y externas, respectivamente, de un solo tubo corrugado, la segunda extrusora puede ser más grande que la primera. Por este motivo, una extrusora que está diseñada para producir una sola pared externa grande puede reutilizarse para producir dos paredes externas medias, y una extrusora que está diseñada para producir una sola pared interna grande puede reutilizarse para producir dos paredes internas medias.

[0036] De manera alternativa o adicional, en algunas formas de realización, la primera extrusora 211 puede suministrar flujos a las entradas de matriz de tubos interna y externa 217, 218 del cabezal de matriz de tubos superior 215a, y la segunda extrusora 212 puede suministrar flujos a las entradas de matriz de tubos interna y externa 217, 218 del cabezal de matriz de tubos inferior 215b. En algunas formas de realización, se puede utilizar una sola extrusora con cuatro bombas de fusión u otros mecanismos de regulación del flujo 213.

[0037] Además, en algunas formas de realización, puede que no sea necesario un mecanismo de regulación de flujo independiente entre una extrusora y las entradas de matriz de tubo. Por ejemplo, en algunas formas de realización, la regulación del flujo puede lograrse mediante las propias extrusoras o mediante los cabezales de matriz de tubo. Se describen más ejemplos de dichas formas de realización con respecto a las **Figuras 2C-2E** a continuación.

[0038] Una pluralidad de cabezales de matriz de tubos 215, como el cabezal de matriz de tubos superior 215a y el cabezal de matriz de tubos inferior 215b, pueden estar soportados por un soporte de matriz 216. Si bien los cabezales de matriz de tubos superior e inferior 215a, 215b se ilustran como componentes separados, en algunas formas de realización pueden proporcionarse como una sola unidad integral. Los cabezales de matriz de tubos superior e inferior 215a, 215b pueden estar dispuestos en el inicio de la zona de moldeo 223 para alimentar múltiples tubos internos y externos de material de tubo a la corrugadora 220.

[0039] La corrugadora 220 puede comprender una pluralidad de bloques de molde de múltiples tubos 221, como se muestra en la **Figura 2B**. Los bloques de molde de múltiples tubos 221 pueden comprender, por ejemplo, cavidades de tubos dobles con superficies de moldeo corrugadas para producir dos tubos en paralelo. Por ejemplo, los dos tubos pueden tener el mismo tamaño, y los bloques de molde de múltiples tubos 221 pueden estar configurados, por ejemplo, como los bloques 425 de la **Figura 4B**. Alternativamente, los dos tubos pueden tener tamaños diferentes, y los bloques de molde de múltiples tubos 221 pueden estar configurados, por ejemplo, como los bloques 427 de la **Figura 4D**. La corrugadora 220 y los bloques de molde de múltiples tubos 221 pueden funcionar de una manera similar a la

descrita anteriormente con respecto a la corrugadora única 120. Por ejemplo, pares de bloques de múltiples tubos 221 pueden converger sobre los cabezales de matriz de múltiples tubos al comienzo de una zona de moldeo 223 mediante un sistema de transporte 222. Debido a que los flujos hacia cada entrada de matriz de tubos se regulan de manera precisa e independiente, los bloques de molde 221 pueden moverse de manera sincrónica mediante el sistema de transporte sin encontrar errores de formación en los tubos individuales 230. Dicho de otra manera, la regulación independiente de los caudales y otras características puede permitir que cada flujo individual se adapte al movimiento de los bloques de molde de múltiples tubos 221 de manera que se puedan producir múltiples tubos simultáneamente.

[0040] Aunque las entradas de matriz de tubos 217 y 218 se han analizado anteriormente con respecto a la producción de paredes internas y paredes externas, respectivamente, las formas de realización de la presente divulgación no se limitan a esto. Por ejemplo, los cabezales de matriz de tubos 215a y 215b pueden comprender más o menos entradas, o pueden comprender múltiples entradas dedicadas a cada pared de los tubos 230. Por ejemplo, en algunas formas de realización, los cabezales de matriz de tubos 215a y 215b pueden comprender matrices multicapa que tienen, por ejemplo, múltiples entradas de matriz de tubos interna 217 o múltiples entradas de matriz de tubos externa 218. De esta manera, una pared individual de tubos 230 puede formarse a partir de múltiples flujos de material. En algunas formas de realización, el flujo de material hacia las múltiples entradas puede dividirse y regularse como se analizó anteriormente.

[0041] Además, aunque los bloques de molde 221 se ilustran divididos en dirección vertical, debe entenderse que se contemplan otras configuraciones dentro de las formas de realización de la presente divulgación. Por ejemplo, los bloques de molde 221 podrían dividirse alternativamente a lo largo, por ejemplo, de una dirección horizontal, con el sistema de transporte 222, el sistema de extrusión 210 y los componentes relacionados ajustados en consecuencia.

[0042] En algunas formas de realización, los bloques de molde 221 pueden dividirse en más de dos partes, por ejemplo, en tres o cuatro partes. Por ejemplo, los bloques de molde 221 pueden dividirse tanto en dirección horizontal como vertical, con el sistema de transporte 222, el sistema de extrusión 210 y los componentes relacionados ajustados en consecuencia.

[0043] Las **Figuras 2C–2E** son diagramas esquemáticos que ilustran otros ejemplos de la célula de fabricación de tubos 200, en consonancia con las formas de realización de la presente divulgación. Como se mencionó anteriormente, en algunas formas de realización, la

distribución del flujo de material se puede lograr utilizando más o menos extrusoras que las ilustradas en la **Figura 2A**, o se puede lograr con o sin el uso de mecanismos de regulación de flujo dedicados 213, como bombas de fusión, o utilizando divisores de flujo 219 que se encuentran en posiciones distintas de un lado de salida de las extrusoras. Por ejemplo, como se ve en la **Figura 2C**, los divisores de flujo 219 pueden ser parte integral de los tubos de flujo 214. Por ejemplo, los divisores de flujo 219 pueden comprender accesorios u otros mecanismos configurados para recibir flujo desde un solo tubo de flujo 214 y distribuir el flujo a múltiples tubos de flujo 214. De esta manera, una extrusora se puede reconfigurar de un modo de un solo tubo a un modo de dos tubos simplemente modificando o reemplazando sus tubos de flujo asociados 214.

[0044] Además, como se muestra en la **Figura 2D** y como se ha analizado anteriormente, un cabezal de matriz de tubos puede comprender conductos divididos configurados para distribuir un único flujo de material a múltiples salidas de boquilla. Por ejemplo, cada uno del primer cabezal de matriz de tubos 215a o el segundo cabeza de matriz de tubos 215b puede comprender un divisor de flujo interno 219, de modo que una única entrada (o conjunto de entradas) puede recibir un único flujo de material y dividir el flujo de material en múltiples paredes o múltiples salidas. De esta manera, cuando se utiliza la célula de fabricación de tubos para fabricar un único tubo grande, la primera extrusora 211 puede proporcionar un flujo de material para una primera pared (como una pared exterior) del único tubo, y la segunda extrusora 212 puede proporcionar un flujo de material para una segunda pared (como una pared interior) del único tubo. Luego, al reconfigurar la célula de fabricación de tubos para fabricar dos tubos más pequeños, la primera extrusora 211 puede, por ejemplo, proporcionar un flujo de material tanto para las paredes internas como externas de un primer tubo más pequeño, y la segunda extrusora 212 puede proporcionar un flujo de material tanto para las paredes internas como externas de un segundo tubo más pequeño.

[0045] Además, como se mencionó anteriormente, dichas configuraciones pueden lograrse utilizando una sola extrusora. Por ejemplo, como se muestra en la **Figura 2E**, una sola extrusora 211 puede proporcionar un flujo de material único que puede dividirse en dos cabezales de matriz de tubos diferentes 215a y 215b en un primer divisor 219a. Por ejemplo, el primer divisor 219a puede estar ubicado en un lado de salida de la extrusora 211 o, como se muestra en la **Figura 2E**, puede ser parte integral de los tubos de flujo 214. Luego, los segundos divisores 219b pueden ser, por ejemplo, divisores de flujo internos dentro de los

cabezales de matriz de tubos 215a y 215b, o también pueden ser parte integral de los tubos de flujo 214.

[0046] Por lo tanto, las formas de realización de la presente divulgación permiten que el espacio de piso de una instalación de fabricación de tubos se utilice de manera eficiente. En algunas formas de realización, una sola célula de fabricación de tubos para tubos de diámetro grande se puede convertir temporalmente en una sola célula de fabricación de tubos para tubos de diámetro pequeño o mediano, por ejemplo, reemplazando bloques de molde o modificando sistemas de extrusión como se mencionó anteriormente.

[0047] Las **Figuras 3A–B** son diagramas esquemáticos que ilustran un ejemplo de una célula de fabricación de tubos 300, de acuerdo con las formas de realización de la presente divulgación. La célula de fabricación de tubos 300 puede ser similar a la célula de fabricación de tubos 200, excepto por lo que se describe a continuación.

[0048] En forma alternativa o adicional a las configuraciones analizadas anteriormente, la célula de fabricación de tubos 300 puede incluir una extrusora dedicada para cada entrada de matriz de tubos o cada pared de tubo. Por ejemplo, la célula de fabricación de tubos 300 puede comprender una primera extrusora 311a, una segunda extrusora 312a, una tercera extrusora 311b y una cuarta extrusora 312b. La primera extrusora 311a y la tercera extrusora 311b pueden dirigir flujos de material de tubo a las entradas de matriz de tubos interior 317 de los cabezales de matriz de tubos superior e inferior 315a, 315b. Mientras tanto, la segunda extrusora 312a y la cuarta extrusora 312b pueden dirigir flujos de material de tubo a las entradas de matriz de tubos exterior 318 de los cabezales de matriz de tubos superior e inferior 315a, 315b. Proporcionar extrusoras dedicadas a cada entrada puede proporcionar un control independiente aún mayor sobre los flujos de material. En algunas formas de realización, cada extrusora dedicada 311a, 311b, 312a y 312b puede comprender un mecanismo de regulación de flujo (no mostrado), tal como una bomba de fusión, como se describió anteriormente.

[0049] Las **Figuras 4A–F** son diagramas esquemáticos que ilustran diversos bloques de molde de corrugadora de tubos 424–427, respectivamente, consistentes con formas de realización de la presente divulgación. La **Figura 4A** ilustra un par de bloques de molde de tubo único de gran diámetro 424. Por ejemplo, los bloques de molde 424 pueden estar configurados para producir un tubo que tenga un diámetro de, por ejemplo, entre 30 y 60 pulgadas o más. La **Figura 4B** ilustra un par de bloques de molde de tubo doble de diámetro medio 425. Por ejemplo, los bloques de molde 425 pueden estar configurados para producir

dos tubos, cada uno con un diámetro de, por ejemplo, entre 12 y 30 pulgadas. Cada bloque de molde 425 puede comprender una primera cavidad que tiene una primera superficie de moldeo corrugada y una segunda cavidad que tiene una segunda superficie de moldeo corrugada. La primera cavidad y la segunda cavidad pueden ser, por ejemplo, sustancialmente semicirculares o corresponder generalmente a la mitad de un contorno exterior del tubo que está diseñado para producir. Aunque el número y el tamaño de las superficies de moldeo en el interior de los bloques de molde 424 y 425 pueden diferir, en algunas formas de realización el tamaño total y las formas externas de los bloques de molde 424 y 425 pueden ser sustancialmente idénticos. Por lo tanto, los dos pares de bloques de molde 424 y 425 pueden ser compatibles con el mismo sistema de transporte para permitir una conversión fácil entre ellos, permitiendo de ese modo que una instalación de fabricación satisfaga las demandas cambiantes de diversos tamaños de tubos. Además, también se pueden proporcionar otras configuraciones de bloques de molde. Por ejemplo, la **Figura 4C** ilustra un par de bloques de molde triples de tamaño pequeño a mediano 426. Por ejemplo, los bloques de molde 426 pueden configurarse para producir tres tubos, cada uno de los cuales tiene un diámetro de, por ejemplo, entre 6 y 24 pulgadas. La **Figura 4D** ilustra un par de bloques de molde dobles, de tamaño doble, 427. Por ejemplo, los bloques de molde 426 pueden configurarse para producir dos tubos, donde el primer tubo tiene un primer diámetro y el segundo tubo tiene un segundo diámetro diferente del primero. En general, se puede lograr cualquier número de configuraciones basándose en los principios descritos anteriormente.

[0050] Además, los canales de enfriamiento para cualquiera de los bloques de molde anteriores pueden estar dispuestos apropiadamente dentro de los bloques de molde de la presente divulgación con el fin de lograr un enfriamiento y endurecimiento uniformes de cada tubo individual. Por ejemplo, como se muestra en las **Figuras 4E-F**, los bloques de molde de un solo tubo 424 o los bloques de molde de dos tubos 425 pueden comprender canales de enfriamiento 428. Los canales de enfriamiento 428 pueden estar configurados con puertos 429 para suministrar y recuperar un fluido de enfriamiento para enfriar y endurecer el tubo corrugado.

[0051] Además, los bloques de molde 424-427 pueden configurarse como modulares para permitir un cambio más simple de una configuración a otra. Por ejemplo, como se ve en la **Figura 4G**, los bloques de molde de un solo tubo 424 y los bloques de molde de dos tubos 425 pueden configurarse cada uno para instalarse dentro de un portador de bloque común 429. En algunas formas de realización, el portador de bloque común 429 puede permanecer

fijado a un sistema de transporte cuando se cambia entre los modos de un solo tubo y de dos tubos. Además, los canales de enfriamiento pueden estar dispuestos para circular dentro del portador de bloque común de manera similar a las Figuras 4E-F. Por ejemplo, los canales pueden circular solo a través del portador de bloque común 429, o pueden incluir puertos configurados para acoplarse con otros canales de enfriamiento ubicados dentro de los bloques de molde 424, 425.

[0052] Además, como se ve en la **Figura 4H**, la modularidad puede permitir el uso de diferentes combinaciones de tamaños. Por ejemplo, un bloque de molde de tubo único 424 puede sustituirse por dos bloques de molde individuales 429a y 429b para permitir una flexibilidad aún mayor en las configuraciones de tamaño.

[0053] La **Figura 5** es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo de un soporte de matriz 516 configurado para soportar una pluralidad de cabezales de matriz de tubos 515 (como el cabezal de matriz de tubos superior 515a o el cabezal de matriz de tubos inferior 515b), de acuerdo con las formas de realización de la presente divulgación. Los cabezales de matriz de tubos 515 y el soporte de matriz 516 se pueden utilizar en cualquiera de las formas de realización analizadas anteriormente. Para garantizar que el material de tubo fundido se distribuya de manera uniforme cuando el parison se extruye desde los cabezales de matriz de tubos 515 hacia sus respectivas cavidades de bloque de molde (no se muestran), cada uno de los cabezales de matriz de tubos 515 debe estar correctamente alineado con sus respectivas cavidades en los bloques de molde. En consecuencia, el soporte de matriz 516 se puede configurar para ajustar de forma independiente la alineación del cabezal de matriz de tubos superior 515a y el cabezal de matriz de tubos inferior 515b. En este contexto, “alineación” puede referirse a un eje longitudinal de un cabezal de matriz de tubos 515 que es concéntrico, en el centro y paralelo a una línea central de un túnel de cavidad de molde, como se analiza más adelante.

[0054] En este contexto, la alineación “independiente” puede referirse a la capacidad de cambiar las posiciones u orientaciones relativas de dos o más cabezales de matriz de tubos entre sí, pero no significa necesariamente que los sistemas de accionamiento utilizados para mover cada uno de los cabezales de matriz de tubos estén completamente desacoplados entre sí. Por ejemplo, en algunas formas de realización, el cabezal de matriz de tubos superior 515a puede estar apilado sobre, o de otro modo soportado por, el cabezal de matriz de tubos inferior 515b de manera que el movimiento del cabezal de matriz de tubos inferior 515b (por ejemplo, el movimiento con respecto a un piso o un marco 581 del soporte de matriz 516)

hará que el cabezal de matriz de tubos superior 515a también se mueva. En tal caso, la alineación independiente todavía puede ser posible mediante, por ejemplo, un movimiento adicional del cabezal de matriz de tubos superior 515a con respecto al cabezal de matriz de tubos inferior 515b.

[0055] Los cabezales de matriz de tubos 515 pueden comprender cada uno: un cilindro de matriz 572 y una base de matriz 571 configurada para soportar el cilindro de matriz 572. El soporte de matriz 516 puede comprender: un marco que comprende una primera estructura de soporte 581 y una segunda estructura de soporte 582; y uno o más subsoportes 583, 593. Cada subsoporte 583, 593 puede estar configurado para soportar una base de matriz 571 de su respectivo cabezal de matriz de tubos 515 mediante una primera y una segunda placas de base 587, 597, y para alinear el cabezal de matriz de tubos 515 con su respectiva cavidad de bloque de molde mediante el uso de, por ejemplo, una o más plataformas de accionamiento. Por ejemplo, como se ilustra, el primer subsoporte 583 puede comprender una primera plataforma 584, y el segundo subsoporte 593 puede comprender una segunda plataforma 594. Además, el primer subsoporte 583 puede comprender una tercera plataforma 585 y el segundo subsoporte 593 puede comprender una cuarta plataforma 595. Las plataformas pueden estar soportadas sobre placas de base 587, 597, respectivamente. Cada plataforma puede comprender al menos un actuador configurado para mover su respectivo cabezal de matriz de tubos 515 en al menos un grado de libertad. Por ejemplo, la primera plataforma 584 puede comprender un primer actuador 586 configurado para mover el primer cabezal de matriz de tubos 515a en un primer grado de libertad, y la segunda plataforma 594 puede comprender un segundo actuador 596 configurado para mover el segundo cabezal de matriz de tubos 515b en un segundo grado de libertad. Los actuadores pueden comprender, por ejemplo, dispositivos mecánicos, eléctricos, hidráulicos u otros dispositivos adecuados para mover una plataforma en al menos un grado de libertad. Por ejemplo, los actuadores pueden comprender un pivote mecánico alrededor del cual se puede girar la primera plataforma 584 utilizando tornillos de ajuste (no mostrados). En algunas formas de realización, la tercera plataforma 585 puede comprender un tercer actuador (no mostrado) configurado para mover el primer cabezal de matriz de tubos 515a en un tercer grado de libertad, y la cuarta plataforma 595 puede comprender un cuarto actuador (no mostrado) configurado para mover el segundo cabezal de matriz de tubos 515b en un cuarto grado de libertad.

[0056] El movimiento de cada cabezal de matriz de tubos 515 se puede describir en un marco de coordenadas utilizando un eje longitudinal del cabezal de matriz de tubos (como, por

ejemplo, un eje longitudinal del cilindro de matriz 572) como eje de referencia Y. Esto se ilustra esquemáticamente con respecto a una vista frontal de un cilindro de matriz 572 en la esquina superior izquierda de la **Figura 5**. En esta vista, el eje Y sale directamente de la página. Un eje X puede ser perpendicular al eje Y. Por ejemplo, el eje X puede ser horizontal, es decir, paralelo al suelo de un espacio de instalación o a una plataforma 582, al menos en una orientación nominal inclinada de las plataformas 584 y 585 (o 594 y 595). Un eje Z puede ser perpendicular a los ejes X e Y. Por ejemplo, el eje Z puede ser vertical cuando el eje X es horizontal. Por ejemplo, el cabezal de matriz de tubos superior 515a puede describirse con respecto al marco de coordenadas X_a , Y_a , Z_a , y el cabezal de matriz de tubos inferior 515b puede describirse con respecto al marco de coordenadas X_b , Y_b , Z_b . Para abreviar, la discusión en algunos casos puede limitarse a un cabezal de matriz de tubos único 515 o a un solo conjunto de ejes X–Y–Z. Sin embargo, debe entenderse que cada cabezal de matriz de tubos 515 puede alinearse de acuerdo con su propio marco de coordenadas independiente debido al hecho de que los ejes de referencia de los cabezales de matriz de tubos superior e inferior 515a y 515b pueden no estar fijos entre sí.

[0057] En el primer subsoporte 583, la primera plataforma 584 puede estar configurada para mover el cabezal de matriz de tubos superior 515a en un primer grado de libertad mediante el primer actuador 586. Por ejemplo, en algunas formas de realización, el primer grado de libertad puede comprender una rotación alrededor de un primer eje (como, por ejemplo, el eje X_a). La tercera plataforma 585 puede estar configurada para mover el cabezal de matriz de tubos superior 515a en el tercer grado de libertad mediante el tercer actuador. Por ejemplo, el tercer grado de libertad puede comprender una rotación alrededor de un tercer eje (como, por ejemplo, el eje Z_a). Como se muestra, una de la primera plataforma 584 y la tercera plataforma 585 puede estar apilada sobre, o de otro modo soportada por, la otra de la primera plataforma 584 y la tercera plataforma 585. Por lo tanto, en algunas formas de realización, la tercera plataforma 585 puede mover el cabezal de matriz de tubos superior 515a moviendo la primera plataforma 584. En algunas formas de realización, el primer subsoporte 583 puede estar configurado para mover el cabezal de matriz de tubos superior 515a en grados de libertad alternativos o adicionales, como por traslación a lo largo del eje X_a , Y_a o Z_a , o rotación alrededor del eje Y_a . Además, una o más plataformas en el primer subsoporte pueden estar configuradas para moverse en más de un grado de libertad. A modo de ejemplo únicamente, la primera plataforma 583 puede estar configurada tanto para traslación como para rotación alrededor del eje X_a .

[0058] La segunda plataforma 594 y la cuarta plataforma 595 pueden estar configuradas para mover el segundo cabezal de matriz de tubos 515b en un segundo y cuarto grado de libertad, respectivamente, que pueden ser similares a la descripción del primer y tercer grado de libertad anteriores. Además, el segundo subsoporte 593 también puede estar configurado para moverse en los grados de libertad alternativos o adicionales analizados anteriormente con respecto al primer subsoporte 583. Además, debe entenderse que el primer y el segundo subsoporte 583 y 593 pueden no ser necesariamente idénticos o comprender el mismo número o diseño de plataformas.

[0059] En algunas formas de realización, el primer subsoporte 583 y el segundo subsoporte 593 pueden estar soportados por separado en una primera y segunda estructuras de soporte 581, 582 del marco, como por ejemplo a través de una primera y segunda placas de base 587, 597. Esta colocación puede servir para desacoplar el movimiento del cabezal de matriz de tubos superior 515a del cabezal de matriz de tubos inferior 515b.

[0060] En algunas formas de realización, el primer subsoporte 583 puede estar soportado, por ejemplo, sobre la base de matriz inferior 571b. En tal caso, el movimiento de los cabezales de matriz de tubos superior e inferior 515a y 515b puede estar acoplado entre sí porque el movimiento de la base de matriz inferior 571b provocaría el movimiento del primer subsoporte 583. Sin embargo, el primer subsoporte 583 y el segundo subsoporte 593 pueden, no obstante, ser capaces de alinear de forma independiente los cabezales de matriz de tubos superior e inferior 515a y 515b. Además, esta disposición puede ofrecer ventajas sobre la configuración ilustrada en la **Figura 5**. Por ejemplo, el tamaño del soporte 516 puede reducirse, por ejemplo, modificando o eliminando las estructuras de soporte primera o segunda de la plataforma 581 o 582. Este tamaño reducido puede permitir una colocación más cercana de los cabezales de matriz de tubos superior e inferior 515a y 515b, lo que puede permitir una mayor adaptabilidad con las células de fabricación de tubos individuales existentes.

[0061] Además, al acoplar el movimiento de los dos subsoportes, puede ser posible eliminar plataformas o actuadores redundantes. Por ejemplo, si se determina que las tolerancias de alineación permitirán un movimiento uniforme de todos los cabezales de matriz de tubos en al menos un grado de libertad, entonces puede ser suficiente realizar la alineación en ese grado de libertad para todos los cabezales de matriz de tubos utilizando una única plataforma ubicada, por ejemplo, en el segundo subsoporte 593. En forma alternativa o adicional, puede ser posible utilizar una única plataforma para la alineación gruesa en el al menos un grado de

libertad y proporcionar actuadores más pequeños para la alineación independiente fina de al menos uno del cabezal de matriz de tubos superior 515a o del cabezal de matriz de tubos inferior 515b.

[0062] Al proporcionar un soporte de matriz de tubos doble 516 de acuerdo con formas de realización de la presente divulgación, los cabezales de matriz de tubos se pueden alinear de forma independiente y precisa para garantizar un control de calidad suficiente en todas las hebras de tubos corrugados de una célula de fabricación de múltiples tubos.

[0063] La **Figura 6** es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un ejemplo de un método de fabricación de tubos 600, de acuerdo con las formas de realización de la presente divulgación. El método 600 se puede realizar utilizando cualquiera de las formas de realización analizadas anteriormente.

[0064] En el paso 601, se puede producir un único tubo corrugado en una célula de fabricación de tubos. Por ejemplo, el tubo puede ser un tubo grande de doble pared que tenga un diámetro de, por ejemplo, 30 pulgadas o más. La célula de fabricación de tubos puede comprender una pluralidad de bloques de molde de un solo tubo. En algunas formas de realización, la célula de fabricación de tubos puede estar configurada como una célula de fabricación de un solo tubo convencional. En algunas formas de realización, los componentes de la célula de fabricación de un solo tubo pueden estar optimizados para funcionar tanto en modo de fabricación de un solo tubo como de múltiples tubos.

[0065] En los pasos 602 a 606, la producción del tubo corrugado único puede cesar y la célula de fabricación puede convertirse para su uso como una célula de fabricación de múltiples tubos. Por ejemplo, en el paso 602, los bloques de molde de un solo tubo pueden reemplazarse por cualquiera de los bloques de molde de múltiples tubos descritos anteriormente. En el paso 603, se puede retirar un cabezal de matriz de un solo tubo. En el paso 604, un soporte de matriz único puede convertirse en, o reemplazarse por, un soporte de matriz de múltiples tubos. Por ejemplo, el soporte de matriz de múltiples tubos según la **Figura 6** puede configurarse y alinearse con las cavidades de los bloques de molde de múltiples tubos como se explicó anteriormente. En el paso 605, se pueden instalar cabezales de matriz de tubos duales en el soporte de matriz de múltiples tubos. En el paso 606, se puede convertir un sistema de extrusión para su uso en múltiples tubos. Por ejemplo, se puede cambiar un número o tipo de extrusoras, o se puede configurar una extrusora nueva o preexistente con divisores de flujo o mecanismos de regulación de flujo tales como bombas de fusión, como se describió anteriormente.

[0066] En el paso 607, la célula de fabricación de tubos modificada puede utilizarse para producir varios tubos corrugados simultáneamente. Por ejemplo, la célula de fabricación de tubos modificada puede utilizarse para producir simultáneamente dos tubos de un diámetro menor que el tubo único que se produjo en el paso 601.

[0067] En algunas formas de realización, el método 600 puede comprender pasos adicionales para volver a la configuración original de tubo único y producir nuevamente un tubo corrugado único, como se muestra en los pasos 608 a 613.

[0068] Debe entenderse que los pasos descritos en el método 600 no necesitan realizarse en el orden preciso descrito anteriormente. Por ejemplo, en algunas formas de realización, los pasos 602 a 606 pueden realizarse en cualquier orden o simultáneamente, y lo mismo puede ser cierto para los pasos 608 a 612. Además, el método 600 puede comenzar alternativamente con una configuración de múltiples tubos y pasar a una configuración de un solo tubo.

[0069] Las formas de realización de la presente divulgación pueden describirse además con respecto a las siguientes cláusulas:

1. Una célula de fabricación de tubos, que comprende:
 - un sistema de extrusión;
 - una corrugadora que comprende una pluralidad de bloques de molde de múltiples tubos, comprendiendo cada bloque de molde de múltiples tubos una primera cavidad que tiene una primera superficie de moldeo corrugada y una segunda cavidad que tiene una segunda superficie de moldeo corrugada;
 - un primer cabezal de matriz de tubos acoplado al sistema de extrusión y configurado para proporcionar un primer flujo de material de tubo a las primeras cavidades de la pluralidad de bloques de molde de múltiples tubos; y
 - un segundo cabezal de matriz de tubos acoplado al sistema de extrusión y configurado para proporcionar un segundo flujo de material de tubo a las segundas cavidades de la pluralidad de bloques de molde de múltiples tubos,
 - en donde el primer cabezal de matriz de tubos y el segundo cabezal de matriz de tubos están configurados para proporcionar el primer y el segundo flujo de material de tubo simultáneamente.
2. La célula de fabricación de tubos de la cláusula 1, en donde el sistema de extrusión comprende:
 - una primera extrusora configurada para proporcionar el primer flujo de material de tubo al primer cabezal de matriz de tubo; y

una segunda extrusora configurada para proporcionar el segundo flujo de material de tubo al segundo cabezal de matriz de tubo.

3. La célula de fabricación de tubos de la cláusula 2, en donde:

la primera extrusora está configurada para proporcionar un tercer flujo de material de tubo al segundo cabezal de matriz de tubo; y

la segunda extrusora está configurada para proporcionar un cuarto flujo de material de tubo al primer cabezal de matriz de tubo.

4. La célula de fabricación de tubos de la cláusula 3, que comprende además:

un primer mecanismo de regulación de flujo configurado para regular el primer flujo de material de tubo desde la primera extrusora hasta el primer cabezal de matriz de tubo;

un segundo mecanismo de regulación de flujo configurado para regular el segundo flujo de material de tubo desde la segunda extrusora hasta el segundo cabezal de matriz de tubo;

un tercer mecanismo de regulación de flujo configurado para regular el tercer flujo de material de tubo desde la primera extrusora hasta el segundo cabezal de matriz de tubo; y

un cuarto mecanismo de regulación de flujo configurado para regular el cuarto flujo de material de tubo desde la segunda extrusora hasta el primer cabezal de matriz de tubo.

5. La célula de fabricación de tubos de la cláusula 4, en donde uno de los mecanismos de regulación de flujo primero, segundo, tercero y cuarto comprende una bomba de fusión.

6. La célula de fabricación de tubos de la cláusula 4, en donde cada uno de los mecanismos de regulación de flujo primero, segundo, tercero y cuarto comprende una bomba de fusión.

7. La célula de fabricación de tubos de cualquiera de las cláusulas 3 a 6, que comprende además:

un primer divisor de flujo configurado para dividir una salida de la primera extrusora en el primer flujo de material de tubo y el tercer flujo de material de tubo; y

un segundo divisor de flujo configurado para dividir una salida de la segunda extrusora en el segundo flujo de material de tubo y el cuarto flujo de material de tubo.

8. La célula de fabricación de tubos de la cláusula 2, en donde:

la primera extrusora está configurada para proporcionar un tercer flujo de material de tubo al primer cabezal de matriz de tubo; y

la segunda extrusora está configurada para proporcionar un cuarto flujo de material de tubo al segundo cabezal de matriz de tubo.

9. La célula de fabricación de tubos de la cláusula 2, en donde el sistema de extrusión comprende además:

una tercera extrusora configurada para proporcionar un tercer flujo de material de tubo al primer cabezal de matriz de tubo; y

una cuarta extrusora configurada para proporcionar un cuarto flujo de material de tubo al segundo cabezal de matriz de tubo.

10. La célula de fabricación de tubos de cualquiera de las cláusulas 1 a 9, que comprende además:

un primer mecanismo de regulación de flujo dispuesto entre el sistema de extrusión y el primer cabezal de matriz de tubo; y

un segundo mecanismo de regulación de flujo dispuesto entre el sistema de extrusión y el segundo cabezal de matriz de tubo.

11. La célula de fabricación de tubos de la cláusula 10, en donde el primer mecanismo de regulación de flujo o el segundo mecanismo de regulación de flujo comprende una bomba de fusión.

12. La célula de fabricación de tubos de cualquiera de las cláusulas 1 a 11, en donde dentro de cada bloque de molde de múltiples tubos, la primera cavidad comprende un mismo diámetro que la segunda cavidad.

13. La célula de fabricación de tubos de cualquiera de las cláusulas 1 a 11, en donde dentro de cada bloque de molde de múltiples tubos, la primera cavidad comprende un diámetro mayor que la segunda cavidad.

14. La célula de fabricación de tubos de cualquiera de las cláusulas 1 a 13, en donde cada bloque de molde de múltiples tubos comprende una tercera cavidad que tiene una tercera superficie de moldeo corrugada.

15. La célula de fabricación de tubos de cualquiera de las cláusulas 1 a 14, que comprende además:

una pluralidad de portadores de bloque comunes,

en donde cada bloque de molde de múltiples tubos está configurado para ser instalado en uno de la pluralidad de portadores de bloques comunes.

16. La célula de fabricación de tubos de cualquiera de las cláusulas 1 a 15, en donde cada uno de la pluralidad de bloques de moldes de múltiples tubos es extraíble.

17. La célula de fabricación de tubos de cualquiera de las cláusulas 1 a 16, que comprende: un sistema de transporte configurado para girar los bloques de molde de múltiples tubos en un bucle.
18. La célula de fabricación de tubos de cualquiera de las cláusulas 1 a 17, que comprende además:
- un soporte de matriz configurado para:
 - alinear el primer cabezal de matriz de tubos con las primeras cavidades de la pluralidad de bloques de moldes de múltiples tubos;
 - alinear el segundo cabezal de matriz de tubos con las segundas cavidades de la pluralidad de bloques de moldes de múltiples tubos; y
 - realizar un movimiento relativo entre el primer cabezal de matriz de tubos y el segundo cabezal de matriz de tubo.
19. La célula de fabricación de tubos de la cláusula 18, en donde el soporte de matriz comprende además:
- un primer subsoporte configurado para soportar el primer cabezal de matriz de tubos, comprendiendo el primer subsoporte una primera plataforma configurada para mover el primer cabezal de matriz de tubos en un primer grado de libertad; y
 - un segundo subsoporte configurado para soportar el segundo cabezal de matriz de tubos, comprendiendo el segundo subsoporte una segunda plataforma configurada para mover el segundo cabezal de matriz de tubos en un segundo grado de libertad.
20. La célula de fabricación de tubos de la cláusula 19, en donde:
- el primer subsoporte comprende una tercera plataforma configurada para mover el primer cabezal de matriz de tubos en un tercer grado de libertad diferente del primer grado de libertad; y
 - el segundo subsoporte comprende una cuarta plataforma configurada para mover el segundo cabezal de matriz de tubos en un cuarto grado de libertad diferente del segundo grado de libertad.
21. La célula de fabricación de tubos de la cláusula 19 o 20, en donde:
- el primer grado de libertad comprende una rotación alrededor de un primer eje que es perpendicular a un eje longitudinal del primer cabezal de matriz de tubos; y
 - el segundo grado de libertad comprende una rotación alrededor de un segundo eje que es perpendicular a un eje longitudinal del segundo cabezal de matriz de tubos.
22. La célula de fabricación de tubos de la cláusula 19 o 20, en donde:

el primer grado de libertad comprende una traslación a lo largo de un primer eje que es perpendicular a un eje longitudinal del primer cabezal de matriz de tubos; y

el segundo grado de libertad comprende una traslación a lo largo de un segundo eje que es perpendicular a un eje longitudinal del segundo cabezal de matriz de tubos.

23. La célula de fabricación de tubos de cualquiera de las cláusulas 19 a 22, en donde el soporte de matriz comprende además:

un marco configurado para soportar al menos uno del primer subsoporte o el segundo subsoporte.

24. Un método de fabricación de tubos, que comprende:

proporcionar un flujo de material de tubo desde un sistema de extrusión a una corrugadora, comprendiendo la corrugadora una pluralidad de bloques de molde de un solo tubo, comprendiendo cada uno de la pluralidad de bloques de molde de un solo tubo una superficie de molde corrugada,

corrugar un tubo mediante la corrugadora utilizando la pluralidad de bloques de molde de un solo tubo;

reemplazar la pluralidad de bloques de molde de un solo tubo por una pluralidad de bloques de molde de múltiples tubos en la corrugadora, comprendiendo cada uno de la pluralidad de bloques de molde de múltiples tubos una pluralidad de superficies de molde corrugadas;

modificar el sistema de extrusión para dividir el flujo de material de tubo;

proporcionar el flujo dividido de material de tubo a la pluralidad de superficies de molde corrugadas de los bloques de molde de múltiples tubos; y

corrugar una pluralidad de tubos mediante la corrugadora utilizando la pluralidad de bloques de molde de múltiples tubos.

25. Un método de fabricación de tubos, que comprende:

proporcionar un flujo dividido de material de tubo desde un sistema de extrusión a una corrugadora, comprendiendo la corrugadora una pluralidad de bloques de molde de múltiples tubos, comprendiendo cada uno de la pluralidad de bloques de molde de múltiples tubos una pluralidad de superficies de molde corrugadas, y

corrugar una pluralidad de tubos mediante la corrugadora utilizando la pluralidad de bloques de molde de múltiples tubos.

[0070] La descripción anterior se ha presentado con fines ilustrativos. No es exhaustiva y no limita la invención a las formas o realizaciones precisas descritas. Las modificaciones y

adaptaciones de la invención serán evidentes para los expertos en la materia a partir de la consideración de la memoria descriptiva y la práctica de las formas de realización descritas de las invenciones aquí divulgadas.