



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 991**

51 Int. Cl.:

E04H 3/12 (2006.01)

E04F 11/104 (2006.01)

B32B 15/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08856399 .4**

96 Fecha de presentación : **05.12.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2231965**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.09.2010**

54 Título: **Elemento estructural y estructura escalonada.**

30 Prioridad: **05.12.2007 GB 0723813**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.10.2011

73 Titular/es: **INTELLIGENT ENGINEERING
(BAHAMAS) LIMITED**
Bahamas International Trust
Building Bank Lane - P.O. Box
N8188 Nassau, BS

72 Inventor/es: **Kennedy, Stephen, John**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

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

DESCRIPCIÓN

Elemento estructural y estructura escalonada

- 5 La presente invención se refiere a un elemento estructural, particularmente un elemento estructural para su uso como parte de una estructura escalonada tal como una grada escalonada, tal vez una grada de asientos, por ejemplo, para un estadio deportivo u otro escenario de espectáculos. Una estructura escalonada puede estar formada a partir de una pluralidad de los elementos estructurales.
- 10 Para aumentar los ingresos procedentes de eventos deportivos y de otra índole, se desea maximizar el número de espectadores que pueden encontrar acomodo en un estadio deportivo u otro escenario. Para llevar esto a cabo es necesario proporcionar unos niveles adicionales de asientos, lo que a menudo da como resultado unas estructuras en las que una parte significativa del anfiteatro superior de asientos se sitúa en voladizo sobre otras partes de la estructura. Por consiguiente, el peso de las contrahuellas que soportan tal asiento debe minimizarse para reducir el tamaño y el coste de la estructura de soporte. Para reducir las vibraciones resonantes y transitorias asociadas con los eventos deportivos y de espectáculos las contrahuellas deben ser rígidas, tener suficiente masa, o estar construidas con materiales que tengan unas buenas características de sujeción. Los diseños de gradas de asientos existentes están hechos de hormigón o acero pretensado o prefabricado. Las secciones de contrahuella conocidas se construyen generalmente a partir de hormigón puesto que permite unas largas extensiones despejadas entre
- 15 puntales inclinados (habitualmente de 12.200 mm) con un control de vibración razonable debido a que el hormigón tiene un coeficiente de amortiguación de 0,2, una buena resistencia al fuego y un coste de mantenimiento relativamente bajo. La principal desventaja de la construcción con hormigón es que la sección de contrahuella es pesada, por ejemplo, alrededor de 10 t para una contrahuella de dos niveles, con un peso propio (carga muerta) igual a la carga variable superpuesta de diseño debida al uso y a la ocupación. Es por lo tanto necesario proporcionar una superestructura y unos cimientos más pesados, más fuertes, más rígidos y más costosos para soportar las secciones de contrahuella, en especial para grandes secciones de asiento en voladizo.
- 20 Para minimizar el peso propio, y en consecuencia reducir el coste de la superestructura y los cimientos, las secciones de contrahuella pueden estar construidas con planchas de acero plegadas que están soportadas por unos puntales inclinados intermedios y un armazón de acero secundario. Habitualmente la máxima extensión para este tipo de construcción es de aproximadamente 6.100 mm y el peso propio de alrededor de un 40% de una estructura de hormigón equivalente. No obstante, las contrahuellas de acero son más susceptibles a los problemas de sonido y vibración, al tener un coeficiente de amortiguación de 0,1, y tienen costes adicionales asociados a la fabricación y el montaje de los puntales inclinados intermedios y el armazón de acero secundario.
- 25 Los elementos de plancha de tipo *sandwich* estructurales se describen en el documento US 5.778.813 y en el documento US 6.050.208, documentos que se incorporan por la presente a modo de referencia, y que comprenden unas planchas de metal exteriores, por ejemplo, de acero, adheridas entre sí con un núcleo de elastómero intermedio, por ejemplo, de poliuretano no espumado. Estos sistemas de plancha de tipo *sandwich* (a los que a menudo se hace referencia como estructuras de SPS) pueden usarse en muchas formas de construcción para sustituir planchas de acero reforzado, planchas de acero perfilado, hormigón reforzado o estructuras de hormigón y
- 30 acero compuestas y para simplificar en gran medida las estructuras resultantes, lo que mejora el comportamiento estructural y la resistencia y (por ejemplo, las características de rigidez y de amortiguación) a la vez que ahora peso. Unos desarrollos adicionales de estos elementos de plancha de tipo *sandwich* estructurales se describen en el documento WO 01/32414, que también se incorpora por la presente a modo de referencia. Tal como se describe en dicho documento, pueden incorporarse unas formas o insertos de espuma en la capa de núcleo para reducir el peso y pueden añadirse unas planchas de rotura de metal transversales para mejorar la rigidez.
- 35 De acuerdo con las enseñanzas del documento WO 01/32414 las formas de espuma pueden ser o bien huecas o bien sólidas. Las formas huecas generan una reducción de peso mayor y son por lo tanto ventajosas. Las formas que se describen en ese documento no se limitan a estar hechas de material de espuma de peso ligero y pueden también estar hechas de otros materiales tales como cajas de madera o de acero, formas de plástico extrudido y esferas de plástico huecas. El documento GB 2.368.041 da a conocer una grada escalonada que comprende una estructura de tipo *sandwich* que tiene unas planchas de metal superior e inferior y una capa de material de plástico o de polímeros intermedia adherida a las planchas de metal con el fin de transferir los esfuerzos cortantes entre las mismas, es decir, una estructura de SPS. Las planchas se han doblado previamente en la forma de grada escalonada deseada y se han soldado entre sí y entonces la capa intermedia se inyecta en la cavidad con forma de grada escalonada entre las dos planchas. Las planchas de estructura de tipo *sandwich* que se usan en la formación de la grada escalonada tienen una rigidez aumentada en comparación con las planchas de acero de un espesor comparable y evitan o reducen la necesidad de proporcionar unos elementos de refuerzo. Esto da como resultado una estructura considerablemente más sencilla con menos soldaduras lo que conduce tanto a una manufactura simplificada como a una reducción en el área vulnerable a la fatiga o a la corrosión. No obstante, la estructura en la que se inyecta el elastómero es voluminosa y complicada de montar.
- 40 Los elementos de plancha de tipo *sandwich* estructurales se describen en el documento US 5.778.813 y en el documento US 6.050.208, documentos que se incorporan por la presente a modo de referencia, y que comprenden unas planchas de metal exteriores, por ejemplo, de acero, adheridas entre sí con un núcleo de elastómero intermedio, por ejemplo, de poliuretano no espumado. Estos sistemas de plancha de tipo *sandwich* (a los que a menudo se hace referencia como estructuras de SPS) pueden usarse en muchas formas de construcción para sustituir planchas de acero reforzado, planchas de acero perfilado, hormigón reforzado o estructuras de hormigón y
- 45 acero compuestas y para simplificar en gran medida las estructuras resultantes, lo que mejora el comportamiento estructural y la resistencia y (por ejemplo, las características de rigidez y de amortiguación) a la vez que ahora peso. Unos desarrollos adicionales de estos elementos de plancha de tipo *sandwich* estructurales se describen en el documento WO 01/32414, que también se incorpora por la presente a modo de referencia. Tal como se describe en dicho documento, pueden incorporarse unas formas o insertos de espuma en la capa de núcleo para reducir el peso y pueden añadirse unas planchas de rotura de metal transversales para mejorar la rigidez.
- 50 De acuerdo con las enseñanzas del documento WO 01/32414 las formas de espuma pueden ser o bien huecas o bien sólidas. Las formas huecas generan una reducción de peso mayor y son por lo tanto ventajosas. Las formas que se describen en ese documento no se limitan a estar hechas de material de espuma de peso ligero y pueden también estar hechas de otros materiales tales como cajas de madera o de acero, formas de plástico extrudido y esferas de plástico huecas. El documento GB 2.368.041 da a conocer una grada escalonada que comprende una estructura de tipo *sandwich* que tiene unas planchas de metal superior e inferior y una capa de material de plástico o de polímeros intermedia adherida a las planchas de metal con el fin de transferir los esfuerzos cortantes entre las mismas, es decir, una estructura de SPS. Las planchas se han doblado previamente en la forma de grada escalonada deseada y se han soldado entre sí y entonces la capa intermedia se inyecta en la cavidad con forma de grada escalonada entre las dos planchas. Las planchas de estructura de tipo *sandwich* que se usan en la formación de la grada escalonada tienen una rigidez aumentada en comparación con las planchas de acero de un espesor comparable y evitan o reducen la necesidad de proporcionar unos elementos de refuerzo. Esto da como resultado una estructura considerablemente más sencilla con menos soldaduras lo que conduce tanto a una manufactura simplificada como a una reducción en el área vulnerable a la fatiga o a la corrosión. No obstante, la estructura en la que se inyecta el elastómero es voluminosa y complicada de montar.
- 55 El documento US 5,357.724 da a conocer un peldaño de escalera, en el que se usa un caucho sintético para embutir unas partes de núcleo lateral de metal dispuestas en los bordes laterales de una sección de núcleo
- 60 El documento US 5,357.724 da a conocer un peldaño de escalera, en el que se usa un caucho sintético para embutir unas partes de núcleo lateral de metal dispuestas en los bordes laterales de una sección de núcleo

substantialmente horizontal en un ángulo recto hacia abajo a las mismas. Un reborde se proporciona a lo largo de los bordes laterales de la superficie del peldaño. El reborde se proyecta hacia arriba, la superficie exterior del reborde se encuentra a nivel con la superficie del caucho sintético que cubre las secciones de núcleo lateral, y el reborde se forma en una pieza, de caucho sintético.

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un elemento estructural mejorado.

La presente invención proporciona un elemento estructural que comprende: una parte de huella formada por una estructura de tipo *sandwich* que tiene unas planchas primera y segunda y un núcleo de un material de plástico o de polímero entre y adherido a dichas planchas primera y segunda con el fin de transferir los esfuerzos cortantes entre las mismas; y una parte de contrahuella formada por un elemento de metal, estando fijada dicha parte de contrahuella a dicha parte de huella y estando insertada una primera parte de dicho elemento de metal entre dichas planchas primera y segunda, en el que dicha primera parte tiene un espesor substancialmente igual a la separación de dichas planchas de tal modo que estando insertada entre dichas planchas primera y segunda dicha primera parte abarca el espacio entre las planchas, y caracterizado porque además comprende una parte de contrahuella adicional, estando dicha parte de contrahuella adicional formada por un elemento de metal adicional y estando fijada a dicha parte de huella y estando una primera parte de dicho elemento de metal adicional insertada entre dichas planchas primera y segunda.

De esta forma el número de soldaduras que se necesitan para la manufactura de una grada escalonada con el sistema de plancha de tipo *sandwich* (SPS) se mantiene bajo y el montaje es relativamente sencillo. Esto no sólo reduce el coste de la soldadura sino que también elimina un elemento individual potencialmente propenso a fatiga. También, el presente diseño evita de ese modo un potencial mayor para la distorsión de soldadura. Además, el elemento estructural puede transportarse con relativa sencillez y pueden apilarse una pluralidad de elementos estructurales. La fijación entre ellos y la fijación a un armazón también se simplifica.

Los materiales, las dimensiones y las propiedades generales de las láminas de metal y el núcleo de polímero o material de plástico de la invención pueden elegirse tal como se desee para el uso particular al que la grada escalonada vaya a destinarse y en general pueden ser tal como se describe en el documento US-5.778.813 y en el documento US-6.050.208. Habitualmente se usa acero o acero inoxidable en unos espesores de 0,5 a 20 mm y puede usarse aluminio donde se desea un ligero peso. De forma similar, el núcleo de plástico o de polímero es preferiblemente compacto (es decir, no espumado) y puede ser de cualquier material adecuado, por ejemplo, un elastómero tal como el poliuretano, tal como se describe en el documento US-5.778.813 y en el documento US-6.050.208. También pueden incluirse formas o insertos de peso ligero tales como las que se describen en el documento WO 01/32414. La primera lámina de metal puede estar pintada o tener un tratamiento de superficie diferente que se aplica para mejorar la adherencia.

Una estructura escalonada de acuerdo con la presente invención puede diseñarse para cumplir unos criterios de facilidad de mantenimiento relevantes y unas limitaciones de construcción relacionadas con la vibración y el control de la curvatura por deformación, y el manejo de plancha. La estructura resultante es ligera, rígida y, con las características de humedecimiento inherentes del material de plástico o de polímero, proporciona un comportamiento de respuesta estructural y de vibración mejorado con respecto a las contrahuellas construidas con planchas de acero reforzado y secciones laminadas (estructura de acero secundaria) o las construidas con hormigón pretensado.

La presente invención se describirá adicionalmente a continuación con referencia a la siguiente descripción de una realización a modo de ejemplo y los dibujos esquemáticos que la acompañan, en los que

la figura 1 es una vista en perspectiva de un elemento estructural de acuerdo con una primera realización de la presente invención;
 las figuras 2a y b son vistas transversales en sección transversal de una parte de contrahuella de la primera realización de la presente invención;
 la figura 3 es una vista transversal en sección transversal de una estructura escalonada de acuerdo con la primera realización de la presente invención;
 la figura 4 es una vista transversal en sección transversal de una estructura escalonada de acuerdo con una segunda realización de la presente invención;
 la figura 5 es una vista transversal en sección transversal de una estructura escalonada adicional de acuerdo con la segunda realización de la presente invención;
 la figura 6 es una vista transversal en sección transversal de una estructura escalonada adicional de acuerdo con la segunda realización de la presente invención;
 la figura 7 es una vista transversal en sección transversal de una estructura escalonada adicional de acuerdo con una tercera realización; y
 las figuras 8a y b son vistas transversales en sección transversal que muestran detalles de la tercera realización.

Primera Realización

La figura 1 muestra una vista en perspectiva de un elemento estructural 1 de acuerdo con la presente invención. El elemento estructural 1 puede usarse para formar una estructura escalonada 100, por ejemplo, una grada de asientos para su uso en un teatro o en un estadio deportivo, etc.

Habitualmente una sección de asiento tiene una anchura de entre 10 y 15 metros y está soportada en cada extremo por vigas de puntal inclinado que pueden estar en voladizo sobre otras partes del estadio. Los asientos se ubican entonces en unas partes de huella 2 de la estructura escalonada. Las partes de huella 2 son generalmente horizontales y se forman unos escalones entre las partes de huella 2 mediante las partes de contrahuella 3 que son generalmente verticales. La estructura escalonada puede ensamblarse *in situ* o puede ensamblarse previamente, parcial o completamente.

Como puede verse a partir de la figura 1 en el elemento estructural la parte de escalón 2 (que es alargada en la dirección longitudinal) se hace de una primera capa 10 y de una segunda capa 20. Las capas primera y segunda 10, 20 están compuestas por unas planchas de metal primera y segunda, preferiblemente planchas de acero aunque pueden ser adecuados otros materiales. Por ejemplo, las planchas 10, 20 pueden hacerse de un plástico reforzado con fibra o hacerse de un metal diferente del acero, por ejemplo, de aluminio.

El espesor de las capas primera y segunda 10, 20 puede estar, por ejemplo, en el intervalo de 0,5 a 20 mm. Aquellas partes de la estructura de las que se espera que sufran un desgaste durante su uso pueden estar formadas con capas de metal espesas y/o un perfilado superficial, por ejemplo, para mejorar el agarre. Alternativamente pueden usarse recubrimientos.

Entre las capas primera y segunda 10, 20 se encuentra un núcleo 30 de material de plástico o de polímero, preferiblemente un material termoendurecido compacto tal como un elastómero de poliuretano, con el fin de formar un elemento de plancha estructural (SPS) que actúa como la parte de huella 2 o el peldaño del elemento estructural. El núcleo 30 está formado por un material que transfiere los esfuerzos cortantes entre las capas primera y segunda 10, 20. El núcleo puede tener un espesor en el intervalo de 15 a 300 mm y está adherido a las capas primera y segunda 10, 20 con suficiente fuerza y tiene suficientes propiedades mecánicas para transferir los esfuerzos cortantes esperados en el uso entre esas capas 10, 20. La fuerza de adhesión entre el núcleo 30 y las capas 10, 20 debe ser mayor que 3 MPa, preferiblemente de 6 MPa, y el módulo de elasticidad del material de núcleo debe ser mayor que 200 MPa, preferiblemente mayor que 250 MPa, en especial si se espera que esté expuesto a altas temperaturas en su uso.

Para unas aplicaciones de carga bajo, tales como unas contrahuellas de escalera, en las que las cargas de ocupación y de uso habituales son del orden de 1,4 kPa a 7,2 kPa, la fuerza de adhesión puede ser inferior, por ejemplo, de aproximadamente 0,5 MPa. En virtud de la capa de núcleo 30, el elemento de plancha de tipo *sandwich* estructural tiene una fuerza y una capacidad de soporte de carga de una plancha de acero reforzada que tiene un espesor de plancha substancialmente mayor y un refuerzo adicional significativo.

Para manufacturar el elemento estructural, las superficies interiores de las capas 10, 20 se preparan, por ejemplo, mediante grabado al ácido y limpieza y/o chorro de arena, de tal modo que las superficies quedan suficientemente limpias y alisadas para formar una buena adhesión al material de núcleo.

El material de núcleo se inyecta preferiblemente en el interior de una cavidad y entonces se permite que se cure en la cavidad. Con el fin de manufacturar el elemento estructural 1 de esta forma, se forma una cavidad entre las capas 10, 20 sellando los bordes longitudinales 21 del elemento de plancha estructural (tal como se describe a continuación) y los bordes transversales 22 del elemento de plancha estructural (por ejemplo, soldando una plancha lateral entre las capas primera y segunda 10, 20). Por lo tanto, una cavidad de núcleo se forma entre las capas primera y segunda 10, 20 y el material de núcleo puede inyectarse en el interior de la cavidad de núcleo mediante unos accesos de inyección (no mostrados) o bien en las planchas o el elemento acoplado en los extremos transversales. Pueden proporcionarse unos orificios de ventilación en cualquier posición conveniente. Preferiblemente, tanto los orificios de ventilación como los accesos de inyección se rellenan y se ponen a nivel una vez que se ha completado la inyección. Durante la inyección y el curado del material de núcleo, puede necesitarse contener las capas 10, 20 para evitar el combado debido a la dilatación térmica del núcleo producida por el calor del curado. Alternativamente, en especial para unas contrahuellas relativamente pequeñas, el elemento estructural puede ponerse en el interior de un molde para inyección del material de núcleo. De hecho, debido a la geometría de la(s) parte(s) de contrahuella 3 de la presente invención y que se describen a continuación, es poco probable el combado de las capas primera y segunda 10, 20 durante la inyección y el curado del material de núcleo y esto es una ventaja adicional de la presente invención.

A pesar de que no se muestran, pueden ubicarse espaciadores, formas de peso ligero, planchas de rotura y otros insertos en la cavidad de núcleo antes de que las capas primera y segunda, 10, 20 se fijen en su lugar. Los espaciadores son ventajosos debido a que aseguran que el espaciado de las secciones, y en consecuencia el espesor del núcleo, sea uniforme a través de la contrahuella. Además, pueden usarse otros materiales de

abultamiento de baja densidad en el material de núcleo tal como microesferas y esto ayuda a mantener bajo el peso del elemento estructural. En detalle, pueden soldarse o fijarse de otro modo carriles de montaje de seguridad y asiento sobre el elemento estructural tal como se desee antes de la inyección o después del curado del núcleo. En el último caso, no obstante, ha de tenerse cuidado para evitar producir daños en el núcleo.

Tal como se menciona anteriormente, los bordes longitudinales 21 de la cavidad de núcleo se sellan mediante primeras partes de extremo longitudinal 41 de las partes de contrahuella 3. Las partes de contrahuella 3 se forman por un elemento de metal. Dicho de otra forma, la parte de extremo longitudinal 41 de la parte de contrahuella 3 se inserta entre las capas primera y segunda 10, 20. Preferiblemente la parte de contrahuella 3 está en contacto, en un primer lado, con la primera capa 10 y en el segundo lado, con la segunda capa 20. Preferiblemente la parte de contrahuella 3 se suelda directamente a las capas primera y segunda 10, 20 aunque por supuesto será posible tener un elemento espaciador (no ilustrado) ubicado entre la parte de extremo longitudinal 41 de la parte de contrahuella 3 y la primera capa 10 y/o la segunda capa 20. No obstante, es particularmente conveniente usar la parte de extremo longitudinal 41 de la parte de contrahuella 3 para bloquear el espacio longitudinal entre las capas primera y segunda 10, 20 directamente por sí misma.

Como puede verse en la figura 1, la parte de contrahuella 3 se hace de un elemento en forma de L de tal modo que, en su uso, la parte de extremo longitudinal 41 se extiende substancialmente de forma horizontal de tal modo que puede insertarse entre las capas primera y segunda 10, 20. La parte de contrahuella 3 también comprende una parte vertical 42 que forma la componente vertical de la forma de L y, en su uso, puede usarse (tal como se ilustra en la figura 3 y como se describirá a continuación) en vertical para separar unas partes de huella consecutivas 2.

Como puede verse en la figura 1 cada elemento estructural comprende preferiblemente dos partes de contrahuella 3 (que son alargadas en la dirección longitudinal), una insertada entre las capas primera y segunda 10, 20 a lo largo de un primer borde longitudinal 21 y la segunda parte de contrahuella 3 insertada entre las capas primera y segunda 10, 20 a lo largo de un segundo borde longitudinal 21, segundo borde longitudinal que se encuentra en un lado opuesto de la parte de huella 2 con respecto al primer borde longitudinal.

Tal como se ilustra en la figura 1, las partes de contrahuella primera y segunda están orientadas de tal modo que la primera parte de contrahuella 3 se extiende más allá de un plano exterior de la segunda capa 20 (que preferiblemente es perpendicular al plano exterior de la segunda capa). La otra parte de contrahuella 3 se extiende más allá del plano exterior de la primera capa 10 y la parte que sobresale otra vez sobresale en una dirección generalmente perpendicular al plano de la superficie exterior de la primera capa 10. Por lo tanto, las dos partes de contrahuella 3 se extienden en sentidos opuestos la una respecto de la otra.

Preferiblemente las partes de contrahuella 3 se forman de metal laminado (por ejemplo, de acero o de aluminio). No obstante, las partes de contrahuella 3 pueden estar formadas de materiales no metálicos (aunque son preferiblemente de acero) y también pueden estar formadas por otros procedimientos, tal como el plegado de una lámina de metal. No obstante, la parte de contrahuella es preferiblemente un elemento de metal laminado y esto puede ser particularmente beneficioso debido a que pueden incorporarse determinadas características. Esto se describirá con referencia a la figura 2 que es una vista transversal detallada en sección transversal de una parte de contrahuella 3.

Como puede verse a partir de la figura 2a, la parte de contrahuella 3 tiene generalmente forma de L, formando la base de la L, en su extremo, la primera parte de extremo longitudinal 41. Preferiblemente la parte de extremo longitudinal 41 es más espesa (preferiblemente alrededor de 20 mm) que la parte vertical 42 de la parte de contrahuella 3 que necesita tener sólo alrededor de 8 mm de anchura para proporcionar suficiente fuerza para actuar como una contrahuella.

Preferiblemente la esquina exterior de la forma de L, donde se encuentran la base y la parte vertical de la forma de L, tiene un radio de alrededor de 10 mm. Esto se debe a que, en su uso, ese radio estará expuesto y han de evitarse los bordes afilados, si es posible.

Como puede verse, la parte de base de la L en la primera parte de extremo longitudinal 41 comprende un escalón 45 en su superficie interior. Preferiblemente el escalón 45 se hace tan profundo como el espesor de la primera y/o la segunda capa 20, tal como sea apropiado. Esto ayuda en el montaje y la primera y/o la segunda capa 20 puede ubicarse entonces en el interior de ese escalón 45 (tal como se ilustra en la figura 3) y soldarse en su lugar. La superficie exterior de la segunda capa 20 se encuentra entonces substancialmente a nivel con la superficie expuesta de la base de la parte de contrahuella en forma de L. Puede usarse un escalón similar en la superficie exterior de la base de la parte de contrahuella en forma de L (esto no se ilustra).

La figura 2b ilustra una parte de contrahuella adicional 3 en la que se han ilustrado determinadas dimensiones. Obsérvese en particular la pendiente del 2%. Es decir, la primera parte de extremo longitudinal 41 no se encuentra exactamente a 90° con respecto a la parte vertical 42. Esto asegura que las partes de contrahuella 2 tengan una pendiente hacia fuera permitiendo que el agua, por ejemplo, se deslice cayendo de ellos. La tabla a continuación muestra unas dimensiones habitual para tres tipos de parte de contrahuella. Estas dimensiones son para una parte

de contrahuella laminada en caliente para su uso con unas partes de huella 2 que comprenden unas capas primera y segunda con un espesor de 4 mm y un núcleo 30 de 20 mm de espesor.

Tabla 1

Tamaño de forma laminada en caliente	A1	A2	T	B	C	t	b
Tipo A	125	126	8	40	20	4	23
Tipo B	215	216	10	40	20	4	23
Tipo C	305	306	12	40	20	4	23

El diseño del elemento estructural ilustrado en la figura 1 que es para su uso en una estructura escalonada es sencillo de montar debido parcialmente a que el número de soldaduras necesarias para formar el elemento estructural se mantiene bajo. Por ejemplo, como puede verse a partir de la figura 1, sólo son necesarias cuatro soldaduras longitudinales. Éstas se encuentran entre la primera parte de contrahuella y la primera capa, entre la primera parte de contrahuella y la segunda capa, entre la segunda parte de contrahuella y la primera capa y entre la segunda parte de contrahuella y la segunda capa. Como las soldaduras individuales pueden ser propensas a fatiga, el bajo número de soldaduras necesario es una ventaja inequívoca.

También, sólo necesitan conformarse las partes de contrahuella y si esto se hace por laminación, pueden manufacturarse fácilmente grandes longitudes de las partes de contrahuella. Por lo tanto, se reduce la cantidad de trabajo/mecanizado con metal necesaria. Preferiblemente la longitud de la contrahuella y de las partes de huella son substancialmente iguales de tal modo que no son necesarias uniones transversales.

Además, unos elementos estructurales 1 tal como los ilustrados en la figura 1 pueden ensamblarse fuera de las instalaciones y, tal como se ilustra en la figura 3 pueden entonces ponerse juntos para formar una estructura escalonada 100 *in situ*. Esto tiene ventajas particulares que incluyen (pero que no se limitan a) el control de calidad en la producción del laminado de las capas primera y segunda y el material de núcleo debido a que esto puede hacerse fuera de las instalaciones en una ubicación específicamente diseñada para ese fin. La estructura escalonada puede entonces ensamblarse (sin requerir soldadura) a través del uso de sujeciones roscadas (aunque por supuesto puede usarse soldadura, si se controla cuidadosamente, en caso de que se desee tal cosa).

La figura 3 muestra una pluralidad de elementos estructurales 1 conectados entre ellos para formar una estructura escalonada 100. Los elementos estructurales colindantes 1 están preferiblemente conectados entre ellos usando una pluralidad de sujeciones roscadas 110 tal como pernos (remache de cabeza redonda embutida) espaciados a lo largo de la parte de contrahuella 3 en la dirección longitudinal. La sujeción roscada 110 pasa a través de las partes verticales 42 de las partes de contrahuella 3 de unos elementos estructurales adyacentes 1. Preferiblemente esas partes de contrahuella 3 están conectadas entre sí adyacentes a unas segundas partes de extremo longitudinal respectivas. Las segundas partes de extremo longitudinal están en un extremo opuesto de la parte de contrahuella 3 con respecto a la primera parte de extremo longitudinal 41.

Las partes de contrahuella que están conectadas entre sí se extienden en sentidos opuestos (es decir en el uso una se extiende hacia arriba y la otra se extiende hacia abajo) de tal modo que se forma una estructura escalonada.

Un elemento de plancha 60 se proporciona como un elemento de soporte para soportar el elemento estructural 1 y al que está acoplada la pluralidad de elementos estructurales 1. Las sujeciones roscadas 70 se usan para conectar el elemento de plancha 60 a los elementos estructurales. Como puede verse a partir de la figura 3, una ubicación conveniente para las sujeciones roscadas 70 se encuentra a través del elemento de plancha 60 y en el interior de la parte de base de la parte de contrahuella 3. Por supuesto pueden usarse otros procedimientos de acoplamiento de los elementos estructurales al elemento de plancha 60 pero este procedimiento evita la soldadura y por lo tanto se prefiere. Puede ubicarse una lana de roca 130 o similar en el elemento de plancha 60 entre el elemento de plancha y los elementos estructurales 1 para proporcionar un aislamiento térmico y/o acústico. El elemento de plancha 60 puede entonces acoplarse a las vigas de puntal inclinado (vigas en forma de I) y puede diseñarse un esqueleto apropiado para portar toda la estructura. Las vigas de puntal inclinado se hallan en la dirección transversal paralelas a la plancha 60 y pueden estar espaciadas longitudinalmente tal como sea apropiado, separadas preferiblemente entre 10 y 15 metros.

Es importante controlar la frecuencia mecánica dinámica de las gradas escalonadas debido a la probabilidad de que la gente se mueva en las contrahuellas al unísono. Existe una frecuencia de diseño objetivo típica de 7,5 Hz para una estructura sin carga que se reducirá a alrededor de 6 Hz cuando la estructura está cargada.

La presente invención proporciona un soporte vertical adicional más 80 para cambiar el comportamiento dinámico de la mecánica de una grada escalonada. Este elemento puede influir en la frecuencia mecánica dinámica de la grada escalonada.

La figura 3 muestra el soporte vertical adicional más 80 que se extiende entre el elemento de plancha 60 y al menos alguno de los elementos estructurales 1. El soporte vertical adicional 80 se extiende en la dirección longitudinal y está conectado al elemento estructural correspondiente 1 aproximadamente en una posición en la que la parte de

huella 1 se encuentra lo más lejos posible del elemento de plancha 60 o en la que está acoplado a la parte de contrahuella 3. Por supuesto el soporte vertical adicional 80 no es realmente vertical y puede desplazarse unas pocas decenas de grados con respecto a la posición vertical. La plancha de soporte vertical adicional proporciona el correcto comportamiento dinámico del elemento estructural (por ejemplo, durante el movimiento de personas en el elemento estructural, tal vez movimiento al unísono).

Segunda Realización

La segunda realización es la misma que la primera realización excepto en lo que se describe a continuación. En las figuras 4 a 6 se ilustran unas variaciones respecto de la segunda realización. Como puede verse, una parte del elemento de contrahuella 3 se dobla (por ejemplo, para formar una parte que se proyecta hacia fuera del plano general de la contrahuella 3) y esta parte doblada se inserta entre las capas primera y segunda 10, 20. Esto permite que la parte de contrahuella 3 se haga de un elemento de metal, por ejemplo, una lámina, que es más delgada que en la primera realización. El doblez puede formarse por laminado, preferiblemente formarse por laminado en caliente.

De hecho un extremo longitudinal de la parte de contrahuella 3 se dobla sobre sí misma un total de 180° para adoptar una forma de U en sección transversal. Esa parte de extremo longitudinal 41 se dobla entonces un total de más de 90° para dar a la parte de contrahuella 3 una forma global de L con la base de la L estando formada por la primera parte de extremo longitudinal 41 doblada de vuelta. Puede ser necesario hacer una soldadura entre el extremo doblado de vuelta y la parte vertical principal de la parte de contrahuella 3 con el fin de evitar que el agua u otros fluidos no deseables se introduzcan en las cavidades huecas en el medio de la parte de extremo longitudinal 41.

Una variación de la segunda realización se ilustra en la figura 5. En esta realización una de las contrahuellas también tiene una parte que se inserta entre las capas primera y segunda de la parte de escalón 2. En la parte de contrahuella inferior 3 hay una parte intermedia de los extremos longitudinales del elemento de metal que se inserta entre las capas primera y segunda 10, 20. Esto se logra formando un corrugado longitudinal en la parte de contrahuella de tal modo que, en sección transversal, el corrugado tiene una forma de C. En otras palabras, la parte de contrahuella 3 se dobla en la dirección longitudinal 90°, luego en una posición inferior hacia abajo la parte de contrahuella se dobla otra vez en una dirección longitudinal 90° en el sentido opuesto al primer plegado. Un doblez adicional a 90° en oposición directa al primer doblez se hace seguido de un último doblez en la dirección original 90°.

Las partes que van a insertarse entre las capas primera y segunda de la parte de escalón pueden tanto seleccionarse de entre los tipos ilustrados en las figuras 4 y 5 como pueden ser mixtas.

La figura 6 ilustra una variación adicional. La realización de la figura 6 es la misma que la de la figura 5 excepto en que se forma un corrugado 50 en una parte vertical de la contrahuella 3. Este corrugado tiene una forma de C en sección transversal y se forma de la misma forma que la parte insertada entre las capas primera y segunda 10, 20 de la figura 5. El corrugado 50 ayuda con la rigidez de la parte de contrahuella 3. Además, la parte de contrahuella inferior 3 del par de las partes de contrahuella 3 ilustrado en la figura 6 puede tener su segundo extremo (que es opuesto al primer extremo longitudinal) haciendo tope con la cara inferior del corrugado 50. De esta forma, se forma un interbloqueo y el corrugado 50 toma parte de la carga, en lugar de los medios de sujeción que mantienen las dos partes de contrahuella 3 entre sí.

Tercera Realización

La tercera realización es la misma que la segunda realización excepto en lo que se describe a continuación. La tercera realización se describe con referencia a la figura 7.

En la tercera realización una parte del elemento de contrahuella 3 se dobla sobre sí misma sobre la parte superior del extremo del elemento de contrahuella 3. Esta parte doblada se inserta entre las capas primera y segunda 10, 20. Por lo tanto, es la superficie interior de la parte de contrahuella 3 que está en contacto con las superficies interiores de las capas primera y segunda 20. Como con la segunda realización, esto permite que la parte de contrahuella 3 se haga de un elemento de metal, por ejemplo, una lámina, que es más delgada que en la primera realización. El doblez puede formarse por laminado, tal vez formarse por laminado en frío.

La parte doblada se ilustra en más detalle en la figura 8a. Como puede verse en la figura 8a el doblez en el extremo longitudinal de la parte de contrahuella es de tal modo que al menos una parte de la parte de contrahuella se dobla un total de 180°. De esta forma parte del doblez es paralelo a la parte vertical 42 de la parte de contrahuella 3. Como puede verse en la figura 8a un extremo final 45 se dobla alejándose de la parte vertical 42. Esto permite que el extremo superior de una parte de contrahuella inferior diferente se encuentre entre dos partes de la parte de contrahuella superior. El extremo final 45 es efectivo para evitar que el agua, tal como lluvia, entre en el espacio entre las dos partes de contrahuella.

Tal como se ilustra en la figura 7 las dos partes de contrahuella son diferentes y están acopladas entre sí usando

pernos. Tales pernos pueden ser, por ejemplo, remaches magna-lok de remache huck.

La segunda contrahuella ilustrada en la figura 7 es similar a la segunda contrahuella de la figura 6. Es decir, la parte que se inserta entre las capas primera y segunda de la parte de escalón 2 es una parte intermedia de los extremos longitudinales de la parte de contrahuella.

Una diferencia de la realización de la figura 7 con respecto a la realización de la figura 6 es que la parte de contrahuella que tiene una parte entre las dos capas de la parte de escalón inferior está en la posición más exterior de las dos partes de contrahuella (en lugar de en la más interior). Es posible como un resultado que ambas partes de contrahuella se extiendan hacia abajo hacia el elemento de soporte. Esto se ilustra en detalle en la figura 8b.

Como puede verse en la figura 8b ambas partes de contrahuella se extienden hacia abajo hacia una lengüeta 75 del elemento de soporte, por ejemplo, formada por extremos del elemento de plancha 60. Las partes de contrahuella pueden estar por ejemplo, unidas mediante pernos a la lengüeta 75. Como puede verse a partir de la figura 8b, el elemento de plancha 60 está realmente formado por dos planchas de metal y el mismo remache que sujeta las partes de contrahuella a la lengüeta 75 puede usarse para conectar los dos elementos de plancha 60 entre sí.

Como con la realización de la figura 3, puede aplicarse un aislamiento y/o una protección contra fuego en el elemento de plancha 60. El aislamiento puede ser de *cafc board*, por ejemplo, con un espesor de 50 mm.

Tal como se ilustra en la figura 8b un elemento adicional 90 está ubicado entre las dos planchas conformando el elemento de plancha 60. Esto proporciona una rigidez adicional, si esto fuera necesario.

Las figuras 8a y 8b muestran en detalle las soldaduras longitudinales entre la contrahuella y las partes de huella que se usan para acoplar las partes de huella a las partes de contrahuella. Pueden usarse soldaduras similares en las otras realizaciones que se describen en otras partes.

Materiales

Las láminas de metal 10, 20, y otras partes de metal del elemento estructural que se describen anteriormente, se hacen preferiblemente de acero estructural, tal como se menciona anteriormente, aunque estas pueden también hacerse con aluminio, acero inoxidable, acero galvanizado u otras aleaciones estructurales en aplicaciones en las que la ligereza, la resistencia a la corrosión u otras propiedades específicas son esenciales. El metal debe preferiblemente tener un límite de elasticidad mínimo de 240 MPa y una elongación de al menos un 10%.

El material de plástico o de polímero debe tener, una vez curado, un módulo de elasticidad, E, de al menos 250 MPa, preferiblemente de 275 MPa, a la temperatura máxima esperada en el entorno en el que va a usarse el elemento. En aplicaciones civiles éste puede ser tan alto como 100 °C.

La ductilidad del material de plástico o de polímero a la temperatura de funcionamiento más baja debe ser mayor que la de las capas de metal, que es de alrededor de un 20%. Un valor preferido para la ductilidad del material de núcleo a la temperatura de funcionamiento más baja es de un 50%. El coeficiente térmico del material de núcleo debe también estar suficientemente cerca del característico del acero de tal modo que la variación de temperatura a través del intervalo de funcionamiento esperado, y durante la soldadura, no cause una exfoliación. El grado en el que pueden diferir los coeficientes térmicos de los dos materiales dependerá en parte de la elasticidad del material de núcleo aunque se cree que el coeficiente térmico de dilatación del material de núcleo puede ser de alrededor de 10 veces el de las capas de metal. El coeficiente de dilatación térmica puede estar controlado mediante la adición de materiales de relleno.

La fuerza de adhesión entre el núcleo y las capas de metal debe ser de al menos 0,5, preferiblemente de 6 MPa a lo largo de todo el intervalo de funcionamiento. Esto se logra preferiblemente mediante la adherencia inherente del material de núcleo al metal pero pueden proporcionarse agentes adhesión adicional.

El material de núcleo es preferiblemente un elastómero de poliuretano y puede comprender esencialmente un polioli (por ejemplo, poliéster o poliéter) junto con un isocianato o un diisocianato, un extensor de cadena y un material de relleno. El material de relleno se proporciona, tal como sea necesario, para reducir el coeficiente térmico de la capa intermedia, reducir su coste y controlar por lo demás las propiedades físicas del elastómero. Pueden también incluirse aditivos adicionales, por ejemplo, para alterar las propiedades mecánicas u otras características (por ejemplo, la adhesión y la resistencia al agua o al aceite), y retardantes del fuego.

Si bien anteriormente se ha descrito una realización de la invención, debe tenerse en cuenta que la misma es ilustrativa y no se pretende que sea limitante del alcance de la invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. En particular, se pretende que las dimensiones proporcionadas sean indicativas y no preceptivas. Asimismo, la presente invención se ha ejemplificado mediante la descripción de una grada de asientos pero debe tenerse en cuenta que la presente invención puede aplicarse a otras formas de estructura escalonada.

REIVINDICACIONES

1. Un elemento estructural (1) que comprende:

5 una parte de huella (2) formada por una estructura de tipo *sandwich* que tiene unas planchas primera y segunda (10, 20) y un núcleo (30) de un material de plástico o de polímero entre y adherido a dichas planchas primera y segunda (10, 20) con el fin de transferir los esfuerzos cortantes entre las mismas; y una parte de contrahuella (3) formada por un elemento de metal, estando fijada dicha parte de contrahuella (3) a dicha parte de huella (2) y estando insertada una primera parte de dicho elemento de metal entre
10 dichas planchas primera y segunda (10, 20), en el que dicha primera parte tiene un espesor substancialmente igual a la separación de dichas planchas (10, 20) de tal modo que estando insertada entre dichas planchas primera y segunda (10, 20) dicha primera parte abarca el espacio entre las planchas (10, 20), y
15 caracterizado porque además comprende una parte de contrahuella adicional (3), estando dicha parte de contrahuella adicional (3) formada por un elemento de metal adicional y estando fijada a dicha parte de huella (2) y estando una primera parte de dicho elemento de metal adicional insertada entre dichas planchas primera y segunda (10, 20).

2. El elemento estructural de la reivindicación 1, en el que dicha primera parte está formada por una parte de dicho elemento de metal que está doblada sobre sí misma de tal modo que una superficie exterior de dicho elemento de metal hace tope con tanto una superficie interior de dicha primera plancha (10) como con una superficie interior de dicha segunda plancha (20), o
20 en el que dicha primera parte está formada por una parte de dicho elemento de metal que está doblada sobre sí misma de tal modo que una superficie interior de dicho elemento de metal hace tope con tanto una superficie interior de dicha primera plancha (10) como con una superficie interior de dicha segunda plancha (20).

3. El elemento estructural de la reivindicación 2, en el que dicha parte es un extremo longitudinal.

4. El elemento estructural de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que dicha primera parte es una primera parte de extremo longitudinal (41).
30

5. El elemento estructural de la reivindicación 3, en el que dicha parte se encuentra entre los extremos longitudinales de dicho elemento de metal.

6. El elemento estructural de la reivindicación 1, en el que dicha primera parte es una parte de dicho elemento de metal doblada para tener una forma dimensionada para encajar entre y estar en contacto con dichas planchas primera y segunda (10, 20).
35

7. El elemento estructural de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho elemento de metal es un elemento de metal laminado y/o en el que dicho elemento de metal tiene generalmente forma de L en sección transversal en un plano perpendicular a la dirección longitudinal, en el que preferiblemente dicha primera parte comprende al menos una parte de la base de la L de la sección transversal en forma de L.
40

8. El elemento estructural de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha primera parte se inserta entre dichas planchas primera y segunda (10, 20) a lo largo de un borde longitudinal de dicha parte de huella (2).
45

9. El elemento estructural de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichas primeras partes de las partes de contrahuella respectivas (3) están insertadas entre dichas planchas de metal a lo largo de bordes longitudinales opuestos (21) de dicha parte de huella (2) y/o en el que una de dichas partes de contrahuella (3) se proyecta más allá de un plano de una superficie exterior de una de dichas planchas (10, 20) de dicha parte de huella (2) y la otra de dichas partes de contrahuella (3) se proyecta más allá de un plano de una superficie exterior de la otra de dichas planchas (10, 20).
50

10. El elemento estructural de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha parte de contrahuella (3) comprende al menos un corrugado longitudinal.
55

11. Una estructura escalonada (100) que comprende una pluralidad de elementos estructurales (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
60

12. La estructura escalonada (100) de la reivindicación 11, en la que las partes de contrahuella (3) de unos elementos estructurales adyacentes (1) están conectadas entre sí adyacentes a segundas partes de extremo longitudinal respectivas, estando dicha segunda parte de extremo longitudinal en un extremo opuesto a una primera parte de extremo longitudinal, en el que preferiblemente dicha conexión entre unas partes de contrahuella (3) de los elementos estructurales adyacentes (1) se hace con un elemento de sujeción (110), preferiblemente un elemento de sujeción roscado, preferiblemente un perno.
65

- 5 13. La estructura escalonada (100) de la reivindicación 11 o 12, que comprende además un elemento de soporte (60) para soportar dichos elementos estructurales, que preferiblemente comprende además al menos un elemento adicional que se extiende directamente entre dicho elemento de soporte y una parte de huella.
14. La estructura escalonada (100) de la reivindicación 13, en la que dichos elementos estructurales (1) se fijan a dicho elemento de soporte (60) mediante un elemento de sujeción roscado (70) que pasa a través de dicho elemento de soporte (60) y hasta dicha parte de contrahuella (3).
- 10 15. La estructura escalonada (100) de una cualquiera de reivindicaciones 11 a 14, en la que la estructura escalonada (100) es una estructura de asientos dispuesta en niveles.

Fig. 1

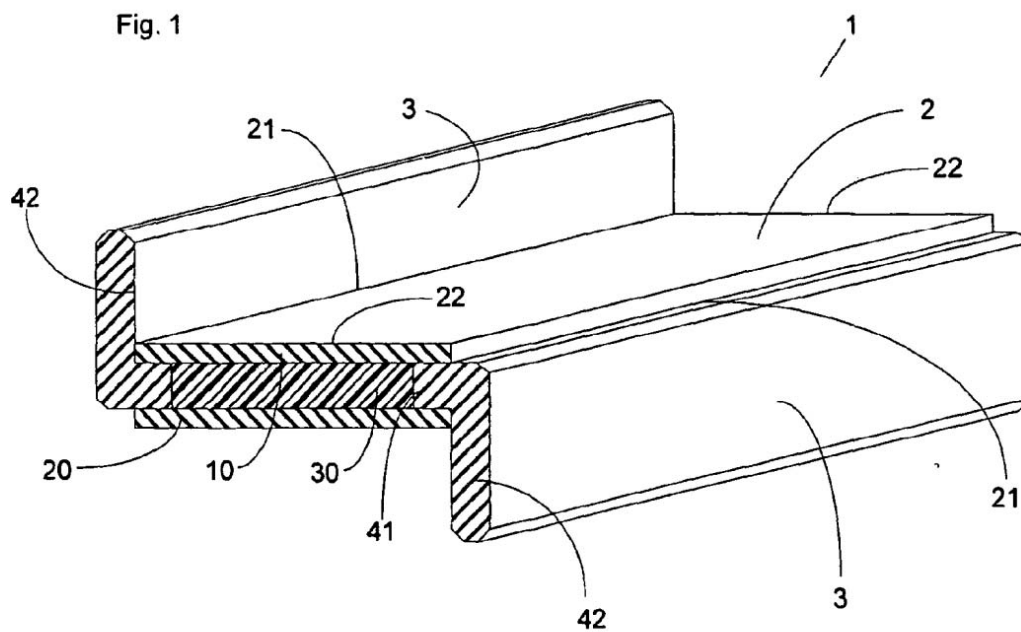


Fig. 2a

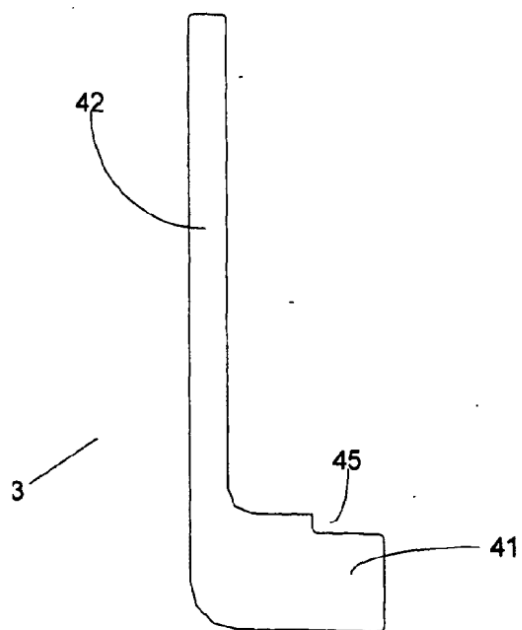


Fig. 2b

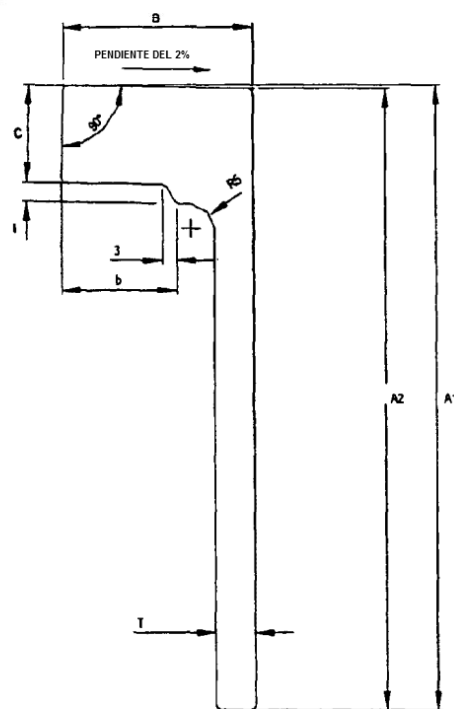


Fig. 3

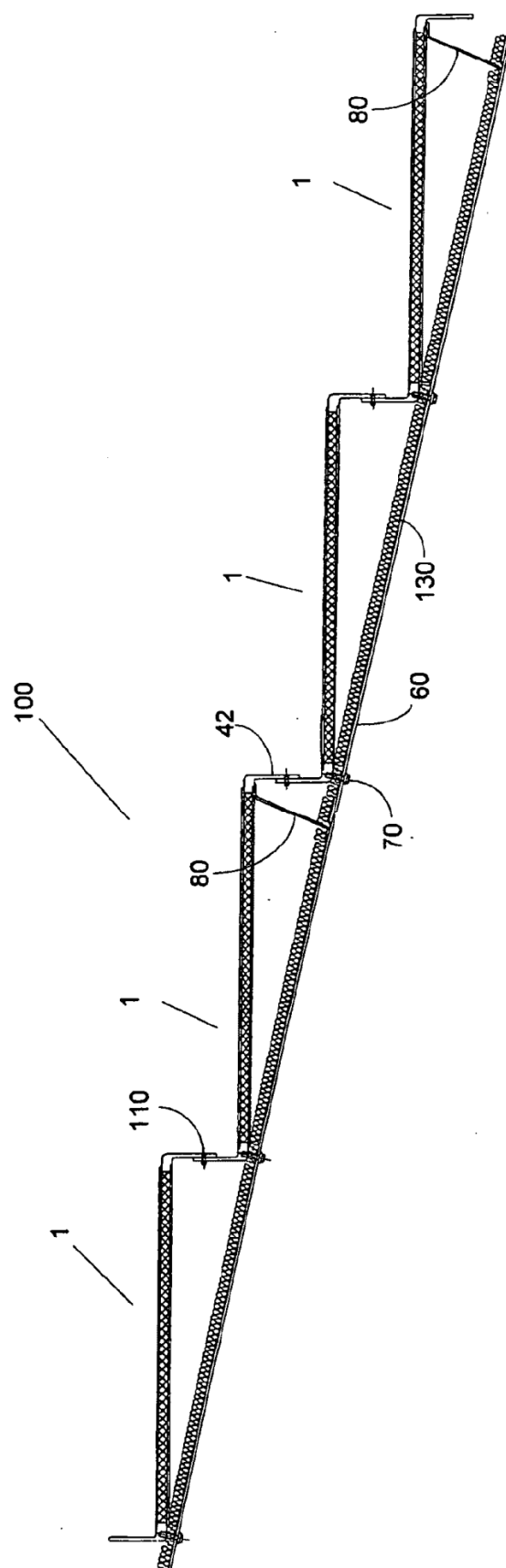


Fig. 4

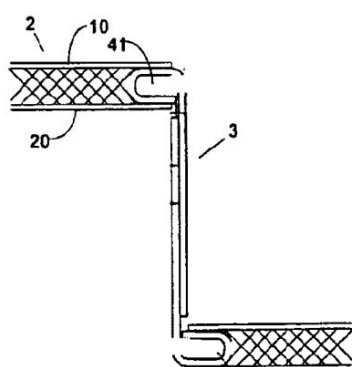


Fig. 5

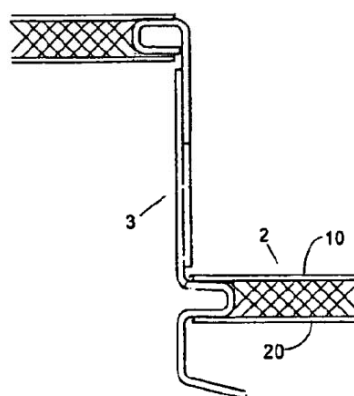


Fig. 6

