

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 541 281**

51 Int. Cl.:

B29C 70/34 (2006.01)
B29D 99/00 (2010.01)
B29C 65/00 (2006.01)
B29C 65/02 (2006.01)
B64C 1/12 (2006.01)
B29L 31/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2012 E 12730983 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2015 EP 2726272**

54 Título: **Procedimiento de refuerzo local de un panel compuesto con refuerzo de fibras y panel obtenido mediante dicho procedimiento**

30 Prioridad:

01.07.2011 FR 1155981

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

17.07.2015

73 Titular/es:

**DAHER AEROSPACE (100.0%)
23 Route de Tours
41400 Saint Julien De Chedon, FR**

72 Inventor/es:

**HUGON, MICHAEL;
PELARD, ALEXANDRE y
SOUBELET, DOMINIQUE**

74 Agente/Representante:

MONZÓN DE LA FLOR, Luis Miguel

ES 2 541 281 T3

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

DESCRIPCIÓN

PROCEDIMIENTO DE REFUERZO LOCAL DE UN PANEL COMPUESTO CON REFUERZO DE FIBRAS Y PANEL OBTENIDO MEDIANTE DICHO PROCEDIMIENTO

5 La invención se refiere a un procedimiento de refuerzo local de un panel compuesto con refuerzo de fibras y a un panel obtenido mediante dicho procedimiento. Su aplicación principal, aunque no es la única, se encuentra en la industria aeronáutica para la fabricación de los paneles de estructura presentes en las zonas que necesitan dicho refuerzo local, bien sea porque necesiten un aumento de la resistencia mecánica o de rigidez.

10 La optimización de las estructuras estudiadas necesita adaptar la sección local de dichas estructuras a la intensidad del flujo de fuerzas que las atraviesa. Así, en el caso de una estructura metálica, que constituye principalmente un panel de fuselaje, una nervadura o un travesaño en la estructura de una aeronave, dichas adaptaciones son obtenidas por eliminación de materia, para aprovechar las zonas más espesas y más rígidas capaces de transmitir flujos de fuerzas más elevados en las zonas en las que se necesita una rigidez o una resistencia mecánica mayores. Para las variaciones de sección, se crean concentraciones de tensiones, llamadas geométricas, unidas a la discontinuidad de rigidez entre las zonas más espesas y las zonas más finas. Estas discontinuidades geométricas son por tanto lugares propicios a la aparición de fisuras por fatiga. Este fenómeno se tiene en cuenta con un coeficiente de concentración de tensión, o K_t , que es tanto más elevado cuanto más corta es la distancia a la que se efectúa la variación de sección.

20 En caso de que este mismo tipo de pieza esté constituida por un material compuesto estratificado con refuerzo de fibras, dicha pieza no se obtiene por eliminación de materia, sino por la superposición de varias capas de fibra, o pliegues. Si se prefiere el refuerzo local de dicha pieza por aumento de su espesor, este se realiza por la adición local de pliegues o «parches» sobre la zona que se va a reforzar. Del mismo modo que para las piezas metálicas, la diferencia de rigidez entre la sección corriente y la sección reforzada conduce a concentraciones de tensiones geométricas al nivel de la variación de sección. Si los materiales compuestos solo tienen unos pocos mecanismos capaces de acomodar la propagación de una fisura, estos coeficientes pueden incluso, con un equivalente geométrico, tomar valores ligeramente más elevados que los de los materiales metálicos. Pero además, en el caso de un parche constituido por una pila de pliegues, existe un modo de degradación crítica, en el que el sobreespesor correspondiente a dicho parche está cizallado a la interfaz del parche con el resto de la pieza. Este fenómeno, también llamado «pelado», es tanto más probable cuando dicha interfaz tenga fallos tales como porosidades o, más comúnmente, fallos de cohesión. Además, con el fin de oponerse a estos efectos no deseables, los parches se realizan soltando los pliegues muy progresivos que conducen a pendientes de empalme entre la superficie de la pieza y el sobreespesor. Estas pendientes suelen variar entre 0,02 y 0,05. Así, una variación de espesor de 1 mm se efectúa a una distancia comprendida entre 20 mm y 50 mm para que el parche se extienda sobre una superficie larga y el refuerzo no esté muy localizado, geoméricamente hablando. Además, dichos parches a menudo están recubiertos de un pliegue que se extiende entre la piel y el vértice de dicho parche. Alternativamente, si son necesarias pendientes más elevadas, la técnica anterior dice que hay que añadir elementos de fijación tipo remaches atravesando el parche y la piel. El documento FR-A-2933067 describe así diferentes soluciones de refuerzo localizado de un panel constituido por un material compuesto estratificado. Estas soluciones de la técnica anterior, compatibles con la fabricación de paneles por cobertura, tienen desventajas en lo referente a la masa. Aunque estas soluciones de la técnica anterior habían sido desarrolladas en un principio para los materiales compuestos de matriz termoestable, estas mismas soluciones se reproducen para los materiales compuestos de matriz termoplástica, y los fenómenos que se indican con anterioridad se atribuyen principalmente a la naturaleza estratificada del material.

50 El documento WO 01 58680 describe, según el preámbulo de la reivindicación 1, un panel estructural que comprende parches de refuerzo, y su procedimiento de fabricación, y tanto el panel como el parche están constituidos por un compuesto de refuerzo de fibras en una resina termoestable.

La invención pretende resolver los inconvenientes de la técnica anterior y propone para ello un panel estructural compuesto estratificado con refuerzo de fibras según la reivindicación 1.

55 Así, sorprendentemente, dicho parche, aparte de la concentración geométrica de tensiones, inevitable, no es sensible en absoluto, o casi nada, al modo crítico de daño por pelado, y la carga del conjunto de pliegues puede obtenerse con pendientes de empalme bastante más elevadas de lo que es posible obtener en los parches puestos en práctica de estratificaciones de fibras de matriz termoestable. Sin estar ligadas por una teoría de este tipo, se supone que la constitución termoplástica de la matriz permite, por una parte, obtener una unión del parche por soldadura que presenta un riesgo mucho menor de presencia de fallos de cohesión y que, por otra parte, la ausencia de reticulación permite deformaciones por ruptura bastante más importantes para las termoplásticas que para las termoestables, por lo que una resistencia elevada a la fatiga de estos polímeros permite explicar al menos parcialmente este resultado.

En todo este documento, el término «panel» designa una estructura de fuselaje plano o de forma que el espesor es inferior a una milésima parte de la más pequeña de sus dimensiones de superficie. Un refuerzo localizado o parche se extiende sobre una superficie inferior o igual a un cuarto de la superficie de dicho panel.

5 La invención también se refiere a un procedimiento para la fabricación de dicho panel según la reivindicación 4.

Según la forma de realización, la piel también entra en contacto en estado no consolidado con los parches, e incluso puede estar cubierta sobre un utillaje en el que ya se han colocado uno o más parches o, de forma alternativa, la piel puede estar preconsolidada a su ensamblaje con los parches. Sea cual sea la forma de realización, el procedimiento
10 objeto de la invención permite obtener una correspondencia geométrica perfecta entre el parche y la piel aunque dicha piel sea compleja.

La invención puede ponerse en práctica según las formas de realización que resulten ventajosas, expuestas a
15 continuación, que pueden tenerse en consideración por separado o según cualquier combinación técnicamente operativa.

Según una forma de realización, sobre todo adaptada a las aplicaciones aeronáuticas, el polímero que constituye la matriz de la piel y el polímero que constituye la matriz del parche se eligen entre un grupo que comprende la poliéter éter cetona (PEEK), los polímeros semiconductores (PPS), la poliéter cetona cetona (PEKK) y la polieterimida (PEI).
20 Estos materiales, compatibles con la puesta en práctica del procedimiento objeto de la invención, presentan características mecánicas claramente resistentes a los impactos y capacidades de resistencia al fuego y al humo compatibles con las aplicaciones aeronáuticas.

Según una forma de realización ventajosa, el panel objeto de la invención comprende parches en las dos caras
25 opuestas de la piel. Dichos parches están añadidos a la piel y no revestidos con esta, y el panel que presenta esta característica puede estar coconsolidado con dichos parches en una sola operación y, por tanto, puede fabricarse según un procedimiento particularmente productivo.

De forma ventajosa, el procedimiento de la invención comprende después de la etapa d) una etapa que consiste en:

30 g. evacuar el conjunto del parche y la piel.

Esta evacuación permite garantizar a la vez la cohesión del conjunto en un ciclo de coconsolidación y la aplicación de la presión necesaria para el ajuste conjunto del parche y la piel.

Según una determinada forma de realización, el procedimiento objeto de la invención comprende entre las etapas c) y d) una etapa que consiste en:

40 h. consolidar la piel.

Este procedimiento de puesta en práctica es bastante económico y flexible, ya que permite, según una primera forma de realización, constituir independientemente los parches y las pieles y ensamblarlas según sea necesario. Estos dos elementos pueden fabricarse de forma ventajosa a partir de placas preconsolidadas, fáciles de manipular y sin fecha de caducidad, para que sea posible integrar fácilmente este procedimiento en un proceso de producción
45 ajustado o «justo a tiempo». La coconsolidación final garantiza una cohesión muy fuerte del parche y la piel.

De forma ventajosa, el procedimiento objeto de la invención comprende entre las etapas e) y f) una etapa que consiste en:

50 i. conformar de forma conjunta las formas del parche y de la piel.

Esta etapa se aplica de forma preferente cuando la piel entra en contacto con el parche aunque esta se encuentre en estado consolidado. Esta conformación conjunta, autorizada por la flexibilidad de la matriz del parche y de la piel llevadas a una temperatura suficiente, permite una correspondencia geométrica perfecta de la piel y el parche.

De forma ventajosa, las formas de realización del procedimiento objeto de la invención pueden combinarse para obtener un panel que conste de parches de refuerzo en las dos caras opuestas de la piel.

La invención también se refiere a un utillaje para la puesta en práctica del procedimiento objeto de la invención, caracterizado porque comprende una chapa de conformación o «chapa de prensado», capaz de aplicar la presión necesaria sobre el parche y la piel. Dicha chapa de prensado permite aplicar uniformemente la presión de conformación sobre el ensamblaje y, además, calibrar el espesor del conjunto del parche y la piel y así obtener un compactado óptimo, exento de fallos, del conjunto, garantía de una transferencia efectiva de las fuerzas entre los pliegues del panel así obtenido, cuando esté sometido a las vicisitudes del servicio.

La invención se expone a continuación según sus formas de realización preferidas, no limitativas, y en referencia a las figuras 1 a 5 en las que:

- la figura 1 representa una vista parcial de perfil y en sección según un plan A-A definido en la figura 2, de una piel estratificada reforzada localmente por un parche también estratificado según un ejemplo de realización de la invención;
- la figura 2 muestra una vista parcial superior de un panel constituido por una piel y un parche de refuerzo encuadrado según un ejemplo de realización de la invención;
- la figura 3 representa una vista parcial en sección de un utillaje para la puesta en práctica de un procedimiento según un ejemplo de realización de la invención y que permite ensamblar los parches preconsolidados con una piel obtenida por cobertura de pliegues preimpregnados sobre dichos parches colocados en dicho utillaje;
- la figura 4 es un ejemplo en sección de un utillaje según una forma de realización de la invención que integra una chapa de conformación adaptada para que se aplique en la superficie de un panel que conste de parches de refuerzo;
- y la figura 5 representa un sinóptico de un procedimiento de realización de un panel reforzado localmente según una forma de realización del procedimiento objeto de la invención.

Figura 1, según un ejemplo de realización de un panel (100) objeto de la invención, que consta de una piel estratificada (101) de espesor e_1 , reforzada localmente por un parche (102) también estratificado y de espesor e_2 . Según la forma de realización, $e_1 \leq e_2$ o $e_2 \leq e_1$. Por «estratificado» se entiende que, tanto la piel (101) como el parche (102) están formados por una pila de pliegues que comprenden fibras, preferiblemente aunque no exclusivamente, fibras continuas, que se extienden de forma paralela a las caras de la piel, y cuya orientación está definida en el seno de cada pliegue. Como ejemplo no limitativo, dichas fibras están constituidas de carbono, cristal o aramida. La cohesión de los pliegues se realiza por medio de una matriz constituida por un polímero termoplástico. Según una forma de realización determinada, la matriz de la piel (101) y la matriz del parche (102) están constituidas del mismo polímero termoplástico elegido entre un grupo que comprende la poliéter éter cetona o PEEK, los polímeros semiconductores o PPS, la poliéter cetona cetona o PEKK y la polieterimida o PEI. De cualquier forma, el procedimiento objeto de la invención puede utilizarse para la fabricación de piezas compuestas constituidas por matrices y fibras con menores prestaciones, especialmente para la fabricación de los objetos del interior de las aeronaves.

El panel (100) se representa aquí plano por cuestiones de facilidad en la representación, pero la invención se aplica de manera analógica haciendo los cambios necesarios a los paneles que presenten una curvatura simple o doble, constante o evolutiva, en los que el radio de curvatura, en orden de tamaño, es superior a 500 veces el espesor. El panel objeto de la invención puede presentar también formas más complejas, con los bordes caídos o con separaciones, con la condición de que estos accidentes en la superficie se sitúen por fuera de las zonas reforzadas por el parche (102). La unión geométrica entre la cara de la piel (101) y el vértice del parche (102) en la que el valor suele estar comprendido entre 0,5 y 1.

Figura 2, el contorno (212) del parche (202) se realiza mediante el encuadre de dicho parche al estado consolidado, antes de que este no se una por soldadura o coconsolidación sobre la piel. Así pueden obtenerse fácilmente contornos complejos, todo respetando la pendiente p . Este encuadre se realiza mediante cualquier medio conocido por el experto, sobre todo por chorro de agua abrasivo de alta presión o por herramienta cortante.

En todo el documento, la coconsolidación debe comprenderse como un modo particular de soldadura, en la que el conjunto de la matriz que constituye la piel y el conjunto de la matriz que constituye el parche se llevan a una temperatura superior o igual a sus temperaturas de fusión respectivas, y después se enfrían conjuntamente. Este modo de ensamblaje constituye una forma preferida de realización de la invención, pero no es limitativo y el parche y la piel pueden ensamblarse con otro tipo de soldadura en la que intervengan solo la fusión de la matriz del parche o de la piel, y dicha fusión está limitada a un espesor más o menos importante de una parte u otra de la interfaz entre la piel y el parche. El experto comprenderá que la cohesión del parche con la piel será aún mayor que este espesor de la fusión y por ello la soldadura será importante.

Figura 3, según un ejemplo de procedimiento para la realización de un panel (100) objeto de la invención, los parches (102) consolidados se colocan en las cavidades de un utillaje (301). Una pila (301) de pliegues preimpregnados se coloca sobre el utillaje (310) en contacto con los parches (102). Una placa de conformación (320) se coloca sobre esta pila (301), y el volumen comprendido entre el utillaje (310) y la chapa de confirmación (320) se vuelve estanca al gas mediante una bolsa de vacío (330). El utillaje (310) comprende un circuito (315) que permite evacuar este volumen. Según las variantes de realización el conjunto puede colocarse en una estufa o el utillaje puede disponer de un sistema de calentamiento autónomo que puede realizarse por la circulación de un fluido, por resistencias eléctricas o cualquier modo de calentamiento que conozca el experto. Así, la aplicación de una depresión por el circuito (315) de evacuación del utillaje (310) produce la compactación de la pila (301) de pliegues por la chapa de conformación (320). Dicha chapa de conformación (320) hace tope con las cuñas (341, 342) de calibración. El conjunto se calienta a una temperatura al menos igual a la temperatura de fusión del polímero que constituye la matriz de la piel (101) y del parche (102) mientras se mantiene la evacuación. Aplicada por la presión atmosférica sobre las cuñas (341, 342) de calibración, la chapa de conformación (320) mantiene el espesor de la piel en su valor teórico independientemente del aumento que dicho polímero lleve a su temperatura de fusión.

El conjunto se enfría bajo presión, que se mantiene, en el vacío, al menos hasta la solidificación del conjunto. Así, los parches se integran perfectamente en la piel.

5 Figura 4, según otro ejemplo de puesta en práctica del procedimiento objeto de la invención, la piel (101) se coloca sobre el utillaje (410) en estado preconsolidado, al igual que los parches (102), colocados en estado preconsolidado, directamente sobre la piel (101). Una chapa de conformación (420) que retoma el contorno de los parches se coloca sobre el conjunto y, al igual que antes (figura 3), el espacio comprendido entre el utillaje (410) y la chapa de conformación (420) se estanca mediante una bolsa de vacío (430). Al igual que antes, el conjunto se lleva a la temperatura de fusión de la matriz de la piel (101) y de los parches (102), bajo la presión de la chapa de conformación (420), presión ejercida por la evacuación del espacio comprendido entre el utillaje (410) y la bolsa de vacío (430). Así, los parches (102) se integran en la piel.

15 El experto comprenderá fácilmente que estos dos ejemplos de puesta en práctica pueden combinarse, sobre todo para obtener un panel que conste de parches en cada una de las caras opuestas de la piel (101). La presión aplicada sobre el conjunto de parche y piel por la chapa de conformación (320, 420) permite a su vez conformar la geometría del conjunto, que está conferida por la geometría del utillaje (310, 410) y la geometría de la chapa de conformación (320, 420).

20 Figura 5, según un ejemplo de realización, el procedimiento objeto de la invención comprende etapas que se muestran a la vez y no necesariamente de forma secuencial. Así, una primera etapa (510) consiste en obtener o fabricar una placa (512) o una serie de placas estratificadas consolidadas que consten de pliegues de refuerzo de fibras en una matriz de polímero termoplástico. Estas placas (512) consolidadas se fabrican, a lo largo de una etapa de encuadre (520), mediante cualquier método conocido por el experto de modo que se les dé el contorno y se biselen los bordes de dicho contorno para formar un parche (522). De forma paralela, una piel (531) se constituye en una etapa de cobertura (530). Esta piel (531) se ensambla con el parche (522) durante una etapa (540) de coconsolidación. Según una primera forma de realización, la etapa (530) de cobertura y de consolidación de la piel (531) se realiza previamente a la etapa (540) de ensamblaje y de coconsolidación. La piel (531) se coloca sobre el parche (522) consolidado, y el conjunto se coconsolida de modo que dichas etapas (530, 540) puedan mostrarse de manera secuencial o simultánea. Opcionalmente, una etapa de acabado (550) consiste en el acabado del conjunto, sobre todo en el encuadre de la piel (531). Según una forma de realización determinada, el conjunto de piel y parche acabado de este modo puede sufrir un nuevo ciclo (560) de coconsolidación con otro parche para, por ejemplo, crear un refuerzo sobre la otra cara de la piel (531).

35 La descripción anterior y los ejemplos de realizaciones muestran que la invención cumple con los objetivos previstos, en particular, la fabricación de un panel compuesto estratificado que consta de una o más zonas reforzadas por parches, según un procedimiento especialmente productivo.

REIVINDICACIONES

1. Panel (100) estructural compuesto estratificado con refuerzo de fibras que consta de:
- 5 a. una piel (101, 531) de un espesor e_1 , constituida por una pila de pliegues de fibra en una matriz constituida por un polímero;
 - b. un refuerzo (102, 522) localizado, o parche, unido a la superficie de dicha piel (101, 531) y que se eleva un espesor e_2 según una dirección localmente normal sobre la piel, constituido por una pila de pliegues de fibra en una matriz constituida por un polímero;
 - 10 c. en el cual la superficie de los pliegues que constituye dicho parche es decreciente desde el pliegue del parche (102) en contacto con la piel (101), caracterizado porque el polímero que constituye la matriz de la piel y el polímero que constituye la matriz del refuerzo son polímeros termoplásticos y que los bordes (212) de dicho parche (102) están inclinados por una pendiente p superior a 0,5, y la unión del parche (102) con la piel (101) consiste en una soldadura.
- 15 2. Panel según la reivindicación 1, caracterizado porque el polímero que constituye la matriz de la piel (101) y el polímero que constituye la matriz del parche (102) se eligen a partir de un grupo que comprende la poliéter éter cetona, los polímeros semiconductores, la poliéter cetona cetona y la polieterimida.
- 20 3. Panel según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende parches (102) en las dos caras opuestas de la piel (101).
4. Procedimiento para la realización de un panel según la reivindicación 1, que consta de las siguientes etapas, que consisten en:
- 25 a. realizar (510) un boceto (512) de parche por cobertura y consolidación de una pila de pliegues impregnados de un polímero termoplástico;
 - b. encuadrar (520) dicho boceto (512) consolidado para realizar el contorno y una pendiente superior a 0,5 en los bordes del parche (522);
 - c. realizar (530) una piel (531) por cobertura de pliegues de fibra preimpregnados de un polímero termoplástico;
 - 30 d. colocar el parche (522) en contacto con la piel (531) en el emplazamiento previsto;
 - e. llevar el conjunto de parche (522) y piel (531) a una temperatura al menos igual a la temperatura de fusión del polímero termoplástico que constituye la matriz del parche o la matriz de la piel para fijar el parche a la piel;
 - 35 f. coconsolidar (540) el conjunto de parche y piel.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque comprende, después de la etapa d) una etapa que consiste en:
- g. evacuar el conjunto del parche y la piel.
- 40 6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque comprende, entre las etapas c) y d) una etapa que consiste en:
- h. consolidar la piel.
- 45 7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque comprende, entre las etapas e) y f) una etapa que consiste en:
- i. conformar de forma conjunta las formas del parche y de la piel.
- 50 8. Procedimiento para la realización de un panel según la reivindicación 3, caracterizado porque comprende las etapas que consisten en:
- a. realizar un primer boceto consolidado que integre los parches en una primera cara de la piel por un procedimiento según la reivindicación 4;
 - b. integrar (560) los parches en la cara opuesta a la primera cara de la piel del primer boceto por un procedimiento según la reivindicación 7.

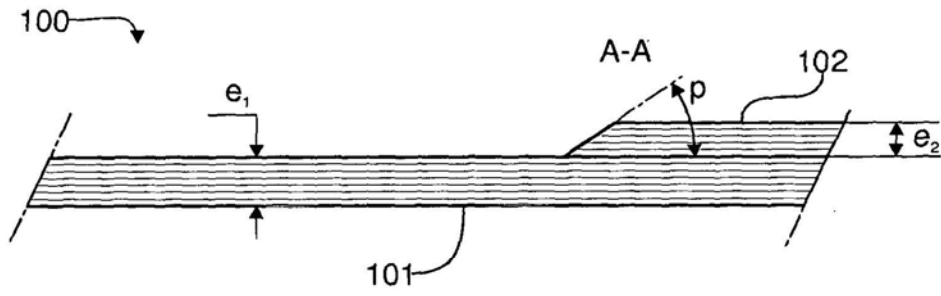


Fig. 1

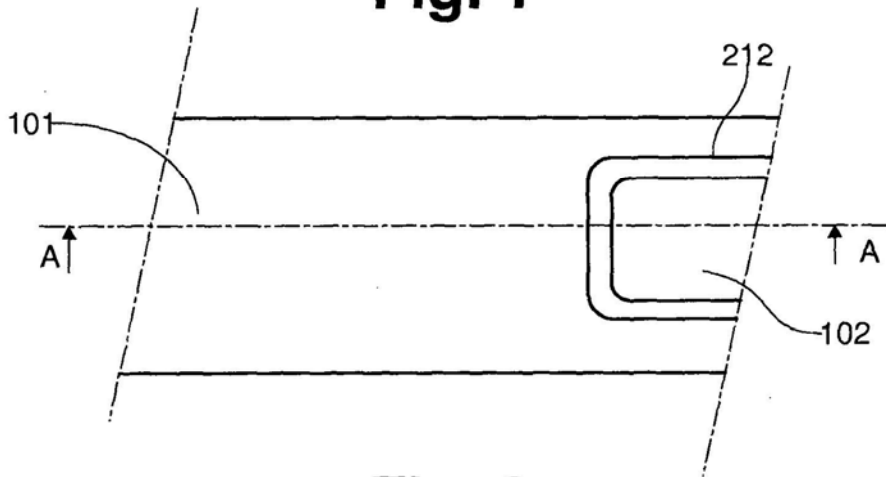


Fig. 2

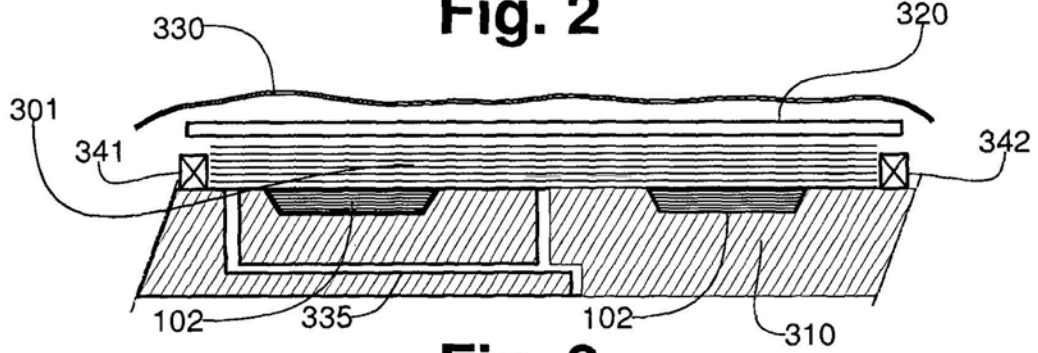


Fig. 3

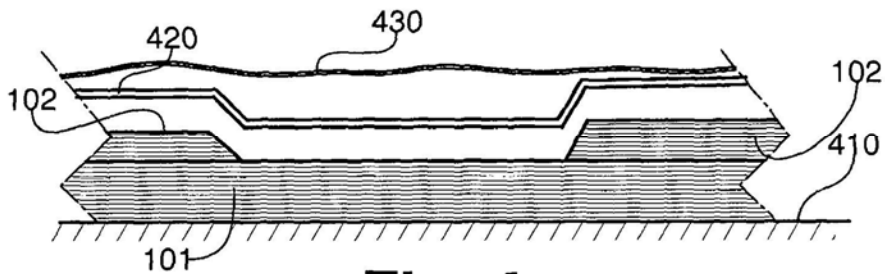


Fig. 4

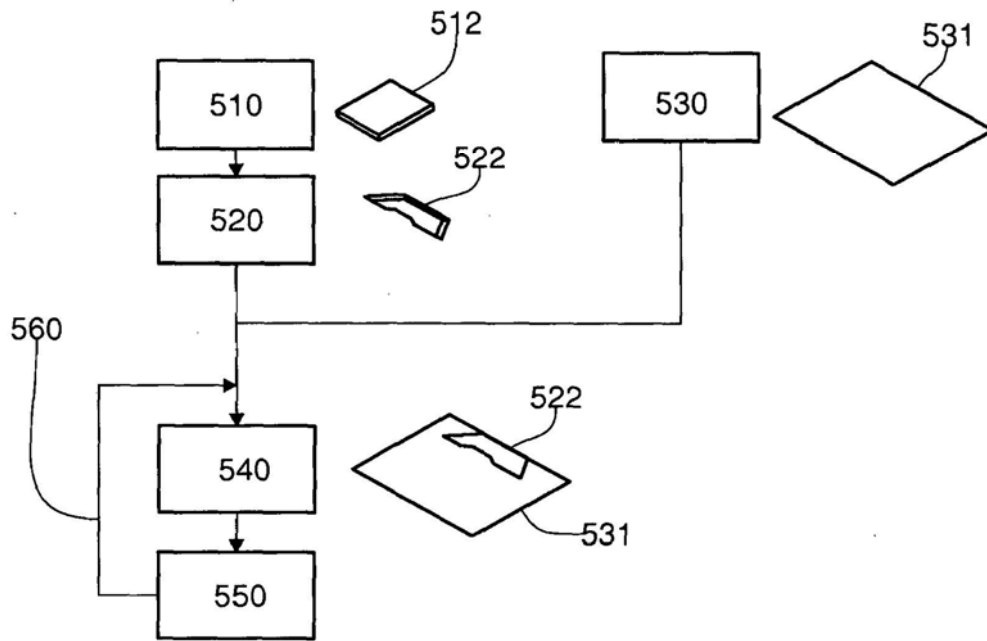


Fig. 5