



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 280 955**

51 Int. Cl.:
H05K 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04725109 .5**

86 Fecha de presentación : **01.04.2004**

87 Número de publicación de la solicitud: **1623614**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **08.02.2006**

54 Título: **Cabinas secas para uso en la gestión de dispositivos sensibles a la humedad en la fabricación de electrónica.**

30 Prioridad: **02.05.2003 US 467314 P**
31.12.2003 US 750418

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.09.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.09.2007

73 Titular/es: **L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés Georges Claude**
75, quai d'Orsay
75007 Paris, FR

72 Inventor/es: **Therault, Martin**

74 Agente: **Justo Vázquez, Jorge Miguel de**

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

Cabinas secas para uso en la gestión de dispositivos sensibles a la humedad en la fabricación de electrónica.

Campo de la invención

La invención está relacionada con mejoras en el campo del empaquetamiento y montaje electrónicos y con la soldadura de circuitos integrados o dispositivos pasivos en placas de circuito impreso.

Antecedentes de la invención

La integración y miniaturización progresivas de componentes para circuitos electrónicos se ha convertido en un reto creciente para los límites de la tecnología de placas de cableado impreso en los últimos veinte años. Las placas de circuito impreso o placas de cableado impreso (PWB) como son denominadas más comúnmente, juegan varios papeles clave. En primer lugar, los componentes eléctricos, tales como los circuitos integrados especialmente empaquetados, las resistencias, etc., están montados o cargados en la superficie de la placa plana en forma de tarjeta usualmente robusta. Así, el PWB sirve como soporte para los componentes. En segundo lugar, al utilizar diseños de conductores chapados o químicamente decapados sobre la superficie de la placa, el PWB forma las interconexiones eléctricas deseadas entre los componentes. Además, el PWB puede incluir una zona metálica que sirve como disipador de calor.

El uso creciente de los circuitos integrados, y la tecnología de montaje en superficie (SMT) ha acelerado la densificación de los circuitos electrónicos. Los dispositivos de montaje en superficie (SMD) son aplicados directamente a la superficie del PWB y soldados utilizando la soldadura por reflujo en fase de vapor (VPR), por infrarrojos (IR) u otras técnicas de soldadura de masas. La SMT está revolucionando la industria de fabricación electrónica reduciendo el coste de montaje alrededor del 50%, aumentando la densidad de componentes en más del 40% y mejorando la fiabilidad.

En un paquete convencional de SMD, se monta una matriz de silicio en un eyector de troquel de un sustrato orgánico multicapa. Toda el área del eyector de troquel del sustrato está recubierta con un adhesivo que une la matriz de silicio con el sustrato. Desafortunadamente, la humedad del interior de un paquete SMD de plástico tiende a vaporizarse y se expande rápidamente cuando se expone el paquete a las altas temperaturas de la soldadura VPR, IR o, si el paquete se sumerge en soldadura fundida, soldadura por onda. Bajo ciertas condiciones, la presión de la humedad y el vapor expandidos pueden originar que se despegue internamente el plástico del chip y/o del sustrato, fracturas internas que no se extienden al exterior del paquete, daños en la banda, estrechamiento de los hilos, levantamiento del adhesivo, facturas en películas delgadas, o formación de cráteres por debajo de las uniones. En el caso más severo, el esfuerzo puede dar como resultado fracturas externas del paquete. Esto es denominado comúnmente como fenómeno de las “palomitas de maíz” porque el esfuerzo interno origina que el paquete se agrande y después se fracture con un sonido audible de “explosión”. Los dispositivos de montaje en superficie (SMD) son más susceptibles a este problema que las piezas con orificio pasante porque los SMD están expuestos a temperaturas más altas durante la soldadura por reflujo. La

razón para esto es que la operación de soldadura debe ocurrir en el mismo lado de la placa de circuitos que el dispositivo de montaje en superficie. Para los dispositivos con orificio pasante, la operación de soldadura ocurre por debajo de la placa de circuitos, que apantalla los dispositivos de orificio pasante del calor de la soldadura. Generalmente también, los SMD tienen un espesor mínimo de plástico más pequeño desde el chip o la interfaz del eyector de montaje hasta el exterior del paquete de plástico.

Las causas más comunes del fallo del paquete de SMD son las fracturas creadas en el material de adhesivo o el despegue de la interfaz adhesivo-sustrato. Tal fallo es muy común en la prueba de las “palomitas de maíz”, que es una prueba sensible a la humedad. Los paquetes SMD convencionales solamente pueden superar la prueba de sensibilidad a la humedad de nivel 3 del Instituto para la Interconexión y Empaquetamiento de Circuitos Electrónicos (IPC) y del Consejo de Ingeniería de Dispositivos de Elección Conjunta (JEDEC). Algunos paquetes avanzados pueden superar la prueba de sensibilidad a la humedad de nivel 2, pero la prueba de sensibilidad a la humedad de nivel 1 permanece extremadamente retardadora.

La prueba de sensibilidad a la humedad de IPC/JEDEC (la prueba de las palomitas de maíz) tiene 3 niveles. La sensibilidad a la humedad de nivel 3 requiere que el paquete de SMD sea sometido a 30°C con una humedad relativa del 60% durante 192 horas, después se somete a tres ciclos de calentamiento de IR/convección, que siguen requisitos específicos. La sensibilidad a la humedad de nivel 2 requiere que el paquete sea sometido a 85°C con un 60% de humedad relativa durante 168 horas, después es sometido a tres ciclos de calentamiento por IR/convección. El nivel 1, que es el nivel más alto de insensibilidad a la humedad, requiere que el paquete sea sometido a 85°C con un 85% de humedad relativa durante 168 horas, y después sometido a tres ciclos de calentamiento por IR/convección (véase el documento JEDEC n° JESD22-A112-A Moisture-Induced Stress Sensitivity for Plastic Surface Mount Devices).

Se han utilizado diversas técnicas para limitar la cantidad de humedad a la que está sometido un paquete SMD entre la fabricación del paquete y el tiempo de soldadura de una tarjeta de circuito impreso. Se han utilizado también técnicas para ayudar a que el paquete SMD supere niveles más altos de la prueba de las palomitas de maíz.

Para limitar la cantidad de humedad a la que está sometido un paquete SMD antes de soldarlo a una placa de circuito impreso, tales paquetes son empaquetados y transportados en bolsas herméticas para impedir la absorción de la humedad del ambiente. Para los paquetes de SMD que no están empaquetados en bolsas herméticas, o que han estado sometidos al ambiente durante algún tiempo, es una norma de la industria secarlos al horno antes de su montaje sobre una superficie. Los pasos adicionales de colocar los paquetes SMD en bolsas herméticas u hornearlos aumentan el coste de fabricación de un dispositivo o un producto.

Los dispositivos plásticos y no herméticos de montaje en superficie se pueden dañar seriamente por la sobrepresión de la humedad absorbida cuando se suelda con reflujo. Para impedir que suceda esto, los montadores han adoptado diversas soluciones preventivas y reactivas. Una estrategia común implica alma-

cenar los dispositivos de montaje superficial en cabinas secas que puedan mantener una atmósfera con menos del 5% de humedad relativa. Sin embargo, para permitir un porcentaje tan bajo de humedad relativa en un ambiente dinámico, se debe hacer barriendo las cabinas secas con un alto caudal de gas seco (típicamente N₂). Como resultado, operar tales cabinas se vuelve caro en términos de costes operativos. En muchos casos, los requisitos de N₂ demuestran ser un obstáculo que impide el establecimiento del proceso en una planta de fabricación.

El documento US 6.560.839, cedido a Integrated Device Technology, Inc, protege también un componente sensible a la humedad contra la exposición a la humedad por encima de un nivel predeterminado de umbral, colocando el dispositivo en un recipiente con un desecante y cerrando herméticamente después el recipiente. Cuando los componentes sensibles a la humedad han de ser evaluados, se abre el recipiente y se sacan los componentes del recipiente. Tras la evaluación, los componentes son restaurados en el recipiente, que se vuelve a cerrar herméticamente. Los pasos anteriores son repetidos hasta que los componentes son colocados en su recipiente para cada envío, o para su transporte fuera del entorno de prueba local. El recipiente protector es cualquier tipo de envase que haga mínima la exposición al medio ambiente de los componentes sensibles a la humedad. Debido a la eficiencia en la detención de la acumulación de humedad, no es necesario el paso de horneado inmediatamente antes del envío. Obviamente, abrir, comprobar y volver a cerrar repetidamente el recipiente son pasos añadidos que aumentan los costes de fabricación y manipulación del dispositivo.

En el documento US-A-5603892 se divulga un sistema para mantener componentes electrónicos, tales como chips de circuitos integrados, en una atmósfera controlada libre de contaminantes. Los componentes, que pueden ser montados en un módulo de múltiples chips, son alojados en una envoltura cerrada herméticamente, y se mantiene dentro de la envoltura una presión positiva de un gas libre de contaminantes, tal como el nitrógeno puro. Se dispone una fuente de gas presurizado, conectada de forma controlable a la envoltura, y, preferiblemente, se utiliza una válvula de escape para igualar la presión en la envoltura cuando es necesario acceder al interior con fines de mantenimiento o reparación.

Los equipos comercializados por Seika Instruments utilizan un material auto-desecante para secar la atmósfera de una cabina seca. Sin embargo, las cabinas de Seika Instruments no mantienen el porcentaje de humedad relativa por debajo del 5% en un entorno dinámico.

Sumario de la invención

La presente invención está dirigida a una novedosa cabina seca utilizada para almacenar los SMD con baja humedad e impedir fallos inducidos por la humedad de los dispositivos. Con el fin de reducir los costes asociados con cabinas secas de la técnica anterior, la cabina de esta invención consiste en construir cabinas de almacenamiento de N₂ o gas seco que incluyen un sistema de generación de N₂ o gas seco. El sistema auto-contenido de generación de N₂ o gas seco elimina la necesidad de un sistema centralizado de nitrógeno o aire seco limpio. Esto disminuye los costes operativos al tiempo que elimina otros costes de instalación asociados con una infraestructura de N₂.

La cabina se hace por tanto independiente mediante la auto-producción de sus necesidades de gas seco. Esto se realiza con un coste mínimo y elimina otros costes de instalaciones costosas para la infraestructura de N₂. El módulo adicional de secador de aire comprimido o sistema de generación de membrana de N₂ puede ser instalado en todos los tipos de cabinas secas de almacenamiento, pequeñas o muy grandes, que incluyen cabinas para almacenar bandejas, bobinas, carros de alimentación, PWB montados en un lado, o SMD.

Breve descripción de los dibujos

La figura es una vista frontal y en alzado lateral, en sección parcial, de una cabina seca de esta invención que contiene una fuente de gas seco auto-generadora.

Descripción detallada de la invención

La introducción de dispositivos de montaje en superficie (SMD) ha contribuido significativamente al avance del montaje electrónico. Los SMD de plástico, especialmente, han ganado una popularidad extrema porque tales dispositivos ofrecen la versatilidad y el bajo coste inherentes a los paquetes de plásticos. Sin embargo, estos dispositivos tienen la desventaja de ser sensibles a la humedad. La humedad de la atmósfera se difunde a través del paquete permeable del SMD y, si el nivel de humedad dentro del paquete alcanza un punto crítico, el dispositivo puede dañarse cuando se sube la temperatura durante el proceso de soldadura por reflujo. El rápido aumento y la alta presión del vapor en el paquete, combinados con la desadaptación térmica fatigan al componente. Los fallos típicos de los componentes incluyen la fractura de la matriz, la corrosión interna, daños en los hilos de unión y, en el caso peor, fracturas externas. Esto es denominado el efecto de las palomitas de maíz debido a la explosión audible con el fallo.

Para evitar los fallos inducidos por la humedad y el efecto de las palomitas, es necesario cumplir escrupulosamente con el tiempo límite con humedad recomendado por el fabricante del componente. El nivel de sensibilidad a la humedad (MS) con el cual se ha cualificado al producto (IPC/JEDEC J-STD-033A) indica el tiempo límite con humedad. En la práctica diaria, esto no es siempre evidente por razones prácticas (seguimiento). A modo de precaución, y cuando ha expirado el tiempo límite con humedad, las especificaciones J-STD-033A recomiendan "hornear" los componentes con el fin de eliminar la humedad que han ganado por la exposición a la humedad ambiente. El horneado según la norma se hace normalmente a una temperatura elevada durante un periodo que varía entre 24 horas (125°C) a 8 días (o más, a 40°C). El horneado concierne normalmente sólo a los componentes de nivel 3 a 6 debido a su relativamente corto tiempo límite en humedad.

Aunque el horneado impide los fallos y el efecto de las palomitas inducidos por la humedad, existen otras soluciones que son más preventivas por naturaleza. La revisión del IPC/JEDEC J-STD-033 de julio de 2002 elabora soluciones alternativas. Las soluciones y estrategias típicas implican frecuentemente el uso de cabinas secas que pueden mantener una atmósfera con una humedad relativa inferior al 5%. Sin embargo, pocas de las cabinas de almacenamiento existentes son capaces de alcanzar y mantener ese nivel en un entorno de producción. Las pocas cabinas que permiten tal porcentaje bajo de humedad relativa lo hacen barriendo las cabinas secas con caudales muy altos de gas seco (típicamente N₂ desde una fuen-

te criogénica, pero podría usarse aire seco o N_2 por membrana). Como resultado, la operación con tales cabinas se hace costosa en términos de costes operativos asociados con el uso del nitrógeno. A medida que las cabinas secas ganan en adopción en los entornos de montaje de PCB, emerge la necesidad de cabinas que tengan costes operativos inferiores. Esto es particularmente crítico en plantas en las que el nitrógeno no está disponible actualmente. Instalar una fuente de nitrógeno centralizada puede ser costoso.

Esta invención reduce los costes asociados con el funcionamiento adecuado de una cabina seca de almacenamiento utilizada para la gestión de dispositivos sensibles a la humedad en un entorno de montaje de PWB. La unidad de cabina de esta invención tiene una fuente de gas seco auto-generadora que solamente requiere algo de energía eléctrica y aire comprimido fácilmente disponible. La unidad de cabina produce gas seco con un coste marginal muy bajo. Consecuentemente, la caja o cabina seca puede situarse en cualquier lugar de una planta de montaje de PWB y no requiere la necesidad de un sistema centralizado de N_2 .

La cabina seca de esta invención incluye un sistema auto-contenido de generación de gas seco y está indicada, en general, con la referencia numérica 10 en la figura. La cabina 10 contendrá típicamente una puerta 12 de acceso con un picaporte 13 para abrir y cerrar la puerta 12 y permitir el acceso y salida desde el interior de la cabina 10. La puerta 12 de acceso puede incluir una o más ventanas o lugares 14 de visualización para permitir observar el interior de la cabina desde el exterior. La cabina 10 contendrá típicamente una pluralidad de estantes 16 para almacenar dispositivos de montaje en superficie. Aunque se ilustra en la figura una cabina de forma rectangular o caja, la forma particular de la cabina no forma una parte importante de la presente invención. Aunque no está ilustrado, la cabina 10 puede incluir ruedas en la parte inferior de la misma para permitir el desplazamiento fácil de la cabina por las instalaciones de producción de SMT.

Típicamente, para mantener un ambiente de baja humedad dentro de la cabina, la técnica anterior dirigía al interior de la cabina caudales altos de gas seco, típicamente nitrógeno, obtenido desde una fuente centralizada de nitrógeno, tal como un sistema de suministro de nitrógeno o de generación de tipo criogénico. En la cabina seca de la presente invención, se dispone un sistema integrado de generación de gas seco dentro de la estructura de la cabina. El sistema de generación de gas seco recibe una fuente de aire comprimido en forma de fuente modular o bien como fuente centralizada para proporcionar el gas seco deseado dentro de la cabina. El uso de una fuente de aire comprimido modular o centralizada y la generación del gas seco deseado en la cabina, reduce considerablemente el coste de proporcionar al ambiente deseado en el interior de la cabina seca con relación al coste de proporcionar nitrógeno centralizado o fuentes generadoras de nitrógeno de la técnica anterior.

De nuevo, haciendo referencia a la figura, el aire comprimido de cualquier fuente disponible, ya sea un suministro modular de aire comprimido o un sistema de aire comprimido centralizado, entra en la cabina seca 10 a través de la tubería 20. Una válvula 22 puede dirigir el aire comprimido a través de la tubería 20 hacia un sistema 24 de secado del aire o un sistema

26 de generación de nitrógeno, o ambos, contenidos dentro de la estructura de la cabina 10. El secador 24 de aire y el sistema 26 de generación de nitrógeno están construidos dentro de la base 18 de la cabina 10. La situación específica del sistema de formación de gas seco dentro de la cabina 10 no es crítica para la invención.

La tubería 20 de aire comprimido está dirigida a uno o ambos del secador 24 de aire y del generador 26 de nitrógeno a través de la válvula 22. Si se dirige al secador de aire, el aire comprimido entra a través de la válvula 22 en la tubería 28 y después en el filtro 30 para eliminar los contaminantes contenidos en el aire, tales como diminutas partículas y similares. Desde el filtro 30, la corriente de aire comprimido entra en el secador 24 de aire a través de la tubería 31. El secador 24 de aire es un desecador que incluye una masa de desecante, el cual elimina sustancialmente todo el vapor de agua de la corriente de aire comprimido que entra en la cabina 10 a través de la tubería 20. Como se ha afirmado anteriormente, se desea mantener el ambiente en el interior de la cabina 10 con una humedad relativa inferior al 5%.

En la lista siguiente, que no es exhaustiva, se incluyen ejemplos de desecantes que pueden ser adecuados: alúmina, óxido de aluminio, carbono activado, óxido de bario, perclorato de bario, bromuro de calcio, cloruro de calcio, hidruro de calcio, óxido de calcio, sulfato, glicerol, glicoles, hidruro de litio aluminio, bromuro de litio, cloruro de litio, yoduro de litio, cloruro de magnesio, perclorato de magnesio, sulfato de magnesio, tamices moleculares, pentóxido de fósforo, hidróxido de potasio (fundido, en barritas, etc), carbonato de potasio, resinas, gel de silicio, hidróxido de sodio, yoduro de sodio, ácido sulfúrico, silicato de titanio, zeolitas, bromuro de zinc, cloruro de zinc y combinaciones de tales desecantes. Los desecantes pueden ser utilizados de diversas maneras. Por ejemplo, el desecante puede ser un sólido y/o un líquido. El desecante puede comprender también parte de una solución acuosa.

Desde el secador 24 de aire, la corriente de aire comprimido, ahora libre sustancialmente de todo el vapor inicialmente contenido en ella, es dirigida hacia el interior de la cabina para barrer la cabina y mantener un ambiente interno que contenga menos del 5% de humedad relativa. Así, desde el secador 24 de aire, el aire seco es enviado a través de la tubería 32 hacia un controlador 34 de flujo que puede ajustar el volumen de aire seco dirigido al interior de la cabina a través de la tubería 36. El controlador de flujo debe incluir también un interruptor de conexión/desconexión para iniciar o detener el flujo de gas si se desea. Desde el controlador 34 de flujo, y la tubería 36, el aire seco es dirigido a una serie de inyectores 38 de gas seco. Los inyectores 38 dirigen el gas seco, ya sea aire seco o, como se explicará más adelante, nitrógeno, desde el generador 26 de nitrógeno, hacia el interior de la cabina. El número exacto y el tipo de inyectores de gas que dirigen el gas seco hacia el interior de la cabina 10 no son críticos para esta invención particular, y un experto en la técnica puede determinar la cantidad, el tamaño y el tipo de inyectores de gas seco que serían requeridos para el espacio interior individual de la cabina.

En la figura, se ilustra que el aire seco desde el secador 24 de aire puede ser dirigido a un tanque 40 de almacenamiento antes de ser dirigido a la tubería 32,

y finalmente hacia el interior de la cabina. El tanque 40 de almacenamiento es opcional y puede ser utilizado para controlar con más precisión el flujo de gas seco hacia el interior de la cabina 10. Así, a veces, el ambiente dentro de la cabina 10 puede ser tal que no se requiere utilizar gas adicional para barrer el interior de la cabina. En tales ocasiones, el aire seco o el nitrógeno pueden ser almacenados en el tanque opcional 40 de almacenamiento. Aunque se ilustra un tanque de almacenamiento, puede utilizarse un tanque independiente de almacenamiento para cada uno de los desecadores 24 de aire o generadores 26 de nitrógeno. Además, también puede utilizarse un solo tanque de almacenamiento con compartimentos herméticos para el aire seco y el nitrógeno, respectivamente.

En lugar de eliminar el vapor de agua de la corriente de aire comprimido, el gas seco, que es inyectado en el interior de la cabina, puede ser nitrógeno formado por un generador de nitrógeno contenido dentro de la cabina 10. Así, antes de esta invención, el nitrógeno ha sido utilizado para barrer las cabinas secas y mantener un ambiente de humedad relativa baja para el almacenamiento de los SMD en las cabinas para un envío eventual. Sin embargo, tales cabinas estaban unidas a una fuente centralizada generadora de nitrógeno, lo cual puede ser muy costoso de construir y mantener. Consecuentemente, en esta invención se incorpora un generador modular de nitrógeno en la cabina seca 10 de esta invención. El generador de nitrógeno se ilustra con la referencia numérica 26 y comprende, generalmente, uno o más módulos de membrana utilizados para separar el nitrógeno de la corriente 20 de aire comprimido y para producir una corriente de gas de nitrógeno seco concentrado. Por ejemplo, pueden utilizarse una o más membranas, tales como las membranas de poliimida, policarbonato, nylon, 6,6, poliestireno o acetato de celulosa. En esta invención, la tubería 20 de aire comprimido está dirigida al menos en parte por medio de la válvula 22 a la tubería 42 y después a través del filtro 44 para eliminar las partículas de la corriente de aire comprimido. Desde el filtro 44 y la tubería 46, la corriente de aire comprimido es dirigida al generador 26 de nitrógeno, ilustrado como módulos 27 y 29 de membrana, donde se trata el aire para separar el oxígeno del nitrógeno en la corriente de aire y producir una corriente de N_2 altamente concentrado.

Las membranas permeables que pueden ser empleadas al poner en práctica la invención serán empleadas comúnmente en conjuntos de membrana situados típicamente dentro de unas envolturas para formar un módulo de membrana que comprende el elemento principal de un sistema de membrana. Como se comprende con referencia a la invención, un sistema de membrana comprende un módulo de membrana y varios de tales módulos, dispuestos para el funcionamiento en paralelo (como está ilustrado), o bien en serie. Los módulos de membrana pueden ser contruidos convenientemente en forma de fibra hueca, o devanados en espiral, en conjuntos de membrana laminar plana plisada, o en cualquier otra configuración deseada. Los módulos de membrana se construyen de forma que tengan un lado de la superficie de alimentación del aire y un lado opuesto de salida del gas filtrado. Para las membranas de fibra hueca, el aire de alimentación puede ser introducido en el lado del lumen o en el lado de la superficie exterior de las fibras huecas.

Se apreciará también que el material de membrana empleado para la membrana de separación del aire puede ser cualquier material adecuado capaz de filtrar selectivamente un componente más fácilmente permeable del gas de alimentación, es decir, del aire. Los derivados de la celulosa, tales como el acetato de celulosa, el acetato butirato de celulosa y similares; las poliamidas y poliimidas, incluyendo las poliamidas arílicas y las poliimidas arílicas; las polisulfonas; los poliestirenos y similares, son representativos de tales materiales.

Como se ha indicado anteriormente, las membranas permeables que comprenden el sistema de membrana situado dentro de la cabina 10 de la invención, pueden ser de cualquier forma que se desee, siendo preferibles generalmente las membranas de fibra hueca. Se podrá apreciar que el material de membrana empleado en cualquier aplicación de separación de gas, puede ser de cualquier material adecuado capaz de filtrar selectivamente un componente más fácilmente permeable de una mezcla de gas de fluido que contenga un componente menos fácilmente permeable. Los polímeros descritos inmediatamente antes son ejemplos representativos de tales materiales. Se comprenderá que en la técnica son conocidos otros muchos materiales de membrana permeables y que son adecuados para su utilización en la separación de aire. Como se ha indicado, las membranas que se emplean al poner en práctica la invención, pueden ser de cualquier forma que sea útil y eficaz para la separación de aire que se lleva a cabo utilizando el sistema y el proceso de la invención.

Una es la denominada "membrana compuesta", en la cual la capa activa se coloca coextensiblemente contigua a un sustrato que estructuralmente sirve de soporte y que es normalmente poroso. En una membrana compuesta, la capa activa y el sustrato no son elementos parciales de una sola capa monolítica. Normalmente son producidos poniendo una capa sobre otra, tal como por laminación de dos capas independientes. El sustrato puede ser un material selectivamente permeable al gas, pero típicamente no lo es. Como se ha mencionado, debido a la porosidad, el sustrato tiene unas propiedades de separación del gas despreciables, y presenta poca resistencia al flujo a través de la membrana. El sustrato proporciona principalmente una integridad estructural para la capa activa que es normalmente, por sí misma, demasiado delgada para formar una película auto-soportada, o para soportar el gradiente de presión a través de la membrana impuesto durante el funcionamiento rutinario.

Un tipo preferido de membrana es conocido como membrana asimétrica. Esta membrana está caracterizada por una estructura anisótropa en sección transversal normal a la dirección del flujo filtrado. Típicamente, una membrana asimétrica tiene una capa activa constituida por una película continua, densa y delgada en una superficie, y una capa de soporte normalmente más gruesa, coextensiblemente contigua a la película y tendiendo a ser crecientemente porosa con la distancia a la película. La capa activa y la capa de soporte de la membrana asimétrica están compuestas normalmente por la misma sustancia selectivamente permeable al gas. La película es normalmente inferior a 1/10 del espesor de la membrana asimétrica. Típicamente, el espesor de la película es alrededor de 50-3000 Å, preferiblemente alrededor de 50-1500 Å.

y más preferiblemente alrededor de 50-1000 Å. La membrana asimétrica puede ser monolítica o compuesta. Es decir, en una membrana monolítica asimétrica, la capa activa y la capa de soporte son partes de una estructura monolítica integrada. En una membrana compuesta asimétrica, la membrana asimétrica incluye un sustrato contiguo a la capa de membrana asimétrica. Por ejemplo, una membrana típica compuesta de fibra hueca puede estar formada por un núcleo anular de un sustrato poroso rodeado por una funda anular coaxial de la membrana asimétrica. En una membrana asimétrica compuesta, la capa no activa y la membrana asimétrica son denominadas colectivamente algunas veces como la "capa de soporte". La capa de la membrana asimétrica y el sustrato tienen típicamente composiciones diferentes.

Los materiales utilizados para las membranas de separación de gas son frecuentemente de polímero. Se puede utilizar una diversa variedad de polímeros para el sustrato de soporte de una membrana compuesta. Los polímeros de sustrato representativos incluyen polisulfonas, polietersulfonas, poliamidas, poliimidas, polieterimidas, poliésteres, policarbonatos, ésteres de copolicarbonatos, poliéteres, polietercetonas, poli(fluoruro de vinilideno), polibenzimidazoles, polibenzoxazoles, derivados de la celulosa, poliazaromáticos, poli(óxido de 2,6-dimetilfenileno), poli(óxido de arileno), poliureas, poliuretanos, polihidrazidas, poliazometinas, acetatos de celulosa, nitratos de celulosa, etil celulosa, poli(óxido de xilileno) bromado, poli(óxido de xilileno) sulfonado, poliquinoxalina, poliamidoimidas, ésteres de poliamida, mezclas de los mismos, copolímeros de los mismos, materiales sustituidos de los mismos y similares. Esto no debe considerarse limitador, ya que cualquier material que pueda ser fabricado en una membrana de sustrato anisótropo puede encontrar utilidad como capa de sustrato de la presente invención. Los materiales preferidos para la capa de sustrato incluyen composiciones y copolímeros de polisulfona, polietersulfona, polieterimida, poliimida, poliamida y mezclas de los mismos.

Hay una amplia gama de materiales poliméricos que tienen propiedades deseables de filtrado selectivo del gas y que pueden ser utilizados en la capa activa. Los materiales representativos incluyen poliamidas, poliimidas, poliésteres, policarbonatos, ésteres de copolicarbonato, poliéteres, polietercetona, polieterimidas, polietersulfonas, polisulfonas, poli(fluoruro de vinilideno), polibenzimidazoles, polibenzoxazoles, poliacrilonitrilo, derivados de la celulosa, poliazaromáticos, poli(óxido de 2,6-dimetilfenileno), poli(óxido de fenileno), poliureas, poliuretanos, polihidrazidas, poliazometinas, poliacetales, acetatos de celulosa, nitratos de celulosa, etil-celulosa, copolímeros de estireno-acrilonitrilo, poli(óxido de xilileno) bromado, poli(óxido de xilileno) sulfonado, policarbonatos sustituidos con tetrahalógeno, poliésteres sustituidos con tetrahalógeno, ésteres de policarbonato sustituidos con tetrahalógeno, poliquinoxalina, poliamidaimidas, ésteres de poliamida, mezclas de los mismos, copolímeros de los mismos, materiales sustituidos de los mismos y similares. Además, los materiales adecuados de la capa de separación de gas pueden incluir los que se han encontrado útiles como capa densa de separación de membranas compuestas de separación de gas. Estos materiales incluyen polisiloxanos, poliacetilenos, polifosfacenos, po-

lietilenos, poli(4-metilpenteno), poli(trimetilsililpropino), poli(trialquilsililacetilenos), poliureas, poliuretanos, mezclas de los mismos, copolímeros de los mismos, materiales sustituidos de los mismos y similares. Los materiales preferidos para esta capa densa de separación de gas incluyen la poliamida aromática, composiciones de poliimida aromática, polisulfona, sulfona de poliéter y mezclas de las mismas.

Las membranas de fibra hueca con regiones densas son las preferidas para la separación del gas. Las membranas asimétricas de fibra hueca pueden tener la región discriminadora en el exterior de la fibra hueca, en el interior (superficie del lumen) de la fibra hueca, o bien estar situadas en alguna parte interna a ambas superficies, la exterior y la interior, de la membrana de fibra hueca. En el modo de realización en el que la región discriminadora de la membrana de fibra hueca es interna a ambas superficies de la membrana de fibra hueca, la superficie interior (lumen) y la superficie exterior de la membrana de fibra hueca son porosas, y así la membrana demuestra una capacidad de separar los gases. En el modo de realización en el que los gases son separados, los materiales poliméricos preferidos para las membranas incluyen poliester carbonatos, polisulfonas, polietersulfonas, poliimidas y policarbonatos. Los materiales poliméricos más preferibles para las membranas de separación de gas incluyen los policarbonatos y los poliester carbonatos. Las membranas preferidas de policarbonato y poliester carbonato para la separación de gas incluyen las descritas en las patentes de Estados Unidos n^{os} 4.874.401, 4.851.014, 4.840.646 y 4.818.254; las partes relevantes de cada patente se incorporan en esta memoria como referencia para todos los fines legales que pueden servirse con ello. En un modo de realización preferido, tales membranas están preparadas por medio del proceso descrito en la patente de Estados Unidos n^o 4.772.392, cuyas partes relevantes están incorporadas en esta memoria como referencia para todos los fines legales que puedan servirse con ello. Membranas particularmente útiles para la separación de aire y la generación de una corriente de gas de N₂ seco concentrado son las membranas poliméricas de fibra hueca fabricadas por el presente cesionario, Air Liquide, bajo el nombre comercial MEDAL.

La corriente de gas de nitrógeno concentrado es separada del aire comprimido y es sustancialmente seca, ya que el vapor de agua es separado también de la corriente componente del nitrógeno por la membrana. La corriente de gas de nitrógeno seco que abandona el generador 26 a través de la tubería 48 puede ser almacenada opcionalmente en el tanque 40 de almacenamiento antes de ser dirigida a través de la tubería 32, del controlador 34 de flujo y de la tubería 36 hacia los inyectores 38 de gas seco. De nuevo, puede utilizarse un tanque independiente 40 para almacenar la corriente de gas de N₂ del generador 26 de nitrógeno relativo al almacenamiento del aire seco desde el secador 24 de aire. Los sistemas de generación de nitrógeno con un almacenamiento masivo y control de flujo son conocidos en la técnica y están particularmente descritos en las patentes de Estados Unidos n^{os} 5.266.101, 5.284.506, 5.302.189, 5.363.656, 5.439.507 y 5.496.388, cuyo contenido completo se incorpora en esta memoria como referencia.

Aunque el sistema 26 de generación de nitrógeno ha sido descrito como que comprende una o más estructuras de membrana, o módulos de membrana, es

posible formar una corriente de gas de nitrógeno concentrado a partir del gas comprimido utilizando absorbentes de partículas en sistemas conocidos de adsorción por variación de la presión (PSA). Así, los adsorbentes de partículas, tales como el carbono activado, geles de silicio, y tamices moleculares, tales como la zeolita y silicatos de titania, es decir, CTS-1, son conocidos para la separación del aire en sus componentes individuales, incluyendo la formación de una corriente de gas de nitrógeno concentrado. Consecuentemente, el sistema 26 de generación de nitrógeno, que se incorpora en la cabina 10, puede incluir uno o más lechos de adsorbente el cual, en condiciones de presión selectivas, puede adsorber oxígeno o nitrógeno y producir una corriente de gas de nitrógeno seco concentrado. El funcionamiento de los sistemas PSA es conocido en la técnica, en los cuales se utilizan ciclos de presurización (adsorción), despresurización (regeneración), y equalización de la presión para adsorber un componente gaseoso a partir de una mezcla y regenerar el componente adsorbido del lecho adsorbente. La patente de Estados Unidos n° 4.933.314 describe un particular tamiz molecular de carbono utilizado para separar el nitrógeno o el oxígeno del aire. La patente de Estados Unidos n° 5.288.888 dirigida a la producción de un producto enriquecido con nitrógeno, haciendo pasar el aire a través de un lecho de zeolita machacada, y la patente de Estados Unidos n° 6.068.682, que divulga tamices moleculares de titanio cristalino, CTS-1, son ejemplos de adsorbentes conocidos que pueden ser utilizados para formar una corriente de nitrógeno concentrado a partir del aire. Cada una de estas patentes de Estados Unidos enumeradas se incorporan en esta memoria como referencia en su totalidad.

De forma similar al sistema de separación de membrana, una corriente de gas de nitrógeno concentrado que abandona un módulo PAS, puede ser alma-

cenada opcionalmente en el tanque 40 de almacenamiento y ser dirigida después a los inyectores 38 de gas seco a través de la tubería 32, del controlador 34 de flujo y de la tubería 36.

Se comprenderá que, aunque la cabina seca 10 es particularmente útil para almacenar dispositivos de montaje en superficie durante o después del montaje, la cabina seca de esta invención tiene una utilidad adicional para impedir que cualquier tipo de dispositivo quede adversamente afectado por el aire húmedo durante el almacenamiento o transporte antes de ser utilizado. En particular, cualquier tipo de semiconductor, componente electrónico, óptico o magnético y similares pueden ser almacenados en la cabina 10. El ambiente está libre de vapor de agua, el cual puede filtrarse en cualquier empaquetamiento o por cualquier poro de la estructura del dispositivo y originar daños permanentes durante el almacenamiento o durante la instalación y utilización.

El gas seco, que ha sido barrido del interior de la cabina 10 para mantener una humedad relativa muy baja en el interior de la cabina, es liberado de la cabina a través de la tubería 50. De nuevo, el control del aire comprimido a través de la tubería 20, la válvula 22 o cualquier tanque opcional 40 de almacenamiento y el controlador 34 del flujo, pueden mantener la presión deseada y las condiciones de baja humedad en el interior de la cabina 10. Así, un gas que abandona el interior de la cabina 10 a través de la tubería 50 puede hacerlo en base continua o incluso intermitente.

Aunque se han descrito e ilustrado varios modos de realización preferidos de la presente invención, será evidente para los expertos en la técnica que son posibles variaciones y modificaciones sin apartarse del amplio alcance de la presente invención, que estará limitada únicamente por el alcance de las reivindicaciones anexas en este documento.

REIVINDICACIONES

1. Una cabina que tiene un espacio interior cerrado para almacenar dispositivos de montaje en superficie, en un ambiente de baja humedad relativa, que comprende: un desecador, un generador de nitrógeno, o ambos, asociados con dicha cabina y transportables con ella, medios para recibir un suministro de aire comprimido que se comunica con dicho desecador o dicho generador de nitrógeno, o ambos, y medios para dirigir una corriente de gas seco desde dicho desecador o dicho generador de nitrógeno hacia el interior de dicha cabina para mantener un ambiente de baja humedad en dicho espacio interior.

2. La cabina de la reivindicación 1, que incluye dicho generador de nitrógeno.

3. La cabina de la reivindicación 2, en la que dicho generador de nitrógeno comprende una membrana capaz de separar el aire para formar una corriente de gas de nitrógeno concentrado.

4. La cabina de la reivindicación 3, en la que dicha membrana comprende una membrana polimérica.

5. La cabina de la reivindicación 4, en la que dicha membrana es una membrana polimérica de fibra hueca.

6. La cabina de la reivindicación 3, que comprende una pluralidad de dichas membranas.

7. La cabina de la reivindicación 2, en la que dicho generador de nitrógeno comprende un adsorbente de partículas capaz de adsorber uno o más componentes del aire y formar una corriente de gas de nitrógeno concentrado.

8. La cabina de la reivindicación 7, en la que dicha corriente de gas de nitrógeno concentrado está formada por un sistema de adsorción por variación de la presión.

9. La cabina de la reivindicación 1, que incluye dicho desecador.

10. La cabina de la reivindicación 1, que incluye dicho desecador y dicho generador de nitrógeno.

11. La cabina de la reivindicación 1, en la que dicho desecador y/o generador de nitrógeno es una parte integrante de dicha cabina.

12. La cabina de la reivindicación 11, que contiene un controlador de flujo para variar el volumen de dicha corriente de gas seco dirigida al interior de dicha cabina.

13. La cabina de la reivindicación 1, que comprende además un medio de almacenamiento para almacenar dicha corriente de gas seco desde dicho desecador, desde dicho generador de nitrógeno, o desde ambos.

14. La cabina de la reivindicación 1, que incluye además un filtro para eliminar partículas de dicho aire comprimido recibido desde dicho suministro.

15. Un método para almacenar dispositivos de montaje en superficie en el interior de una cabina y para mantener una humedad relativa baja en el interior de dicha cabina que comprende: dirigir un suministro de aire comprimido a unos medios de formación de gas seco en forma de desecador o de generador de nitrógeno, asociados con dicha cabina y transportables con ella, formar una corriente de gas aire seco o una corriente de gas de nitrógeno seco desde dichos medios de formación de gas seco, y dirigir dicha corriente de aire seco o nitrógeno seco hacia el interior de dicha cabina para mantener una humedad relativa baja en el espacio interior de dicha cabina cuando almacena dichos dispositivos de montaje en superficie.

16. El método de la reivindicación 15, que comprende la formación de una corriente de gas de nitrógeno seco dirigiendo dicha corriente de aire comprimido a dicho generador de nitrógeno.

17. El método de la reivindicación 16, en el que dicha corriente de gas de nitrógeno seco se forma por separación con una membrana de dicha corriente de aire comprimido.

18. El método de la reivindicación 15, en el que la humedad relativa en el interior de dicha cabina se mantiene en el 5% o por debajo.

19. El método de la reivindicación 15, en el que dicha corriente de gas seco es una corriente de aire seco que se forma dirigiendo dicha corriente de aire comprimido a dicho desecador.

20. El método de la reivindicación 15, en el que dichos medios de formación de gas seco son una parte integrante de dicha cabina.

