



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 343 820**

51 Int. Cl.:

G10H 3/00 (2006.01)

G10D 1/00 (2006.01)

G10D 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07762651 .3**

96 Fecha de presentación : **29.01.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1977416**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.10.2008**

54 Título: **Procedimiento acelerado de envejecimiento para instrumentos acústicos.**

30 Prioridad: **27.01.2006 US 763021 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.08.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.08.2010

73 Titular/es: **University of South Florida
3802 Spectrum Blvd., Suite 100
Tampa, Florida 33612, US**

72 Inventor/es: **Hall, James y
Hess, Daniel, P.**

74 Agente: **Justo Bailey, Mario de**

ES 2 343 820 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 acelerado de envejecimiento para instrumentos acústicos.

5 **Antecedentes de la invención**

Es conocido que los instrumentos de cuerda mejoran con la edad, específicamente desde el momento en el que verdaderamente se tocan (o usan). La madera usada para construir los instrumentos proporciona un resultado más satisfactorio cuanto más se hace vibrar. Es por esta razón que se da un valor tan alto a instrumentos de época.

La vibración asociada al uso del instrumento provoca cambios sutiles en la maleabilidad de la madera. La vibración tiene los mismos efectos en las resinas naturales de la madera. Además, acabados tales como la laca, aplicados comúnmente a instrumentos de cuerda de madera, son afectados por la vibración, dando como resultado la pérdida de plastificantes. Estos cambios habitualmente tardan muchos años.

Otros han perseguido acortar el tiempo necesario para lograr los efectos deseados de envejecimiento. Por ejemplo, la patente de EE.UU. n° 2.911.872 describe un aparato propulsado a motor que arquea mecánicamente las cuerdas de un violín. El sistema se puede ajustar de tal manera que las cuerdas se pueden tocar en cualquier posición seleccionada y arquear sucesivamente. La patente de EE.UU. n° 5.031.501 describe un dispositivo que comprende un pequeño oscilador que está unido a la tabla armónica de un instrumento de cuerda. El oscilador se acciona entonces mediante una señal musical para simular lo que la tabla armónica experimenta cuando se está tocando. Estos enfoques proporcionan, ambos, medios automáticos para simular que se toca el instrumento, permitiendo de este modo que el instrumento envejezca sin gasto de tiempo o esfuerzo por parte de un músico real. Sin embargo, ambos enfoques consumen un periodo prolongado de tiempo para envejecer un instrumento nuevo porque básicamente simulan que se toca el instrumento; el envejecimiento se produce a tiempo real.

La patente de EE.UU. n° 5.537.908 desarrolló un proceso para instrumentos de cuerda de madera que utiliza vibración de banda ancha procedente de un gran oscilador electromagnético y un controlador. El instrumento se une a un accesorio de oscilador especialmente diseñado y entonces se somete a una excitación de vibración de banda ancha. La entrada de banda ancha proporciona excitación sobre el rango de frecuencias de 20 a 2.000 Hz, proporcionando un envejecimiento acelerado en comparación con entradas de un solo tono de métodos anteriores. Músicos experimentados declararon oír mejoras en la capacidad de producir sonido después de la aplicación de este método. Además, sencillas mediciones de la vibración mostraron un aumento en la respuesta del instrumento. El proceso, sin embargo, requiere un acoplamiento o contacto directo con un gran oscilador electromagnético que puede y termina por dañar los instrumentos procesados. Además, el límite superior de frecuencia de tales osciladores es aproximadamente 2.000 Hz.

El documento US 5.600.081 enseña la inmersión de madera en agua, y someter dicha madera sumergida a vibraciones acústicas para aumentar la sonoridad de la madera, usándose entonces la madera en instrumentos musicales.

40 **Sumario de la invención**

En una realización, la invención incluye un método de envejecer artificialmente un instrumento colocando el instrumento en un recinto, proporcionando al menos un transductor electromecánico cerca del instrumento y proporcionando una señal eléctrica al transductor. El transductor es un altavoz de tres vías en una realización preferida. El método tiene particular utilidad cuando el instrumento es un instrumento de cuerda, de madera.

En una realización alternativa, en la que el instrumento es un instrumento de cuerda de madera, se proporciona al menos un transductor electromecánico cerca del cuerpo del instrumento y se proporciona otro transductor electromecánico cerca del cuello del instrumento. Esto permite la excitación del instrumento cuando una señal de banda ancha se amplifica y se pasa a través del transductor.

Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más completa de la naturaleza y los objetos de la invención, se debe hacer referencia a la siguiente descripción detallada, tomada en relación con los dibujos que se acompañan, en los que:

La figura 1 es una vista en perspectiva de un dispositivo ilustrativo para implantar el método de la invención.

La figura 2 es una vista lateral del dispositivo ilustrativo de la figura 1.

La figura 3A es la fórmula para calcular la potencia media y los espectros de cruce.

La figura 3B es la fórmula para computar la respuesta en frecuencia.

La figura 3C es la fórmula para calcular la coherencia $\gamma^2(f)$ en función de la frecuencia.

La figura 4A es un gráfico que muestra datos representativos inicial y final (es decir, antes y después) de respuesta en frecuencia para un violín de muestra.

La figura 4B es un gráfico que muestra el cambio o la diferencia en magnitud después del tratamiento de envejecimiento.

La figura 5 muestra gráficos del cambio o la diferencia en magnitud medida de respuesta en frecuencia después del tratamiento de envejecimiento para cuatro violines adicionales de muestra.

La figura 6 muestra gráficos del cambio o la diferencia en magnitud medida de respuesta en frecuencia después del tratamiento de envejecimiento para tres guitarras de muestra.

Descripción detallada de la realización preferida

En la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas, se hace referencia a los dibujos que se acompañan, que forman parte de ella, y en los que se muestran a modo de ilustración realizaciones específicas mediante las cuales se puede materializar la invención. Se ha de entender que se pueden utilizar otras realizaciones y se pueden hacer cambios estructurales sin salir del alcance de la invención reivindicada.

La invención proporciona un método para el envejecimiento acelerado de instrumentos, particularmente instrumentos de cuerda de madera, y para cuantificar este fenómeno usando análisis formal de repuesta de frecuencia. La excitación es sin contacto y de banda ancha sobre un rango más completo de frecuencia de 20 a 20.000 Hz. Un dispositivo ilustrativo para emplear el método de la invención se divulga en las figuras 1 y 2. Un instrumento A está suspendido en un recinto 20. El recinto puede ser móvil, asemejándose a una caja o una maleta, o puede ser espacio específicamente adaptado para el envejecimiento acelerado de múltiples instrumentos o grandes instrumentos tales como un piano. En la figura 1, el recinto 20 es una caja (con la mayoría de lados omitidos para mayor facilidad de visión). El instrumento A es una guitarra suspendida en el recinto 20 por el mástil mediante un soporte 22. Se puede usar un acolchado para aislar el instrumento A del soporte 22 y para proteger su superficie. El recinto 20 se puede construir de cualquier material adecuado, incluyendo materiales económicos tales como madera aglomerada de densidad media. Unos transductores electromecánicos, tales como unos altavoces 30a y 30b, están posicionados para someter al instrumento A a las ondas de sonido creadas por ellos. En una realización, se utilizan un par de altavoces, mirando un altavoz 30a hacia el cuerpo frontal del instrumento A y mirando el segundo altavoz 30b hacia el mástil del instrumento. Los altavoces 30 son accionados con una señal de banda ancha a través de un amplificador de potencia (no mostrado). La realización preferida es capaz de proporcionar niveles de sonido de banda ancha de al menos 110 dB sin recortes o distorsión. Los altavoces y el amplificador están adaptados para funcionar de manera continua durante días o semanas al tiempo.

Se evaluaron instrumentos de prueba antes y después del tratamiento acústico. Músicos experimentados proporcionaron aportaciones subjetivas sobre los instrumentos de prueba y encontraron una mejora significativa con respecto a la respuesta, la capacidad de tocar y la facilidad de afinado. Además, los datos de respuesta en frecuencia computados desde una prueba de impacto usando un martillo de impacto de punta blanda en miniatura y un acelerómetro en miniatura revelaron mejoras significativas en la respuesta medida.

Respuesta en frecuencia

La respuesta en frecuencia, $FR(f)$, se define con la fuerza F de impacto (en unidades de Newtons, N) al instrumento como entrada y la resultante aceleración vibratoria A (en unidades de g) de la tabla armónica del instrumento como salida. Se calcula usando un analizador dinámico de señal, de dos canales, como sigue a continuación. Se obtienen mediciones dinámicas de rastro de tiempo de salida y entrada, se enmarcan estas mediciones, y se computa la transformada rápida de Fourier de estos rastros de tiempo enmarcados. Esto se repite al menos ocho veces, y se computan la potencia media y los espectros de cruce usando la ecuación (1) de la figura 3A. La respuesta en frecuencia se computa entonces usando la ecuación (2) de la figura 3B.

La magnitud de esta función de respuesta se presenta gráficamente en g/N frente a frecuencia. La coherencia también se computa para evaluar la validez de la medición. La coherencia proporciona una medida de la potencia en la vibración del instrumento de prueba que es causada por la potencia en la fuerza de impacto. Una coherencia de 1 significa que toda la aceleración vibratoria es causada por la fuerza de impacto, mientras que una coherencia de 0 significa que nada de la vibración está causada por la fuerza. La coherencia $\gamma^2(f)$ es una función de la frecuencia y se computa usando la ecuación (3) (figura 3C).

Resultados del tratamiento acústico

Se realizaron pruebas con varios violines y guitarras de muestra. Los instrumentos fueron sometidos al tratamiento acústico, como se describió anteriormente, de manera continua durante varias semanas usando entrada de banda ancha de ruido rosa. Los instrumentos fueron evaluados tanto antes como después del tratamiento por músicos experimentados y a través de mediciones de respuesta en frecuencia.

Los músicos apreciaron una mejora enorme en la calidad tonal (más cálida), capacidad de respuesta (respuesta aumentada), y facilidad de afinado. La facilidad mejorada de afinado es de especial interés porque los instrumentos nuevos (especialmente los instrumentos de cuerda de extremo inferior) son muy difíciles de afinar y de mantener afinados.

ES 2 343 820 T3

La figura 4A muestra datos representativos iniciales y finales (es decir, antes y después) de respuesta en frecuencia procedentes de un violín de muestra. La coherencia muestra que la mayor parte de la respuesta es debida a la entrada sobre la mayor parte del rango de frecuencia evaluado. La magnitud es notablemente más alta tras el tratamiento de envejecimiento. Esto se destaca en la figura 4B que muestra la diferencia en magnitud. Estos datos muestran claramente que el instrumento produce más respuesta vibratoria (g) por unidad de entrada (N) sobre la mayor parte del rango de frecuencia. Esto es consistente con uno de los descubrimientos observados independientemente por músicos experimentados.

Se realizaron pruebas adicionales sobre cuatro violines adicionales y tres guitarras. Todos los instrumentos probados mostraron un aumento en respuesta vibratoria. La figura 5 muestra el cambio o la diferencia en magnitud medida de respuesta en frecuencia después del tratamiento de envejecimiento para cuatro violines de muestra. Un cambio positivo de magnitud significa que los instrumentos producen más sonido, o responden más a la misma entrada de energía; un aspecto significativo de este proceso. Los violines usados para las pruebas oscilaban en calidad desde muy barato (150 dólares EE.UU.) hasta de precio moderado (1200 dólares EE.UU.), con una calidad de construcción acorde con el precio pagado.

En la figura 6 se muestra el cambio en magnitud medida de respuesta en frecuencia después del tratamiento de envejecimiento para tres guitarras de muestra. Incluso aunque el cambio de magnitud es menor que el observado para los violines, un aumento de 0,5 a 1,0 g/N todavía es significativo.

Como se usa en el presente documento, el término “transductor electromecánico” se refiere a cualquier dispositivo que convierte un tipo de energía en otra, tal como convertir electricidad en ondas de sonido. En una realización ilustrativa, el transductor electromecánico es un altavoz de tres vías que comprende tres accionadores: grande para los bajos, de medio tamaño para las frecuencias de rango medio, y pequeño para las altas frecuencias.

Como se usa en el presente documento, el término “banda ancha” se refiere a un método de señalización que incluye o maneja una rango relativamente amplio de frecuencias, aproximadamente de 20 a 20.000 Hz, que se puede dividir en canales.

Como se usa en el presente documento, el término “instrumento de cuerda” se refiere a cualquier instrumento musical que produce sonido por medio de cuerdas que vibran, tal como las de las familias del violín, la guitarra y el piano.

REIVINDICACIONES

1. Un método de envejecer artificialmente un instrumento, que comprende los pasos de:

colocar el instrumento en un recinto;

proporcionar al menos un transductor electromecánico cerca del instrumento; y

proporcionar una señal eléctrica al transductor.

2. El método de la reivindicación 1, en el que el transductor es un altavoz.

3. El método de la reivindicación 2, en el que el altavoz es un altavoz de tres vías.

4. El método de la reivindicación 1, en el que el instrumento es una instrumento de cuerda, de madera.

5. El método de la reivindicación 4, en el que al menos un transductor electromecánico está proporcionado cerca del cuerpo del instrumento.

6. El método de la reivindicación 4, en el que al menos un transductor electromecánico está proporcionado cerca del mástil del instrumento.

7. El método de la reivindicación 1, en el que la señal eléctrica es una señal de banda ancha.

8. El método de la reivindicación 1, en el que la señal eléctrica es amplificada.

FIG. 1

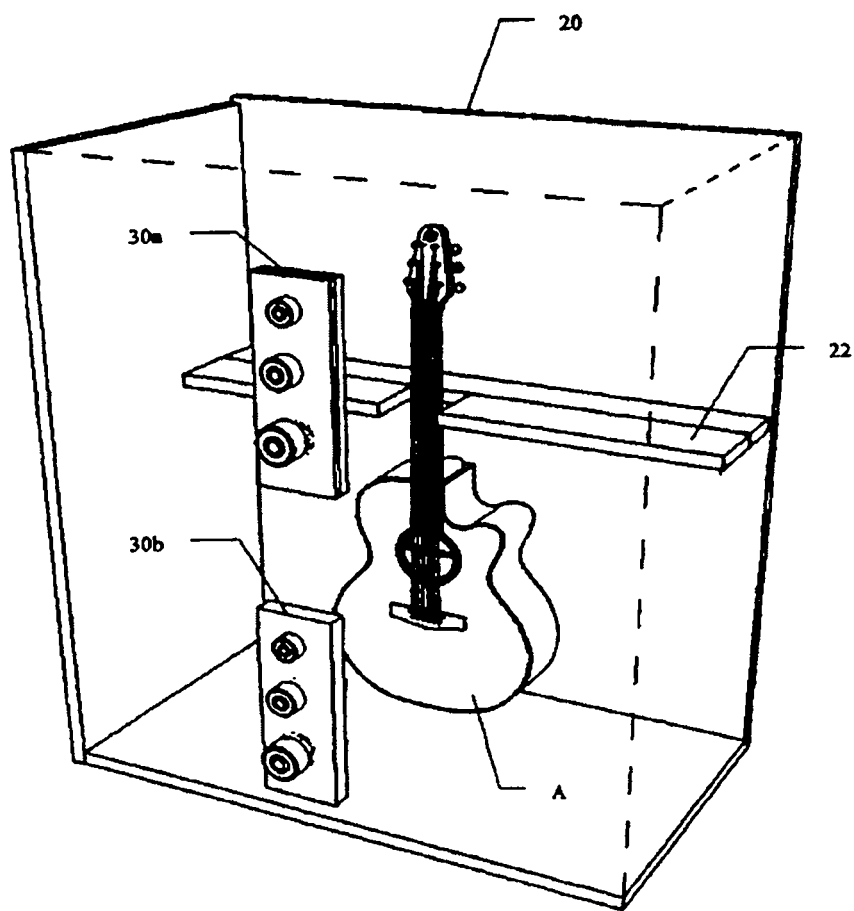


FIG. 2

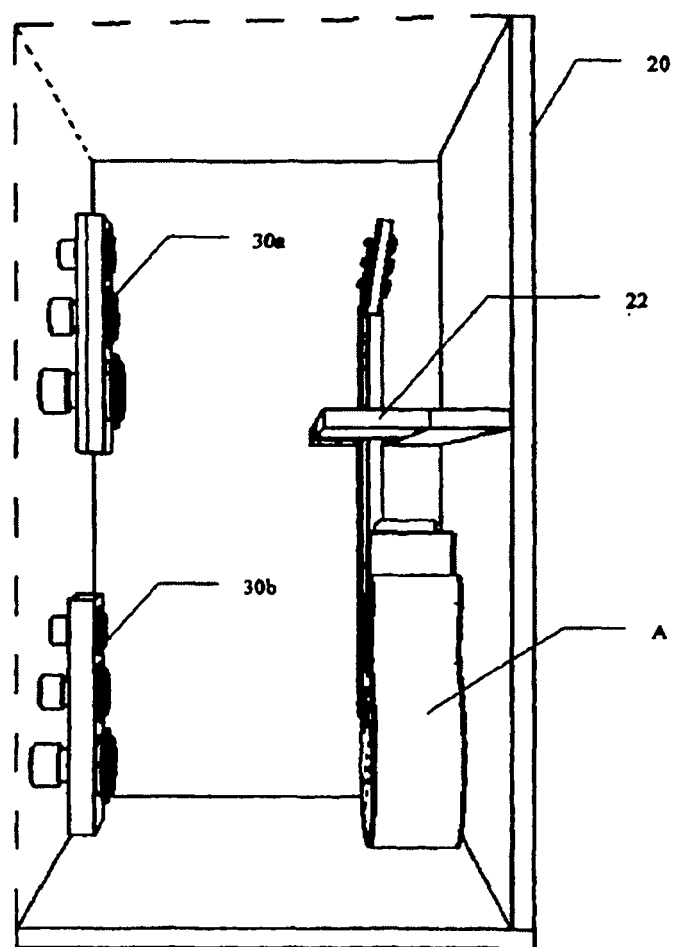


FIG. 3A

$$P_{FF}(\hat{n}) = \Sigma (F(\hat{n}) F(\hat{n})^*) / n \text{ , } P_{AA}(\hat{n}) = \Sigma (A(\hat{n}) A(\hat{n})^*) / n \text{ , } P_{AF}(\hat{n}) = \Sigma (F(\hat{n}) A(\hat{n})^*) / n \quad (1)$$

em donde * indica conjugado complejo

FIG. 3B

$$FR(U) = \frac{P_{AF}(U)}{P_{FF}(U)} \quad (2)$$

FIG. 3C

$$\gamma^2(U) = \frac{P_{AF}(U) P_{AF}(U)^*}{P_{FF}(U) P_{AA}(U)} \quad (3)$$

FIG. 4A

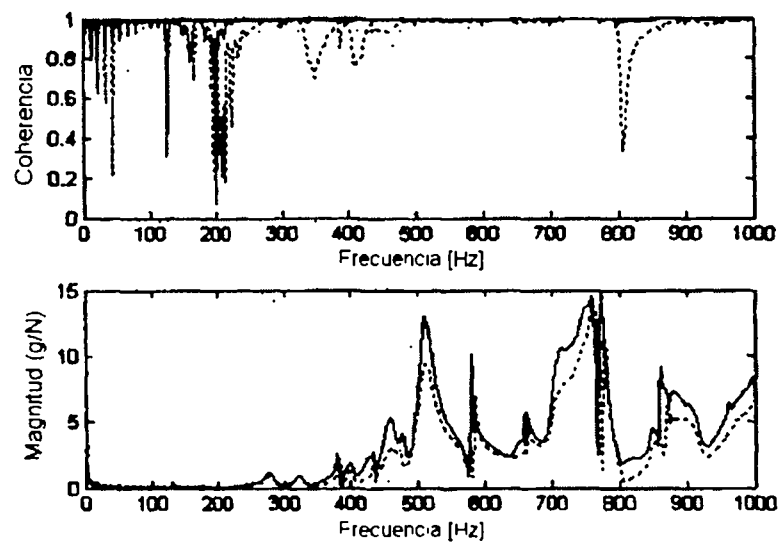


FIG. 4B

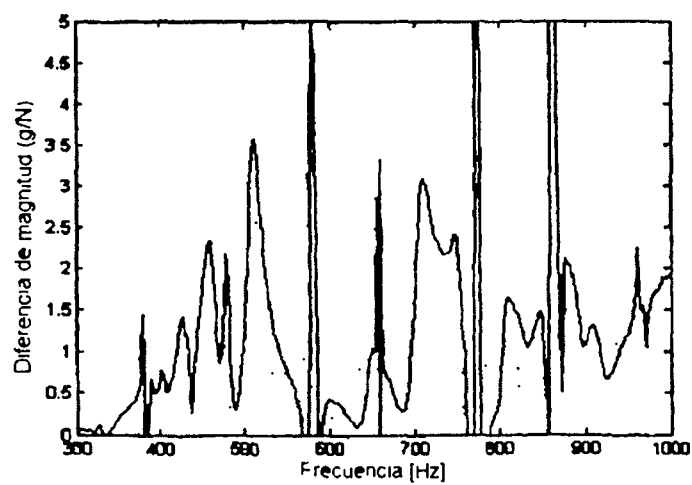


FIG. 6

