

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 908 974**

51 Int. Cl.:

G01N 29/14 (2006.01)

G01N 29/42 (2006.01)

G01N 29/44 (2006.01)

G01N 29/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.10.2013 PCT/EP2013/003045**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.04.2014 WO14056615**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2013 E 13792585 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.12.2021 EP 2906940**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para evitar y/o reconocer grietas de tensión en un componente como consecuencia de endurecimiento o enderezamiento**

30 Prioridad:

10.10.2012 DE 202012009675 U

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.05.2022

73 Titular/es:

**SEUTHE, ULRICH (100.0%)
Karl-Siepmann-Strasse 51
58300 Wetter, DE**

72 Inventor/es:

SEUTHE, ULRICH

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ-VEGA FEIJOO, María Covadonga

ES 2 908 974 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 y dispositivo para evitar y/o reconocer grietas de tensión en un componente como consecuencia de endurecimiento o enderezamiento

Campo de la invención

La invención se refiere a dispositivos y a procedimientos y a disposiciones para reconocer y evitar grietas de tensión, en particular a un dispositivo, a un procedimiento y a una disposición según el preámbulo de la reivindicación 1, 8 ó 13.

Antecedentes técnicos

Los procedimientos de endurecimiento a base de un tratamiento térmico en particular local, que no se realizan en el horno, tal como por ejemplo el endurecimiento por inducción o el endurecimiento a la llama, se conocen en el estado de la técnica para endurecer por ejemplo componentes metálicos grandes.

El endurecimiento inductivo pertenece a los procedimientos de endurecimiento de capa de borde. En una zona de borde próxima a la superficie de un componente se provoca mediante una secuencia controlada de calentamiento/temple un endurecimiento martensítico y con ello un aumento de la dureza. Por el contrario, la estructura y la dureza en el núcleo del componente permanecen inalteradas. Habitualmente se solicita una bobina con corriente alterna, con lo que se genera un campo magnético, que induce corrientes parásitas en la capa de borde de un componente metálico, que conducen a un calentamiento local. La superficie se calienta hasta la temperatura de endurecimiento necesaria y a continuación se temple por ejemplo con un rociador. A este respecto, la profundidad de penetración de las corrientes parásitas depende de la frecuencia de la corriente alterna de tal manera que con una frecuencia decreciente aumenta la profundidad de penetración. Las frecuencias típicas se encuentran en el intervalo de 50-500 kHz.

Durante el endurecimiento a la llama se calienta igualmente de manera local la superficie de un componente metálico por medio de quemadores de gas o similares y se enfría.

Durante el endurecimiento inductivo, el endurecimiento a la llama, así como durante otros procedimientos de tratamiento térmico puede producirse una formación de grietas en el componente durante el calentamiento, durante el temple y/o durante el enfriamiento como consecuencia de tensiones por temperatura. Para reconocer tales grietas de tensión, en el estado de la técnica se conoce someter cada componente endurecido de manera inductiva, endurecido a la llama o tratado térmicamente de otro modo a una comprobación de pieza individual. Un procedimiento de comprobación corriente es el procedimiento de polvo magnético. Igualmente se emplean procedimientos de penetración de color.

También durante el enderezamiento, en particular el enderezamiento por flexión, pueden generarse grietas de tensión en un componente. Estas no pueden reconocerse durante la operación de enderezamiento.

El documento EP 1 429 141 A1 da a conocer una comprobación libre de destrucción de componentes tubulares por medio de medición del sonido estructural en una cámara de medición cerrada usando un medio de presión, orientándose al reconocimiento de un daño para la desviación del componente fuera del proceso de producción.

Por el documento DE 20 2009 014773 U1, el documento GB 2 340 604 A, el documento DE 30 14 348 A1, el documento EP 1 429 141 A1, así como el documento EP 0 636 881 A1 se conocen en cada caso procedimientos y dispositivos para reconocer componentes defectuosos basándose en el sonido estructural.

En el endurecimiento y enderezamiento conocido resulta desventajoso que es necesaria una etapa de producción independiente para la comprobación de grietas de tensión. Así, cada componente tiene que examinarse de manera laboriosa tras el endurecimiento y enfriamiento o enderezamiento. Esto aumenta los costes y el tiempo de producción.

Exposición de la invención

Partiendo de esto, la invención se basa en el objetivo de crear dispositivos y procedimientos y disposiciones para reconocer y evitar grietas de tensión, en particular un dispositivo, un procedimiento y una disposición según el preámbulo de la reivindicación 1, 8 ó 13, que sean más rápidos y más económicos o eviten una formación de grietas de tensión.

Este objetivo se alcanza de manera correspondiente a las características de la reivindicación 1, 8 ó 13.

Por tanto, se crea un dispositivo para reconocer una formación de grietas en un componente como consecuencia de endurecimiento con tratamiento térmico en particular local, tal como por ejemplo endurecimiento inductivo o

endurecimiento a la llama del componente, o durante el enderezamiento, en particular durante el enderezamiento por flexión, que comprende un sensor de sonido, que puede acoplarse en cuanto al sonido estructural con el componente, estando diseñado el dispositivo para la evaluación en particular basada en frecuencia-tiempo de señales de sonido registradas durante el endurecimiento y/o enderezamiento por el sensor de sonido.

Mediante el registro de sonido estructural y la evaluación basada en frecuencia-tiempo del sonido estructural todavía durante el endurecimiento o enderezamiento se crea por primera vez un control en proceso durante el enderezamiento, por ejemplo, enderezamiento por flexión, o durante el endurecimiento, es decir endurecimiento inductivo, endurecimiento a la llama o similar, que puede reconocer todavía durante el proceso la configuración de grietas. Una etapa de comprobación independiente que requiere mucho tiempo y laboriosa, que es posterior al enderezamiento o endurecimiento, puede suprimirse sin sustitución. Se obtienen ahorros de costes considerables.

Para ello se acopla en cuanto al sonido estructural un sensor de sonido, por ejemplo, de tipo piezoeléctrico, al componente, es decir se conecta con el componente de tal manera que puedan transmitirse ondas sonoras del componente al sensor de sonido. Esto puede tener lugar mediante el montaje directo del sensor de sonido sobre el componente. Sin embargo, el sensor de sonido está montado preferiblemente de manera firme sobre un dispositivo de retención del componente, de modo que las señales de sonido generadas en el se transmiten a través del dispositivo de retención al sensor de sonido.

El sensor de sonido registra señales de sonido en función del tiempo. Las señales de sonido pueden representarse en caso necesario como diagrama de frecuencia-tiempo tridimensional con el tiempo (o una magnitud derivada del mismo) a lo largo de un eje, la frecuencia (o una magnitud derivada de la misma) a lo largo de un eje adicional y un valor proporcional a la energía sonora o intensidad del sonido o que se encuentra en otra relación matemática con la misma a lo largo de un eje todavía adicional. En lugar del tiempo puede seleccionarse también una función, que está en relación con el tiempo; lo mismo es válido para la frecuencia y la energía sonora. La representación sirve únicamente para la visualización del concepto.

Para reconocer si se ha generado una grieta, se registra y evalúa en determinados momentos durante el endurecimiento la energía sonora o intensidad del sonido en determinados intervalos de frecuencia (evaluación basada en frecuencia-tiempo). Basándose en la evaluación puede reconocerse directamente una formación de grietas. También pueden reconocerse procesos de fluidez plástica durante el enderezamiento o en general durante la conformación. Es igualmente posible en primer lugar sólo registrar la evolución del sonido durante el enderezamiento y/o endurecimiento, asociarla al componente y evaluarla posteriormente.

El registro del sonido del componente todavía durante el enderezamiento y/o endurecimiento es esencial para la invención. La resolución de frecuencia puede mantenerse reducida, por ejemplo, a pocos cientos de kHz o también llegar a frecuencias no habituales hasta la fecha para análisis de sonido estructural de hasta 50 MHz (por ejemplo 100 kHz, 500 kHz, 1 MHz, 2 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 50 MHz).

En particular durante el endurecimiento inductivo se excita el componente para oscilaciones fuertes principalmente en el intervalo de la oscilación de campo eléctrico. A este respecto se emplean frecuencias de excitación de un KHz, pero también altas o múltiples. Estas oscilaciones se mueven por regla general en determinadas bandas de frecuencia, que en general varían durante el proceso en su frecuencia y amplitud.

A este respecto, un análisis bidimensional correspondiente al estado de la técnica de las operaciones de proceso falla a la hora de representar la dinámica de las variaciones de frecuencia y de amplitud en las diferentes frecuencias. Sin embargo, esta información explica la transferencia de energía al componente y ofrecen una estimación sobre las energías en diferentes profundidades de penetración.

La evaluación cuantitativa de las múltiples frecuencias de excitación o sus efectos en el componente durante el endurecimiento inductivo en curso permiten sacar conclusiones sobre la profundidad de endurecimiento y la dureza conseguida.

Además, aparecen emisiones debido a transformaciones de la estructura y formaciones de grietas, que pueden diferenciarse debido a su perfil de frecuencia completamente distinto de las frecuencias de excitación.

En particular, la formación de grietas puede detectarse debido a su forma de banda ancha de manera correspondiente a una respuesta de impulso incluso dentro de fuertes emisiones de inducción.

En otros procedimientos de tratamiento térmico tal como por ejemplo el endurecimiento a la llama se producen emisiones más bien no periódicas debido a la energía aportada por quemadores de gas. Es decir, estas energías de excitación no deben analizarse en bandas individuales. Sin embargo, en la mayoría de los casos tienen un límite superior de frecuencia, de modo que puede reconocerse la formación de grietas durante el calentamiento por encima de estas frecuencias.

Tras el final del calentamiento, y esto es válido para todos los procedimientos, el análisis de frecuencia puede

diferenciar las frecuencias de emisión del temple mediante el medio de enfriamiento en ruidos debido a la introducción del medio de enfriamiento, de variaciones de estructura, variaciones plásticas y de la formación de grietas espontánea o acumulada.

5 Si para el análisis de frecuencia se usa además una evaluación de las amplitudes a lo largo del tiempo, en el caso de una consideración de este tipo de la dinámica total puede recurrirse casi a la forma en el diagrama de frecuencia-tiempo para la evaluación de múltiples propiedades de proceso.

10 El dispositivo puede señalar una clasificación del componente según el número y/o grosor de las grietas reconocidas, es decir por ejemplo almacenarla en un archivo, indicarla mediante señal luminosa o generar una señal de control.

La evaluación tiene lugar a este respecto convenientemente en tiempo real todavía durante el calentamiento, el temple y/o el enfriamiento del componente.

15 La invención puede implementarse de manera especialmente sencilla comparando la energía integrada en una ventana de tiempo de las señales de sonido, dado el caso por encima de un valor de frecuencia límite inferior, con un valor umbral y reconociendo en caso de superarlo una formación de grietas. A este respecto puede prescindirse de una consideración detallada de la frecuencia y el dispositivo puede construirse de una manera relativamente sencilla.

20 Para ello, en el caso del endurecimiento por inducción puede estar previsto un filtro paso banda o similar con una frecuencia límite por encima de la frecuencia de inducción, de modo que señales de sonido del propio endurecimiento por inducción no se tengan en cuenta.

25 La ventana de tiempo se selecciona convenientemente de tal manera que corresponda a un periodo de tiempo dependiente del material y/o del proceso para la generación de una grieta o de una fase del endurecimiento.

30 Según la invención están previstos diferentes valores umbral de categoría de grieta para comparar con la intensidad integrada de señales de sonido registradas dentro de una ventana de frecuencia y/o de tiempo. Con ello puede representarse de manera sencilla una graduación de las grietas, por ejemplo, en la categoría "grieta posiblemente pequeña", "grieta pequeña", "grieta media", "grieta grande", etc.

35 Según la invención, para dos periodos de tiempo del proceso de endurecimiento están previstos diferentes valores umbral de categoría de grieta, por consiguiente, puede reconocerse de manera más flexible una grieta. Así, durante el temple pueden ser convenientes valores umbral distintos a durante el enfriamiento.

40 Según la invención, se reconoce un componente defectuoso con una o varias grietas cuando se supera una cantidad de energía total de las señales de sonido registradas a partir de un momento de inicio. En este caso se suma únicamente la energía total, que se registra en intervalos de frecuencia por encima de la frecuencia de inducción mediante el sensor de sonido; esta energía puede proceder sólo de grietas. Alternativamente, también puede usarse un valor límite mayor y dado el caso puede integrarse conjuntamente el sonido de inducción.

45 En una realización puede estar previsto que se reconozca una grieta en el caso de superar una cantidad de energía total de las señales de sonido registradas en una ventana de tiempo concomitante. La ventana de tiempo corresponde aproximadamente a la duración de tiempo de una grieta, pero puede ser también claramente más larga, por ejemplo 1/10 s. Si dentro de cada décima de segundo se supera el valor umbral de la energía sumada, se reconoce una grieta y se clasifica el componente como defectuoso. Esta forma de realización tiene suficiente, en una realización digital, con un mínimo de almacenamiento intermedio para las señales de sonido.

50 La invención crea además un procedimiento para reconocer una formación de grietas en un componente como consecuencia de endurecimiento con tratamiento térmico en particular local del componente, tal como por ejemplo endurecimiento inductivo o endurecimiento a la llama, y/o como consecuencia de enderezamiento del componente, en particular de enderezamiento por flexión del componente, realizándose una evaluación de frecuencia y/o de tiempo de señales de sonido registradas durante el endurecimiento o enderezamiento por un sensor de sonido acoplado en cuanto al sonido estructural con el componente. A este respecto, las señales de sonido registradas son emisiones de sonido estructural, que se generan en el componente durante el endurecimiento o enderezamiento del componente.

60 El procedimiento puede posibilitar una clasificación del componente según el número y/o grosor de las grietas reconocidas.

Convenientemente, las emisiones de sonido estructural se evalúan durante el calentamiento, el temple y/o el enfriamiento del componente o durante el enderezamiento en particular en tiempo real.

65 Ventajosamente, la energía integrada se compara en una ventana de tiempo de las señales de sonido, dado el caso

por encima de un valor de frecuencia límite inferior, con un valor umbral y en el caso de superarlo se reconoce una formación de grietas. Como ventana de tiempo puede seleccionarse un periodo de tiempo dependiente del material y/o del proceso para la generación de una grieta o un periodo que corresponde a una fase del endurecimiento o enderezamiento.

5 El procedimiento puede usar diferentes valores umbral de categoría de grieta para comparar con la intensidad integrada de señales de sonido registradas dentro de una ventana de frecuencia y/o de tiempo.

10 Convenientemente, para varios, por ejemplo, dos, periodos de tiempo diferentes del proceso de endurecimiento o proceso de enderezamiento se usan diferentes valores umbral de categoría de grieta.

Durante el endurecimiento por inducción puede usarse un filtro paso banda o similar con una frecuencia límite por encima de la frecuencia de inducción.

15 En el caso de alcanzar o superar una cantidad de energía total de las señales de sonido registradas a partir de un momento de inicio puede reconocerse una grieta. Dado el caso, en el caso de superar una cantidad de energía total de las señales de sonido registradas en una ventana de tiempo concomitante puede reconocerse una grieta.

20 La invención crea además un procedimiento así como un dispositivo para evitar grietas de tensión durante la conformación, en particular el enderezamiento, en particular el enderezamiento por flexión, de un componente, en particular antes, durante o después de un endurecimiento del componente, en particular según el procedimiento descrito anteriormente y/o con el dispositivo descrito anteriormente, que comprende un análisis (de frecuencia-tiempo) en tiempo real, exponiéndose el componente a una fuerza de conformación creciente y registrándose a este respecto emisiones de sonido estructural, evaluándose las emisiones de sonido estructural con un análisis (de frecuencia-tiempo) en tiempo real para reconocer emisiones de sonido estructural provocadas mediante deformación plástica.

25 La conformación (i) puede finalizarse tras el reconocimiento de emisiones de sonido estructural provocadas mediante deformación plástica o interrumpirse y a continuación proseguirse con la misma con una fuerza de conformación constante o reducida, o (ii) puede proseguirse con la conformación tras el reconocimiento de emisiones de sonido estructural provocadas mediante deformación plástica con una fuerza de conformación regulada, a la que las emisiones de sonido estructural provocadas mediante deformación plástica y registradas y reconocidas en tiempo real no crecen adicionalmente, o permanecen en un intervalo de energía o intervalo de amplitud fijado.

30 La conformación puede finalizarse, es decir interrumpirse o finalizarse de manera concluyente, tras un determinado intervalo de tiempo tras el inicio de las emisiones de sonido estructural provocadas mediante deformación plástica. La conformación puede finalizarse además tras superar un valor umbral para la energía integrada de las emisiones de sonido estructural, en particular de las emisiones de sonido estructural provocadas mediante deformación plástica. La conformación puede finalizarse tras superar un valor umbral para la amplitud de las emisiones de sonido estructural, en particular de las emisiones de sonido estructural provocadas mediante deformación plástica.

35 Para finalizar la conformación puede liberarse, reducirse o mantenerse la fuerza de conformación al último valor. Tras la finalización de la conformación puede exponerse el componente de nuevo a un proceso de conformación, de modo que la finalización corresponde en este caso a una interrupción del proceso de conformación total. Convenientemente se realizan sucesivamente varios recorridos de carga individuales hasta alcanzar la forma final deseada del componente.

40 La invención crea además una disposición para enderezar un componente mediante conformación plástica, en particular de manera correspondiente al procedimiento descrito anteriormente, que comprende un dispositivo de enderezamiento para generar una fuerza de conformación, un sensor de sonido estructural para la colocación en un componente que debe enderezarse, así como un control, que durante la actuación de la fuerza de conformación sobre el componente registra emisiones de sonido estructural y las evalúa en tiempo real y en el caso de reconocer emisiones de sonido estructural, que se generan mediante la deformación plástica del componente, controla el dispositivo de enderezamiento de tal manera que se finaliza la conformación.

45 A este respecto se reconocen procesos de fluidez plástica en el componente mediante características que deben determinarse empírica o analíticamente, por ejemplo, determinados patrones en el espectro de tiempo-frecuencia, y en el caso de reconocer estos procesos de fluidez se reconoce el inicio de la deformación plástica del componente. La fuerza de conformación entonces ya no se aumenta más, con lo que se evitan grietas de tensión, sino que se regula o controla a una fuerza por encima de la fuerza necesaria para la conformación plástica y por debajo de una fuerza, que conduce a grietas, en particular grietas de tensión, en el componente.

50 El control puede estar diseñado de tal manera que para finalizar la conformación se regule el dispositivo de enderezamiento para liberar la fuerza de conformación o para mantener la fuerza de conformación de manera controlada o para reducir la fuerza de conformación (en particular hasta un valor, en el que la amplitud y/o energía

de las emisiones de sonido estructural, que se generan mediante la deformación plástica del componente, no aumente adicionalmente o no supere un valor umbral).

La disposición está diseñada convenientemente para repetir la conformación tras la finalización de la conformación, hasta que el componente alcance una forma final deseada. De este modo puede conformarse el componente en recorridos de carga sucesivos a la forma final deseada evitando una fuerza de conformación demasiado alta, que podría conducir a grietas (de tensión).

La disposición puede ser un dispositivo de enderezamiento, en particular un dispositivo de enderezamiento por flexión.

Características y formas de realización adicionales de la invención se obtienen de la siguiente descripción, las figuras y las reivindicaciones.

Breve descripción de las figuras

La figura 1 ilustra un dispositivo según la invención.

La figura 2 ilustra un diagrama de frecuencia-tiempo tridimensional.

Las figuras 3 y 4 muestran un diagrama de frecuencia-tiempo de un proceso de endurecimiento por inducción en tres dimensiones o en una vista en planta sobre el plano de frecuencia-tiempo.

Las figuras 5 y 6 muestran el proceso de endurecimiento por inducción de las figuras 3, 4 en otra ventana de tiempo.

Las figuras 7 a 12 muestran un proceso de endurecimiento por inducción adicional como diagramas de frecuencia-tiempo tridimensionales y en cortes.

Las figuras 13 y 14 muestran un diagrama de frecuencia-tiempo de un proceso de endurecimiento por inducción en tres dimensiones.

Las figuras 14 y 15 muestran un diagrama de frecuencia-tiempo del proceso de endurecimiento por inducción de las figuras 13, 14 en otra ventana de tiempo en tres dimensiones o en una vista en planta sobre el plano de frecuencia-tiempo.

Descripción detallada de ejemplos de realización

El dispositivo 1 para reconocer una formación de grietas en un componente 2 como consecuencia de endurecimiento inductivo del componente 2 representado en la figura 1 comprende un sensor 3 de sonido, que en este caso está sujeto a un soporte 4 para el componente 2 y registra señales de sonido que se generan en el componente 2. Una unidad 5 de evaluación representada en este caso por separado está acoplada con el sensor 3 de sonido y evalúa el sonido, mientras que el componente 2 se calienta localmente por medio de una bobina 6 por ejemplo desplazable y se temple a continuación por medio de medio 7 de enfriamiento. En el caso del endurecimiento a la llama se usa en lugar de la bobina 6 un quemador o similar.

Un espectro de frecuencia-tiempo típico se ilustra en la figura 2. Un valor, que está relacionado con la intensidad del sonido o con la energía del sonido, está representado a lo largo del eje z, mientras que a lo largo del eje x está representado el tiempo y a lo largo del eje y la frecuencia (o funciones de los mismos).

Como es evidente, de manera constante en el tiempo está configurado un pico 8, que es atribuible a la inducción, en este caso por ejemplo de entre 25 y 30 kHz. Con una frecuencia más baja se registra el sonido generado mediante el medio 7 de enfriamiento por el sensor 2 de sonido en la región 9.

Las grietas se producen durante el endurecimiento por inducción en momentos sustancialmente discretos, es decir rápidamente. En una grieta se libera energía sonora con un determinado espectro de sonido, que depende entre otros de la longitud y la anchura de la grieta, de la naturaleza del material, etc. Pueden reconocerse cinco grietas 10, con un espectro de sonido en cada caso diferente.

Según la invención, se recurre a la energía, que se genera por encima del pico 8, con o sin evaluación de frecuencia para reconocer una grieta. Para ello puede usarse por ejemplo un reconocimiento de patrón, para reconocer grietas en un diagrama de frecuencia-tiempo. Sin embargo, es especialmente conveniente sumar la energía sonora por encima de un valor límite, en este caso por encima del pico 9 representado con 40 kHz, y compararla con un valor límite de formación de grietas. Si se supera el valor límite de formación de grietas, se ha generado una grieta.

El registro y la evaluación tienen lugar convenientemente de manera digital, es decir los valores registrados por el sensor 2 de sonido se digitalizan, dado el caso se analizan en cuanto a la frecuencia, y se procesan digitalmente.

Ejemplos de diagramas de frecuencia-tiempo de proceso de endurecimiento inductivo reales se representan en las figuras 3 a 16. Como es evidente, dan como resultado las características ilustradas anteriormente de manera esquemática en la figura 2.

Un aspecto adicional de la invención se refiere a la conformación plástica, por ejemplo, el enderezamiento, en particular enderezamiento por flexión, monitorizado.

Durante la conformación, en particular durante la conformación de materiales endurecidos, pueden aparecer grietas.

Se desea una deformación plástica del material, por el contrario, una formación de grietas no.

La detección de grietas por medio de sonido estructural en el caso de la aparición de la grieta es estado de la técnica en algunos procesos de producción.

Este procedimiento se utiliza de manera altamente satisfactoria durante el enderezamiento de árboles de engranaje, componentes de motor y de dirección. A este respecto, la energía de impulso, liberada mediante la formación de grietas, se capta por sensores sensibles en una banda ancha en el intervalo de frecuencia, se filtra, se evalúa y el resultado se notifica a la máquina de trabajo.

Este procedimiento permite una monitorización de las grietas del 100% durante la fabricación.

Además, sería deseable suprimir la propia formación de grietas.

Cuando pueden reconocerse variaciones de material que preceden a la grieta mediante sus emisiones de impulso, ya antes de la rotura puede emitirse una señal a la máquina de trabajo, por ejemplo, una máquina de flexión, para evitar así la verdadera grieta, por ejemplo, mediante la reducción o liberación de la fuerza de conformación.

Un requisito previo es poder separar las emisiones muy pequeñas en comparación con la formación de grietas debido a fuertes desplazamientos plásticos de material de los ruidos de producción.

Esto se consigue empleando un sensor sensible y tecnología de amplificación, así como un análisis de frecuencia en tiempo real basándose en la técnica del documento WO 2010/051954.

Con ello es posible detectar en el perfil de frecuencia emisiones mínimas y separarlas de los ruidos de trabajo condicionados por la producción a menudo fuertes de la máquina.

Con ello también es posible deformar el componente no cíclicamente con una carga que crece lentamente, sino aumentar la fuerza de conformación gradualmente hasta que se producen emisiones debido a deformaciones plásticas, que entonces representan un indicio de una conformación realmente satisfactoria.

Hasta la fecha se somete el componente a una carga y tras uno o varios recorridos de carga se comprueba si ha variado la geometría.

Es decir, la máquina se aproximó mediante pruebas a la conformación plástica real.

Con la conformación monitorizada en cuanto al sonido estructural esbozada anteriormente se consigue en cada recorrido de carga una deformación plástica, mientras que al mismo tiempo se evita la formación de grietas. Para ello puede regularse la fuerza de conformación con un acoplamiento retroactivo de las emisiones de señales de sonidos registradas mediante análisis de frecuencia-tiempo debido a deformaciones plásticas, que preceden a una grieta.

Para ello se crea una disposición con un dispositivo de enderezamiento y un control, que recibe sonido estructural de un sensor y lo somete a un análisis de frecuencia-tiempo en tiempo real, para reconocer por ejemplo patrones característicos, que indica una deformación plástica. Si se reconoce una deformación plástica de este tipo, puede evitarse una formación de grietas, al liberar o reducir la fuerza de conformación.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1) para reconocer una formación de grietas en un componente (2) como consecuencia de endurecimiento con tratamiento térmico del componente (2), tal como por ejemplo endurecimiento inductivo o endurecimiento a la llama, y/o como consecuencia de enderezamiento del componente (2), que comprende un sensor (3) de sonido, que puede acoplarse en cuanto al sonido estructural con el componente (2), comprendiendo el dispositivo (1) una unidad (5) de evaluación diseñada para la evaluación basada en la frecuencia y el tiempo de señales de sonido registradas durante el endurecimiento o enderezamiento por el sensor (3) de sonido, caracterizado porque la unidad (5) de evaluación está configurada para comparar diferentes valores umbral de categoría de grieta con la intensidad integrada de señales de sonido registradas dentro de una ventana de frecuencia y/o de tiempo, estando previstos para dos periodos de tiempo del proceso de endurecimiento o proceso de enderezamiento diferentes valores umbral de categoría de grieta.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque la unidad (5) de evaluación está configurada para reconocer una grieta en el caso de superar una cantidad de energía total de las señales de sonido registradas en una ventana de tiempo concomitante.
3. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la unidad (5) de evaluación está configurada para señalar una clasificación del componente (2) según el número y/o grosor de las grietas reconocidas.
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la unidad (5) de evaluación está configurada para la evaluación durante el calentamiento, el temple y/o el enfriamiento del componente (2).
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la unidad (5) de evaluación está configurada para comparar la energía integrada en una ventana de tiempo de las señales de sonido, dado el caso por encima de un valor de frecuencia límite inferior, con un valor umbral y en el caso de superarla reconocer una formación de grietas, correspondiendo preferiblemente la ventana de tiempo a un periodo de tiempo dependiente del material y/o del proceso para la generación de una grieta o de una fase del endurecimiento o enderezamiento.
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque durante el endurecimiento por inducción está previsto un filtro paso banda con una frecuencia límite por encima de la frecuencia de inducción.
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la unidad (5) de evaluación está configurada para reconocer una grieta en el caso de superar una cantidad de energía total de las señales de sonido registradas a partir de un momento de inicio.
8. Procedimiento para evitar grietas de tensión durante la conformación, en particular el enderezamiento, de un componente (2), en particular durante o después de un endurecimiento del componente (2), que comprende un análisis de frecuencia-tiempo en tiempo real, exponiéndose el componente (2) a una fuerza de conformación creciente y registrándose a este respecto emisiones de sonido estructural, caracterizado porque las emisiones de sonido estructural se evalúan con un análisis de frecuencia-tiempo en tiempo real, para reconocer emisiones de sonido estructural provocadas mediante deformación plástica, y la conformación se finaliza tras el reconocimiento de emisiones de sonido estructural provocadas mediante deformación plástica, comparándose diferentes valores umbral de categoría de grieta con la intensidad integrada de señales de sonido registradas dentro de una ventana de frecuencia y/o de tiempo, usándose para dos periodos de tiempo del proceso de conformación o de endurecimiento diferentes valores umbral de categoría de grieta.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque la conformación se finaliza tras un determinado intervalo de tiempo tras el inicio de las emisiones de sonido estructural provocadas mediante deformación plástica; y/o porque la conformación se finaliza tras superar un valor umbral para la energía integrada de las emisiones de sonido estructural, en particular de las emisiones de sonido estructural provocadas mediante deformación plástica.
10. Procedimiento según la reivindicación 8 ó 9, caracterizado porque la conformación se finaliza tras superar un valor umbral para la amplitud de las emisiones de sonido estructural, en particular de las emisiones de sonido estructural provocadas mediante deformación plástica.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado porque para finalizar la conformación se libera, se reduce o se mantiene al último valor la fuerza de conformación.

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado porque tras finalizar la conformación se expone el componente (2) de nuevo a un proceso de conformación, pudiendo realizarse sucesivamente varios procesos de conformación hasta alcanzar la forma final deseada del componente (2).
- 5 13. Disposición para enderezar un componente (2) mediante conformación plástica de manera correspondiente al procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 12, que comprende un dispositivo de enderezamiento para generar una fuerza de conformación, así como un dispositivo para reconocer una formación de grietas según una de las reivindicaciones 1 a 7 con un sensor de sonido estructural para la colocación en un componente que debe enderezarse, así como un control, que durante la actuación de la fuerza de conformación sobre el componente (2) registra emisiones de sonido estructural y las evalúa en tiempo real y en el caso de reconocer emisiones de sonido estructural, que se generan mediante la deformación plástica del componente (2), controla el dispositivo de enderezamiento de tal manera que se finaliza la conformación, estando diseñado el control de tal manera que para finalizar la conformación se controla el dispositivo de enderezamiento para mantener la fuerza de conformación, reducir la fuerza de conformación o liberar la fuerza de conformación, y estando diseñada la disposición para repetir la conformación tras la finalización de la conformación hasta que el componente alcance una forma final deseada.
- 10 14. Producto de programa informático con código ejecutable en un ordenador que comprende instrucciones, que provocan que el dispositivo de la reivindicación 13 ejecute las etapas de procedimiento del procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 12.
- 15 20

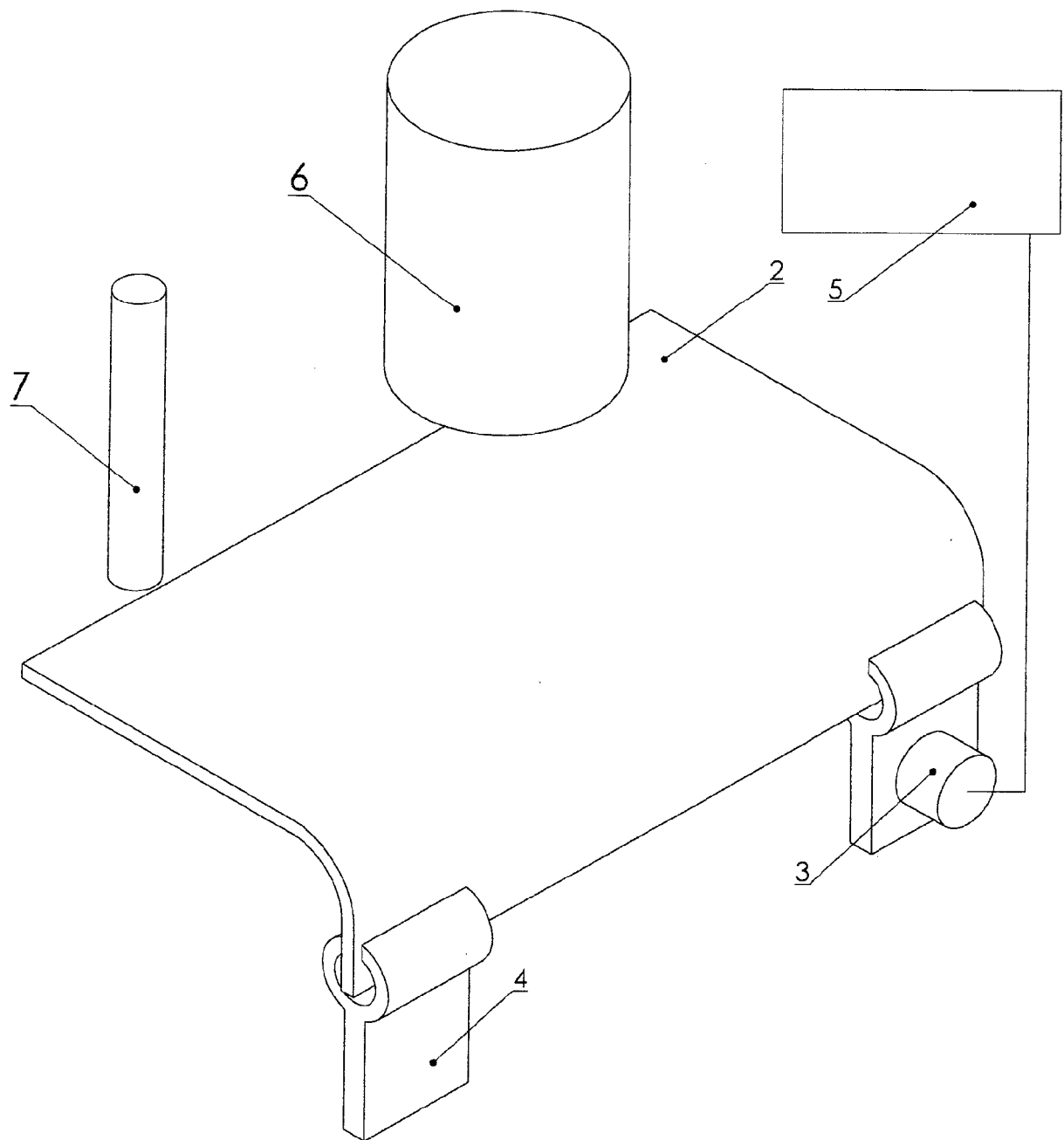


Fig. 1

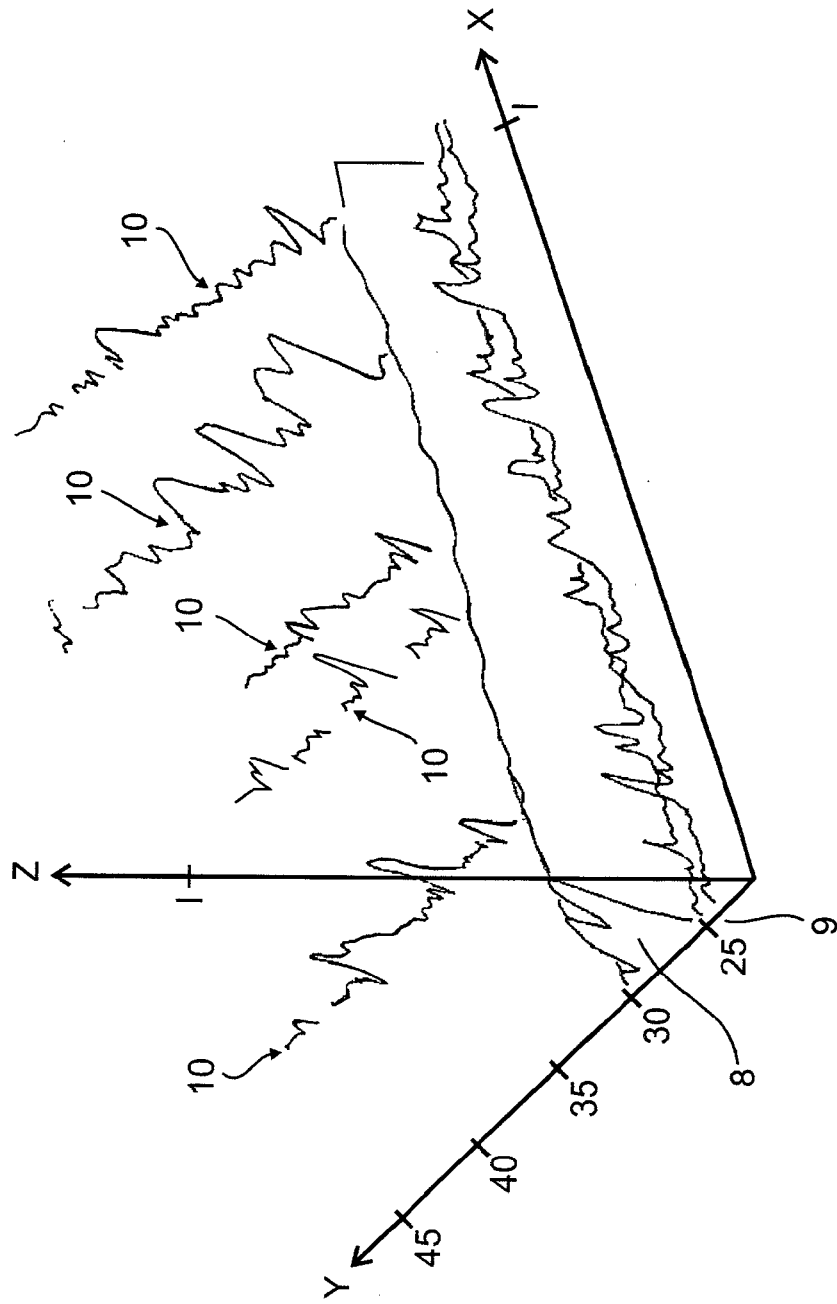


Fig. 2

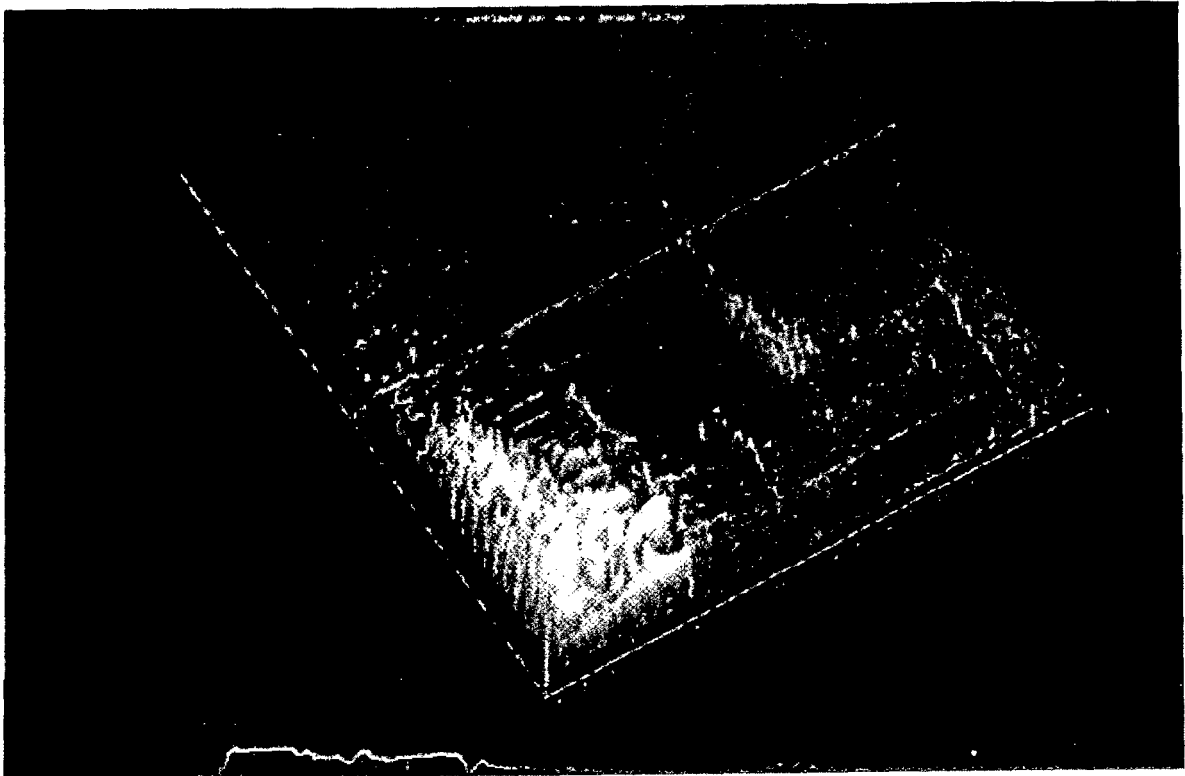


Fig. 3

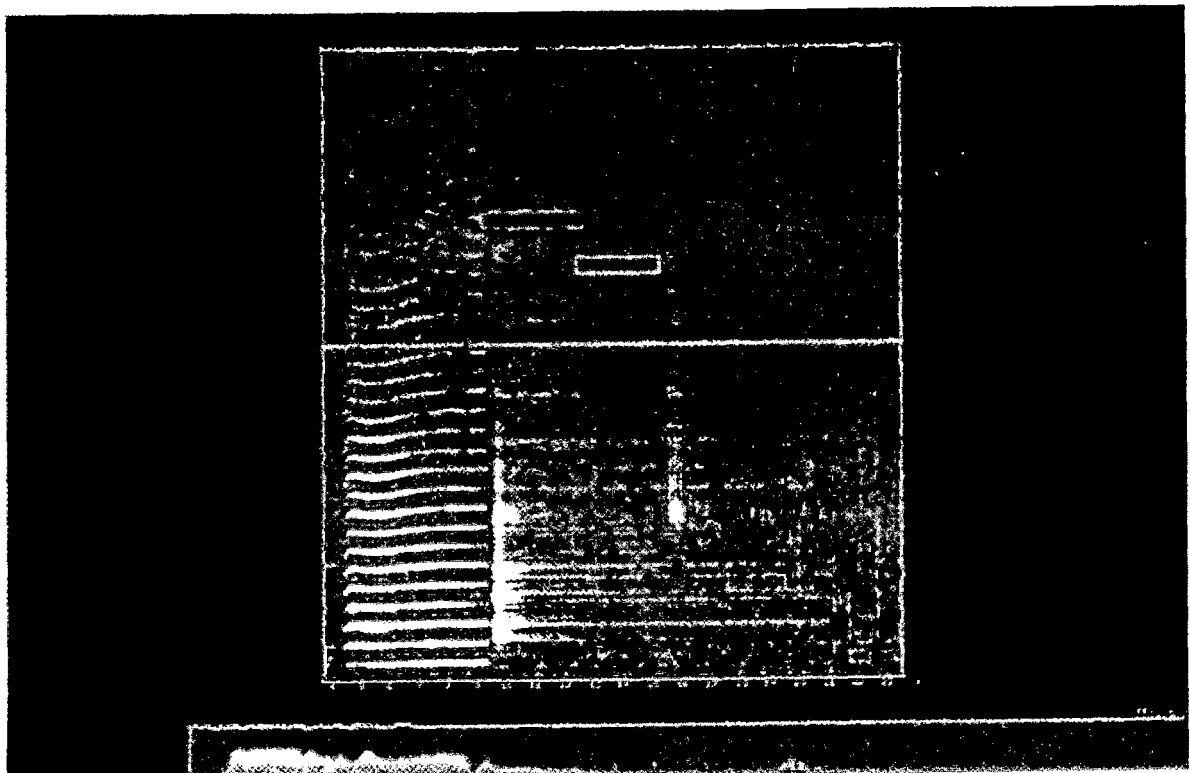


Fig. 4

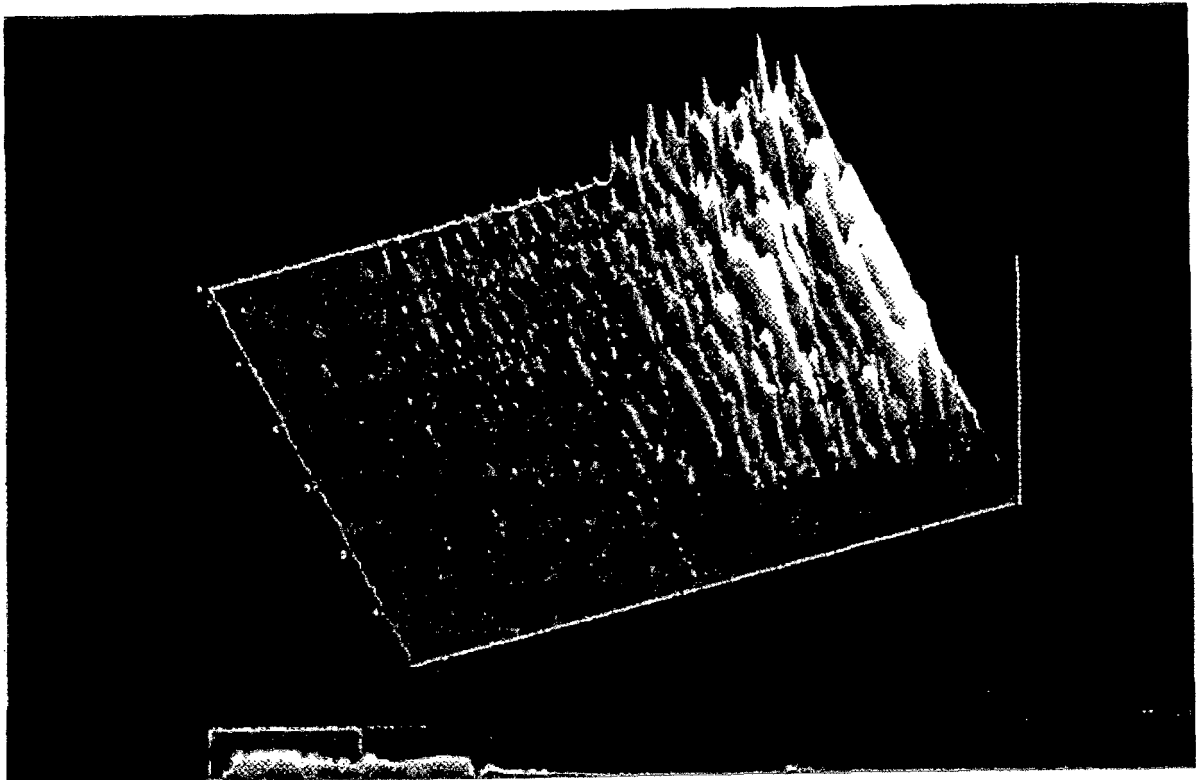


Fig. 5

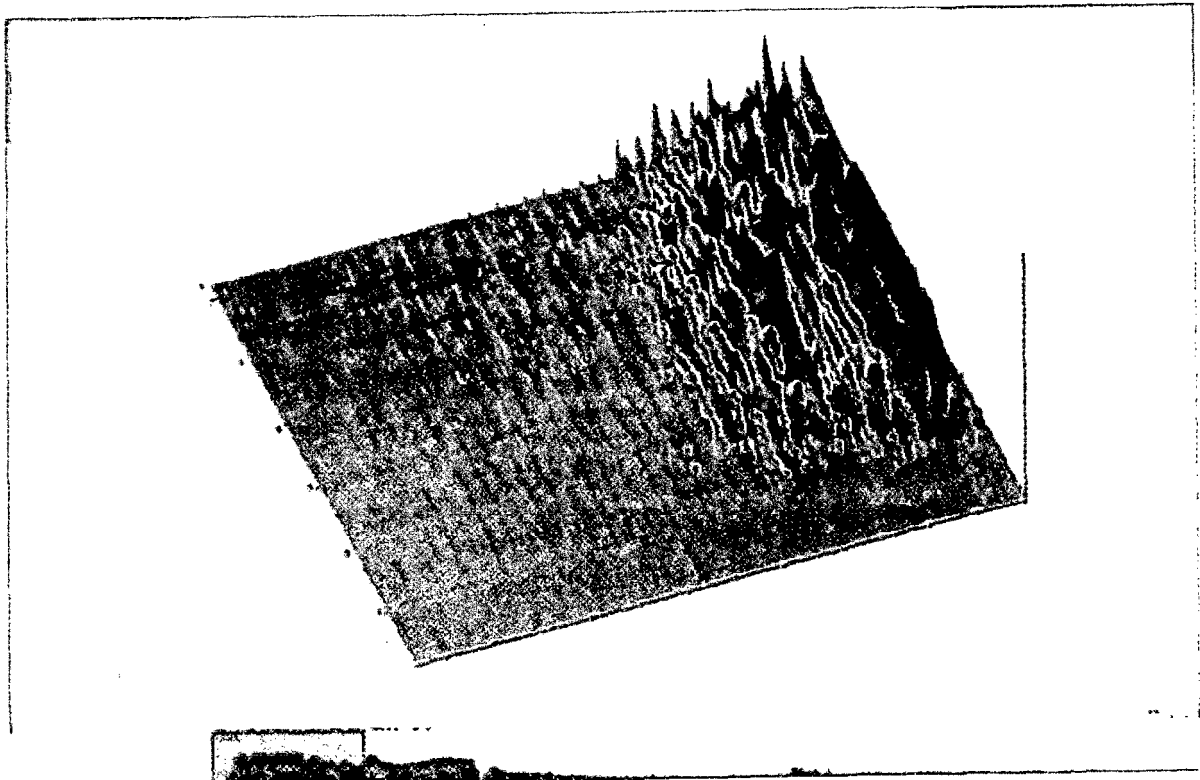


Fig. 6

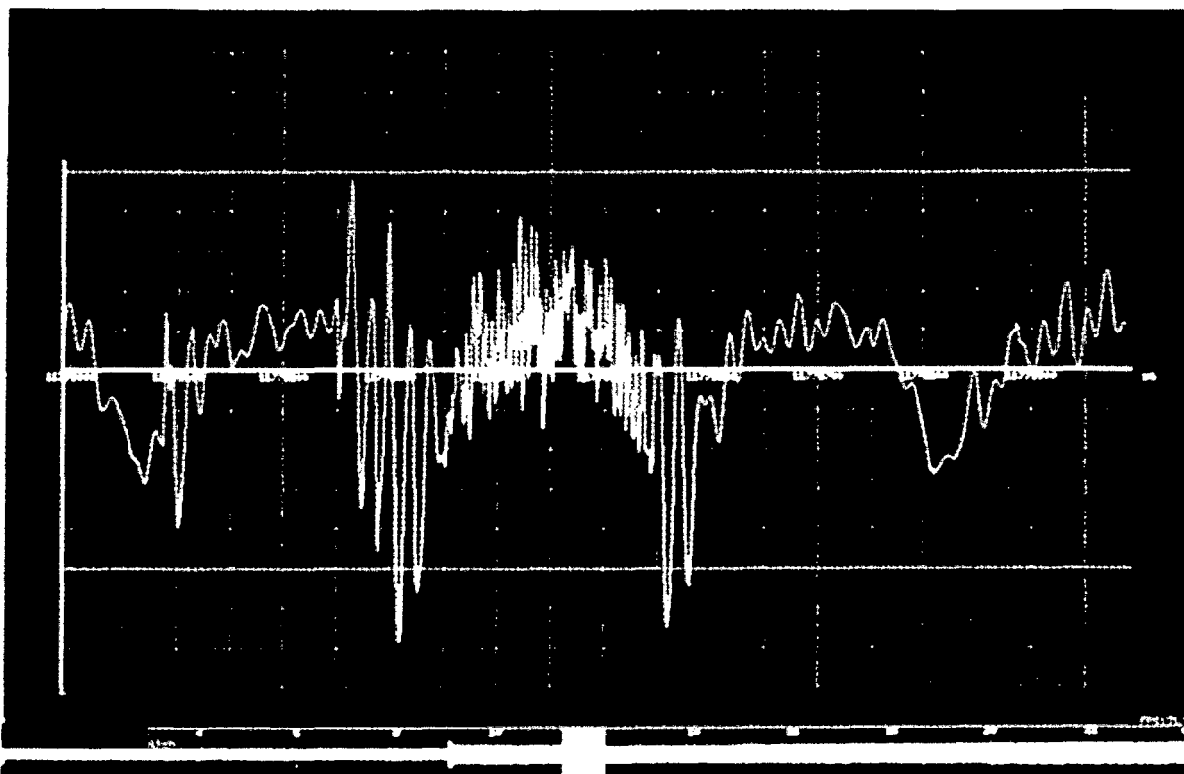


Fig. 7

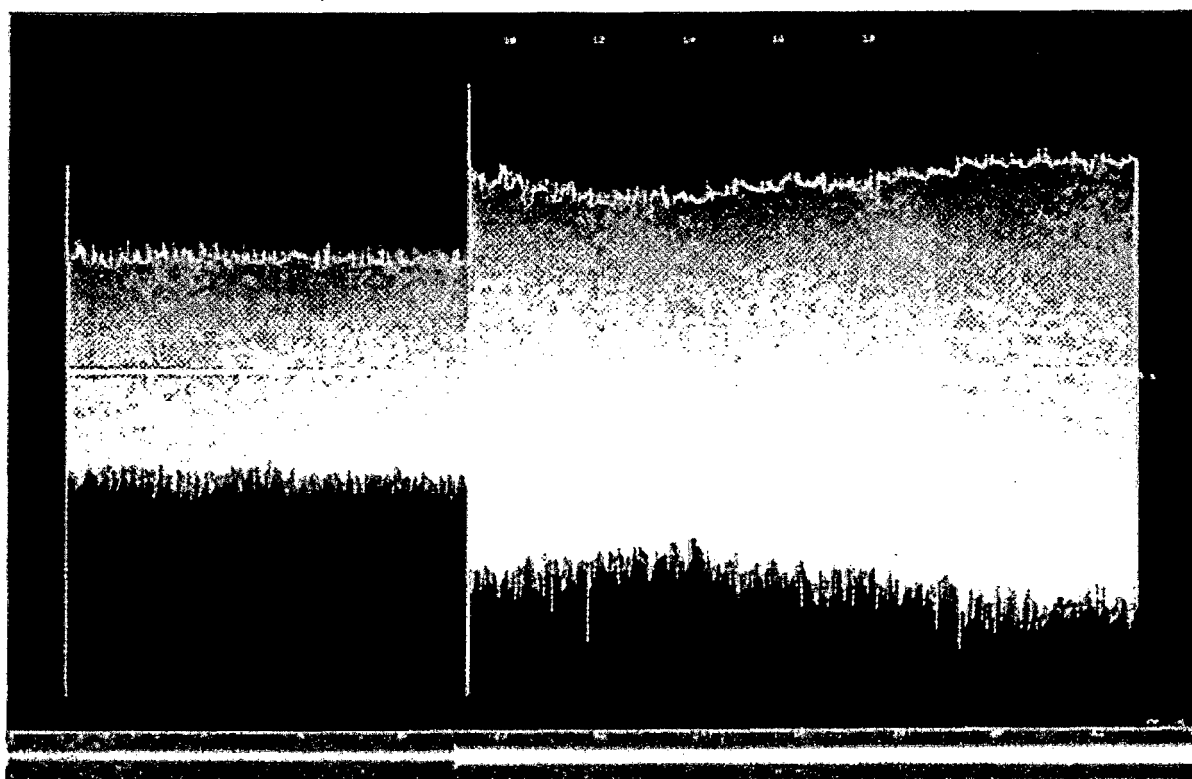


Fig. 8

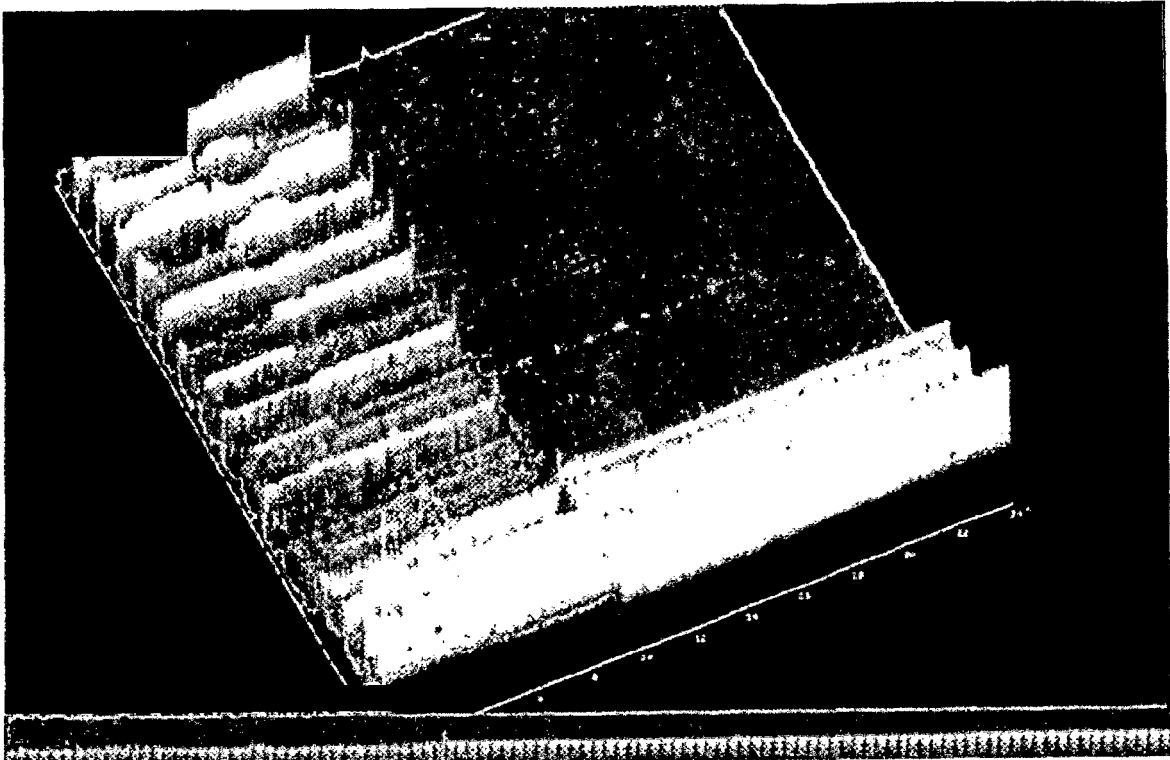


Fig. 9

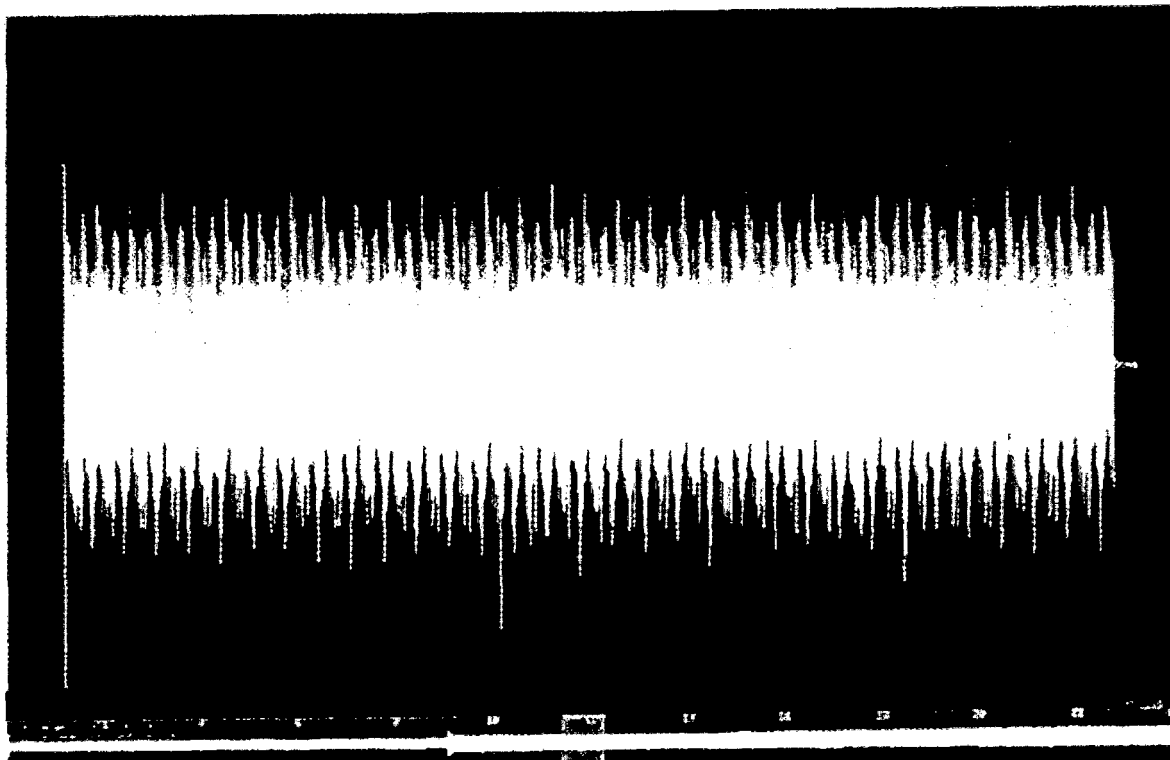


Fig. 10

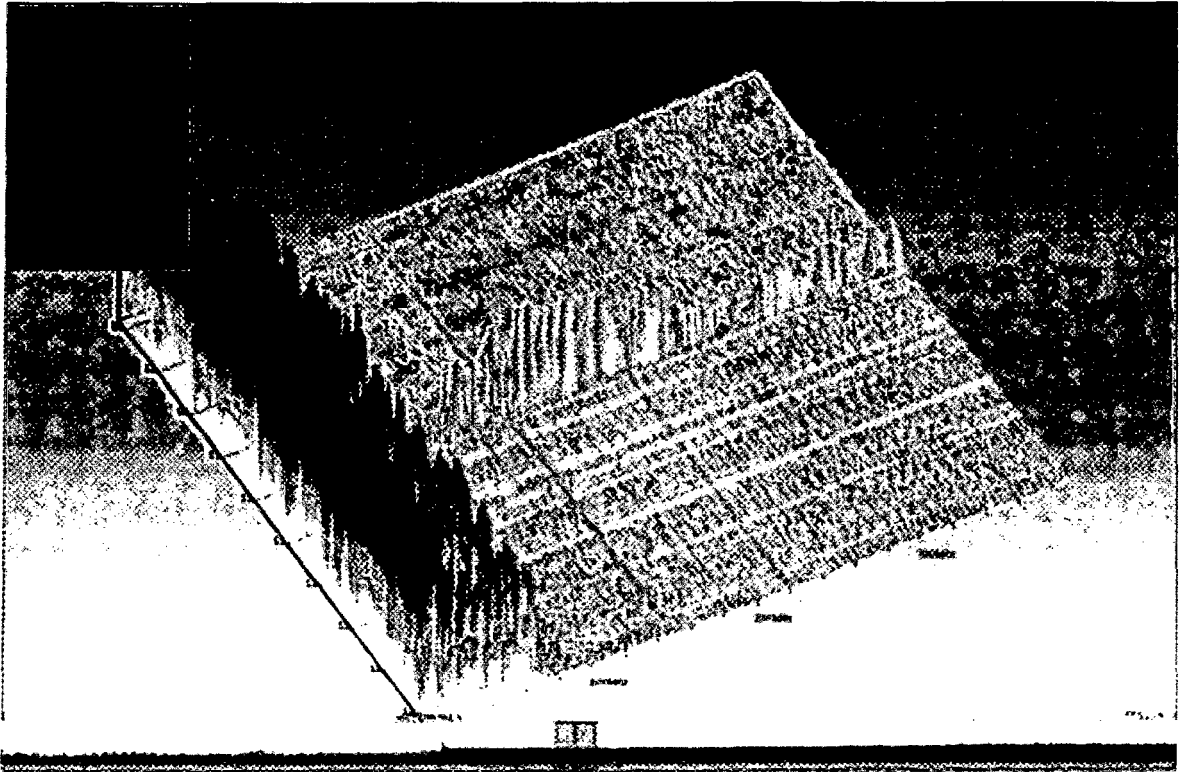


Fig. 11

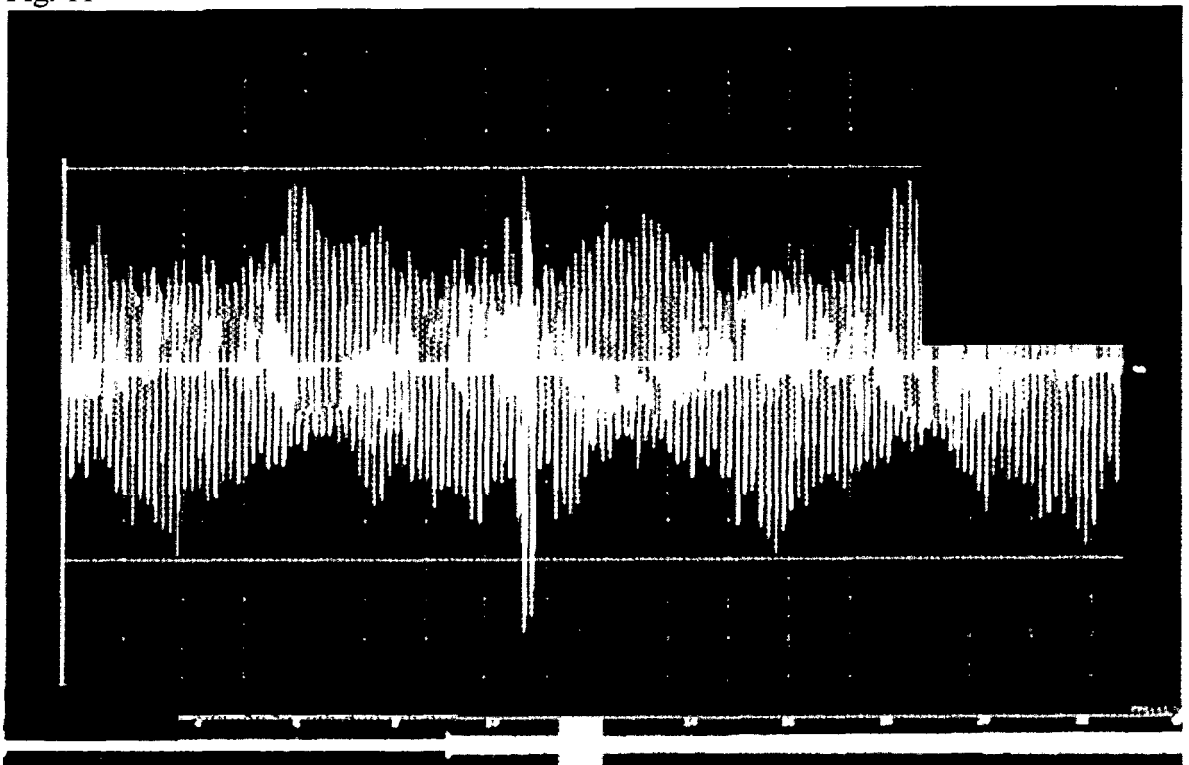


Fig. 12

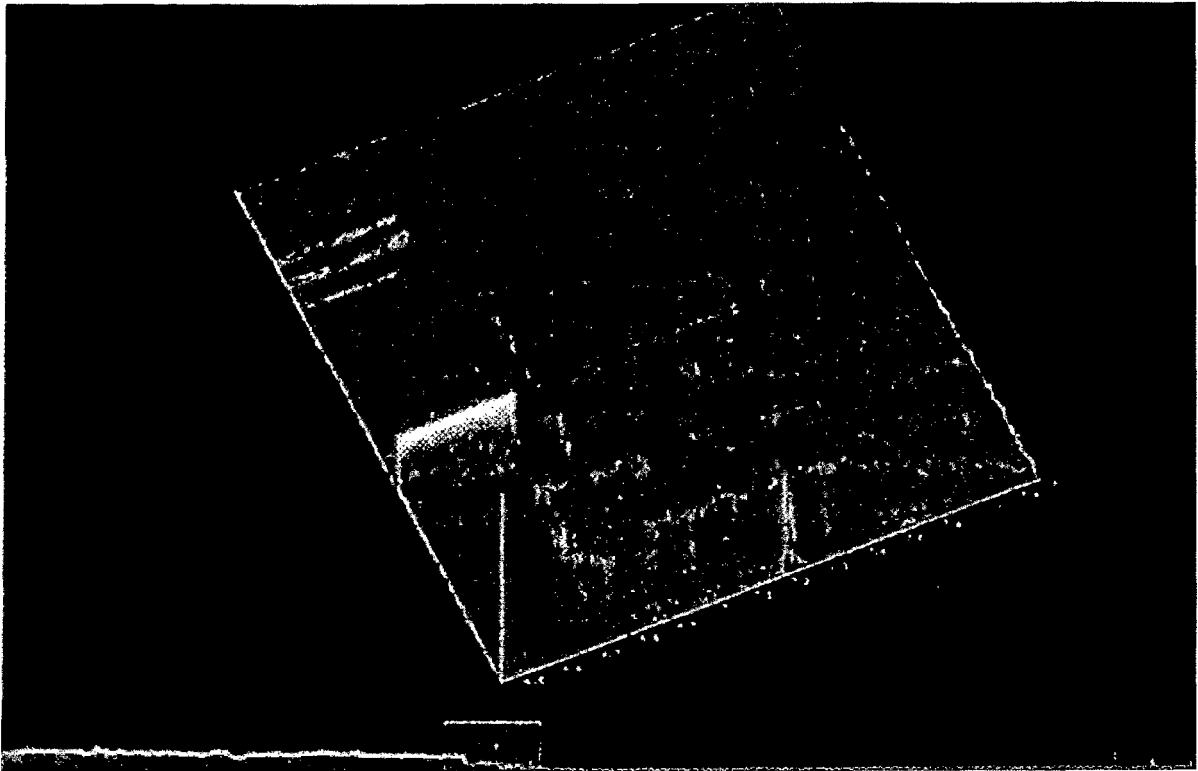


Fig. 13

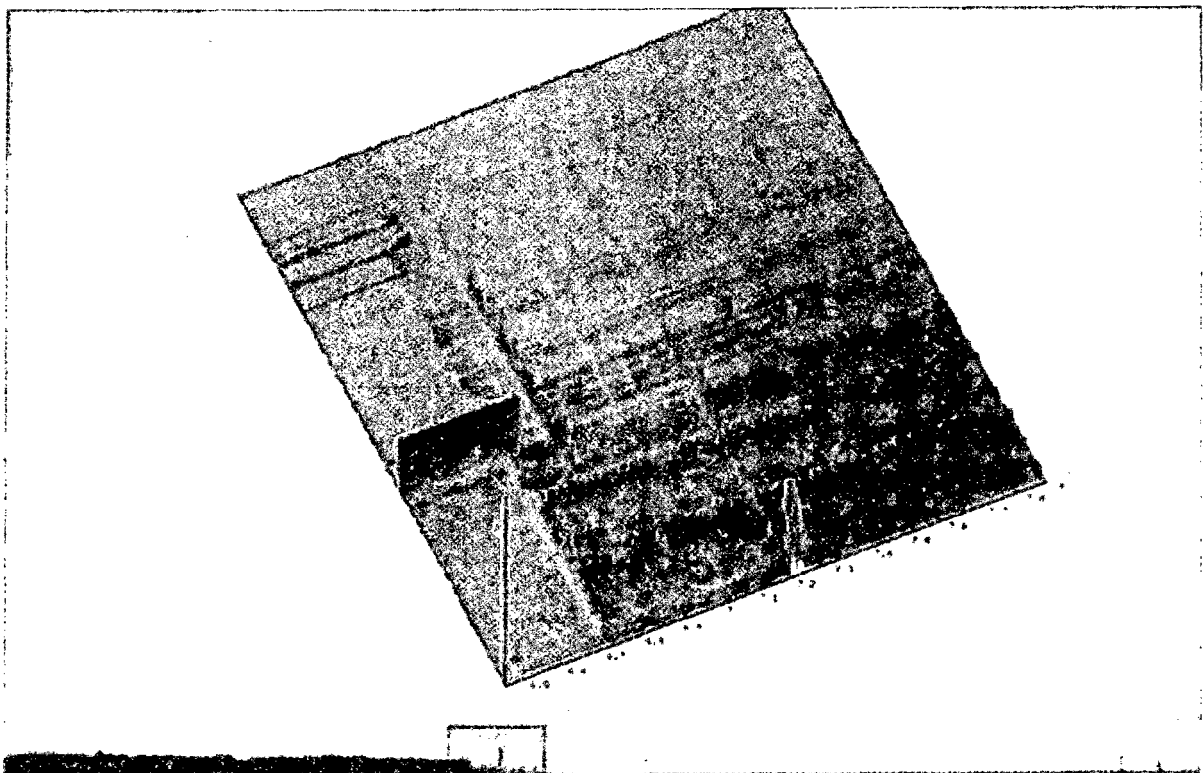


Fig. 14

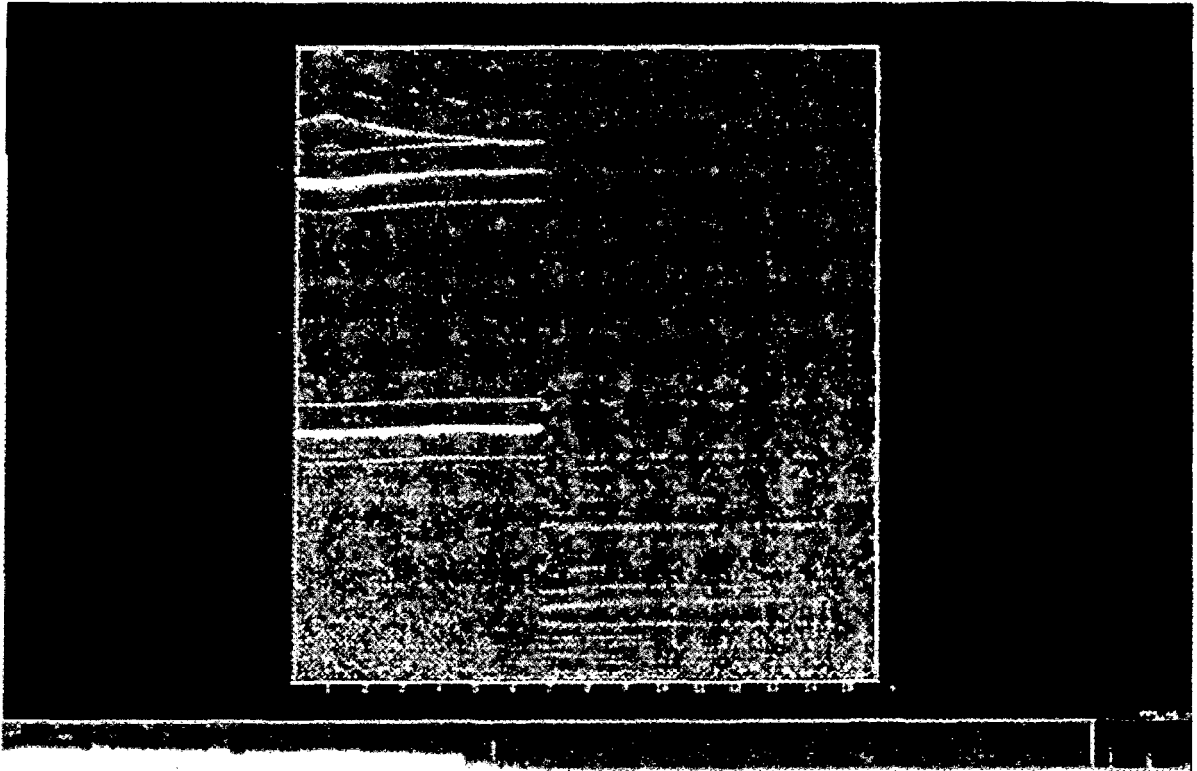


Fig. 15

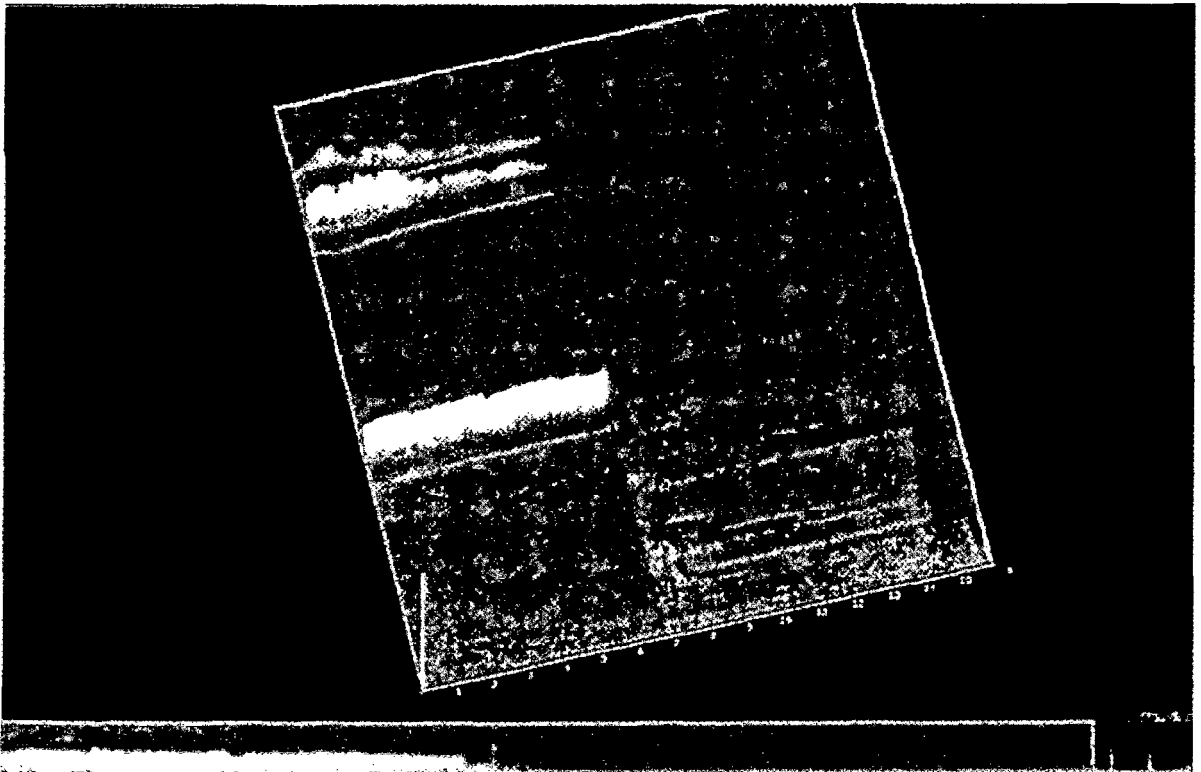


Fig. 16