

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 610 239**

51 Int. Cl.:

D21F 11/14 (2006.01)

B31F 1/12 (2006.01)

D21G 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.10.2009** **PCT/US2009/059822**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.04.2010** **WO2010042606**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.10.2009** **E 09741087 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016** **EP 2356282**

54 Título: **Método y aparato para monitorear y controlar la aplicación de materiales que mejoran el desempeño para cilindros de plisado**

30 Prioridad:

07.10.2008 US 246797

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

26.04.2017

73 Titular/es:

NALCO COMPANY (100.0%)
1601 West Diehl Road
Naperville, IL 60563-1198, US

72 Inventor/es:

VON DRASEK, WILLIAM, A.;
BANKS, RODNEY, H. y
FURMAN, GARY, S.

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 610 239 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

Método y aparato para monitorear y controlar la aplicación de materiales que mejoran el desempeño para cilindros de plisado

Campo de la invención

La presente invención pertenece al campo del monitoreo y control de un recubrimiento con cilindro de plisado/secador Yankee.

Antecedentes de la invención

El recubrimiento Yankee y aplicación de plisado es según se dice la operación unitaria más difícil de controlar, también como más importante en el proceso de fabricación de papel tisú. Para productos de papel tisú plisados, esta etapa define las propiedades esenciales de absorbencia, volumen, resistencia y suavidad de productos de papel tisú y toalla. Igualmente importante es que la eficiencia y fluidez de la etapa de plisado controle la eficiencia y fluidez de la máquina de papel tisú como un todo.

Una dificultad común con el proceso de fabricación de papel tisú es la no uniformidad en características del recubrimiento en el cilindro de plisado en dirección transversal. El recubrimiento está compuesto de adhesivos, modificadores y agentes de liberación aplicados desde el telar de atomización, también, las fibras jaladas del tela u hoja, material orgánico e inorgánico del agua de proceso evaporada, y otros químicos agregados antes al extremo húmedo del proceso de manufactura de papel tisú. La no homogeneidad de las características de recubrimiento está frecuentemente relacionada con variaciones en temperatura, humedad y composición química regional a través de la cara del secador. La variación es frecuentemente bastante significativa y puede dar como resultado en adhesión de hoja variable, depósitos de diferentes características y/o carencia de material sobre el cilindro que puede dar como resultado desgaste de hoja del cilindro del secador Yankee/cilindro de plisado y hoja de plisado. La degradación de las propiedades de hoja finales, tales como absorbencia, volumen, resistencia y suavidad puede también resultar de esta variación y/o degradación. Como resultado de estas deficiencias, metodologías de monitoreo y control para el recubrimiento sobre la superficie del cilindro de plisado son por consiguiente deseables.

El documento EP-A-1939352 describe un método para detectar si un material de mejora del desempeño está presente en un cilindro de plisado, el método comprende añadir un trazador fluorescente inerte a una cantidad conocida de un material de mejora del desempeño, aplicar el material al cilindro de plisado y usar un fluorómetro para medir la señal fluorescente para determinar la cantidad de trazador presente en el cilindro de plisado. La cantidad medida de trazador puede correlacionarse después con la cantidad de material de mejora del desempeño en el cilindro de plisado.

Breve descripción de la invención

La presente invención provee un método, para monitorear y opcionalmente controlar la aplicación de un recubrimiento que contiene un material que mejora el desempeño (PEM) sobre una superficie de un cilindro de plisado que comprende: (a) aplicar un recubrimiento a la superficie de un cilindro de plisado; (b) medir el espesor del recubrimiento sobre la superficie de un cilindro de plisado mediante un método diferencial, en donde dicho método diferencial utiliza una pluralidad de aparatos que no se ponen en contacto físicamente con el recubrimiento; (c) opcionalmente ajustar la aplicación de dicho recubrimiento en una o más zonas definidas de dicho cilindro de plisado en respuesta al espesor de dicho recubrimiento para proporcionar un recubrimiento de espesor uniforme sobre la superficie del cilindro de plisado; y (d) opcionalmente aplicar dispositivos adicionales para monitorear y opcionalmente controlar otros aspectos del recubrimiento de un cilindro de plisado además del espesor del recubrimiento.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es un esquema que muestra una combinación de una corriente de remolino y sensor de desplazamiento óptico montado sobre un módulo común.

La Figura 2 es un esquema de un módulo de sensor montado sobre una etapa de traslación para el monitoreo en dirección transversal del recubrimiento del secador Yankee.

La Figura 3 muestra la recolección de datos dinámicos usando una configuración de corriente de Eddy más sensor de triangulación.

La Figura 4 muestra datos concernientes con el monitoreo del metal descubierto dinámico.

La Figura 5 muestra datos concernientes con el monitoreo del metal descubierto dinámico corregido.

La Figura 6 muestra datos con respecto al monitoreo de desplazamiento dinámico en la región recubierta.

La Figura 7 muestra datos concerniente con el monitoreo del espesor de película dinámica en la región recubierta.

La Figura 8 muestra datos con respecto al monitoreo de desplazamiento dinámico en la región recubierta que contiene un defecto en el recubrimiento (punto descubierto).

La Figura 9 muestra datos con respecto al monitoreo del espesor de película dinámica en la sección recubierta que contiene un defecto en el recubrimiento (punto descubierto). El pico agudo que se aproxima a -10 μ OT. identifica la presencia de un defecto en el recubrimiento.

La Figura 10 es un esquema que muestra la combinación de corriente de remolino, desplazamiento óptico, capacitancia, y temperatura de IR montada en un módulo común.

La Figura 11 es un esquema que ilustra el uso general de interferometría para monitoreo del espesor de recubrimiento sobre el cilindro de plisado.

La Figura 12 muestra datos concernientes con el perfil de espesor de película dinámica alrededor de una zona de circunferencia seleccionada. LHS (lado izquierdo) muestra la no uniformidad en espesor de recubrimiento. RKS (lado derecho) muestra el mismo recubrimiento con marcas de crepitación de la interacción con una hoja doctor.

Descripción detallada de la invención

Las metodologías y estrategias de control de la presente invención son concernientes con el recubrimiento sobre la superficie de cilindro de plisado, varios tipos de químicas componente el recubrimiento sobre la superficie del cilindro de plisado. Estas químicas imparten propiedades al recubrimiento que funciona para mejorar el proceso de fabricación de papel tisú. Estas químicas serán denominadas colectivamente como materiales que mejoran el desempeño (PEM/PEM). Una descripción ilustrativa de estos químicos y un método para controlar su aplicación se discuten en la patente de Estados Unidos núm. 7,048,826 y en la publicación de patente de Estados Unidos núm. 2007/0208115.

En una modalidad, uno de la pluralidad de aparatos utilizados es un sensor de corriente de remolino.

El método diferencial puede involucrar una corriente de remolino y un sensor de desplazamiento óptico.

En una modalidad, el método diferencial comprende las etapas de: aplicar el sensor de corrientes de remolino para medir la distancia del sensor a una superficie del cilindro de plisado y aplicar un sensor de desplazamiento óptico para medir la distancia de la superficie de recubrimiento al sensor.

En una modalidad adicional, el sensor de desplazamiento óptico es un sensor de triangulación por láser o un sensor confocal tipo cromático.

La Figura 1 muestra una ilustración de una combinación de sensor que consiste de un sensor de corriente de remolino y un sensor de desplazamiento óptico. El sensor de corriente de remolino (EC) opera en el principio de medir el cambio de impedancia eléctrica. La EC produce un campo magnético al aplicar una corriente alterna (CA) a una bobina. Cuando la corriente de remolino está muy próxima a un objetivo conductor, se producen corrientes eléctricas en el objetivo. Estas corrientes están en dirección opuesta a las de la bobina, llamadas corrientes de remolino. Estas corrientes generan su propio campo magnético que afecta la impedancia global de la bobina del sensor. El voltaje de salida de la corriente de remolino cambia a medida que la separación o espacio entre el sensor de corriente de remolino y objetivo cambia, proporcionando mediante esto una correlación entre la distancia y el voltaje. En esta solicitud, el sensor de corriente de remolino establece una referencia entre la envolvente del sensor y la superficie del cilindro de plisado.

El segundo sensor montado en la envolvente mide ópticamente el desplazamiento del sensor con respecto a la superficie de película. El sensor de desplazamiento óptico puede ser ya sea de un tipo triangulación tal como Micro-Épsilon (Raleigh, Carolina del Norte) modelo 1700-2 o un tipo cromático tal como un sensor confocal Micro-Epsilons optoNCDT 2401. Estos sensores trabajan sobre el principio de reflejar la luz de la superficie de película. Cuando existen variaciones en las propiedades ópticas de recubrimiento debido a condiciones de operación de proceso, ubicación del monitoreo del sensor o propiedades del PEM mismo, entonces un sensor de triangulación de alto desempeño tal como Keyence LKG-15 (Keyence - localizado en Woodcliff Lake, Nueva Jersey) puede ser garantizado. El sensor de triangulación de Keyence provee una medición de exactitud más alta con algoritmos integrados para medir películas transparentes y translúcidas. La variación en las características de transmisión tanto en la dirección transversal (CD) como en la dirección de la máquina (MD) pueden garantizar un sensor adaptable a las diferentes características ópticas de recubrimiento y el sensor de triangulación de desempeño más alto puede cambiar entre diferentes modos de medición. En general, la mayoría de sensores de triangulación comerciales producirán un error de medición de materiales que son transparentes o translúcidos. Si las características de película son constantes, el ángulo del sensor de triangulación puede reducir este error. Sin embargo, la rotación del sensor para mediciones en procesos que tienen una alta variabilidad en las características de película no es una opción. Tanto los sensores ópticos como sensores de

corriente de remolino proveen la resolución requerida para monitorear películas de PEM con espesor esperado > 50 micras. El espesor de la película es obtenido al tomar la diferencia entre las distancias medidas del sensor de corriente de remolino y sensor de desplazamiento óptico.

- 5 Los sensores se alojan en un recinto purgado, como se muestra en la Figura 1. Se usa gas de purga (aire limpio o N₂) para el enfriamiento, limpieza y manteniendo de una trayectoria óptica libre de polvo del sensor. El enfriamiento es requerido porque el recinto se coloca entre 10-35 mm del cilindro de plisado calentado por vapor. Se puede usar enfriamiento adicional, si fuera necesario, usando un enfriador tipo vórtice o tipo Peltier. El gas de purga que sale del recinto forma un gas de blindaje alrededor de la zona de medición para minimizar la materia en partículas y humedad.
- 10 La materia en partículas puede impactar la medición óptica al atenuar tanto la intensidad de luz lanzada como reflejada. Mientras que la condensación de humedad sobre las ventanas de entrada y salida de luz del recinto provocarán atenuación y dispersión. El sensor de corrientes de remolino es inmune a la presencia de materia en partículas y humedad.
- 15 Para el monitoreo industrial sobre un cilindro de plisado (también conocido como secador Yankee), el módulo de sensor mostrado en la Figura 1 sería montado sobre una etapa de traslación como se ilustra en la Figura 2. Antes de la instalación, la colocación de los sensores debe calibrarse sobre un sustrato plano para obtener una lectura de medición cero. Esto es necesario puesto que la colocación del sensor de corrientes de remolino y sensor de desplazamiento óptico puede estar desplazada diferentemente en relación con la superficie del sustrato. La etapa de calibración es
- 20 necesaria para ajustar la posición de cada sensor para asegurar una lectura cero cuando ninguna película está presente. La instalación del módulo de sensor en el proceso industrial involucra montar el módulo a una distancia en el intervalo correcto para ararlos sensores estén en operación. Al trasladar el módulo en dirección transversal a medida que el cilindro gira un perfil del espesor de la película y la calidad puede ser procesada y mostrada. Los resultados procesados son luego usados para control de retroalimentación para activar la(s) zona(s) apropiada(s) para adición de
- 25 PEM, otros químicos o hacer variar condiciones de aplicación, por ejemplo, velocidad de flujo, momentum, o tamaño de gota. Además, si la calidad de película (espesor o uniformidad) no puede ser recuperada, entonces una alarma puede ser activada para alertar a los operadores de un problema serio, por ejemplo, ondulación del cilindro, daño o crepitación de la hoja doctor, acumulación severa de recubrimiento, etc. Finalmente, tres sitios de medición son identificados en la Figura 2. Las mediciones en el espesor y calidad de película se pueden hacer entre la hoja limpiadora y la hoja de enjugado (1), después de la hoja limpiadora (2), o antes de que la tela sea prensada al cilindro (3). Un solo sitio o
- 30 múltiples sitios pueden ser monitoreados.

Los resultados de laboratorio que usan la combinación de sensor de corriente de remolino y sensor de desplazamiento óptico (triangulación) se muestran en la Figura 3. En este caso las mediciones dinámicas se hacen en un cilindro de

35 fierro colado de 95 mm de diámetro que gira a ~16-20 RPM (revoluciones por minuto). La mitad del cilindro se recubrió con PEM. En la porción recubierta con PEM del cilindro se hizo un punto descubierto (~20 mm de diámetro) para simular una región de defecto. La Figura 3 muestra la señal corregida (remolino-Triangulación) que inicia en la región de metal descubierto. La traslación de la combinación de sensores a la región recubierta muestra un desplazamiento promedio de ~27 micras debido al recubrimiento. Aquí la señal es negativa, lo que representa una disminución en

40 distancia de 27 micras entre el sensor y cilindro debido al espesor del recubrimiento. A 3 00 segundos la combinación de sensores fue trasladada de regreso al área de metal descubierto. Inicialmente, la señal aparece más alta (~5 micras) requiriendo ajuste adicional para colocar los sensores más cercanos al sitio de medición original. Esta anomalía es probablemente un artefacto del sistema de laboratorio debido a que los sensores no miden la misma área exacta y el radio de curvatura pequeño con el ajuste a pequeña escala. El monitoreo industrial en cilindros de 14-18 pies de

45 diámetro debe minimizar estos efectos, puesto que los sensores verían esencialmente el cilindro como una placa plana. Finalmente, se hizo una demostración para detectar el defecto de recubrimiento al trasladar los sensores a ~375 segundos a la región que contiene el punto descubierto. Aquí, el espesor de recubrimiento promedio medido fue de -30 micras. Esto está dentro de 3 micras de los resultados de la región de entre 200-300 segundos. La aparición de un pico en la señal que se aproxima a -10 micras identifica la presencia de un defecto de recubrimiento. A medida que el punto

50 descubierto gira a través de la zona de medición la señal se aproxima a 0 micras. El desplazamiento de 10 micras medido es atribuido al recubrimiento residual en el área de defecto.

Los resultados de la Figura 3 se resumen en la Tabla 1 para los datos corregidos así como para los datos de triangulación y de corrientes de remolino sin procesar.

Sensor	Sitio	Media (m)	STD
Corregido	Recubrimiento de metal	-0,33	3,41
	descubierto	-27,48	4,30
	Recubrimiento + Punto	-30,97	6,47
Triangulación	Recubrimiento de metal	4,89	16,78
	descubierto	-49,86	15,82
	Recubrimiento + Punto	-44,93	13,19
Corriente de remolino	Recubrimiento de metal	-5,23	15,07
	descubierto	22,37	13,38
	Recubrimiento + Punto	13,96	11,44

Tabla 1. Media y desviación estándar procesada para diferentes sensores y sitios medidos. El sensor corregido es la medición de espesor de película de la diferencia entre corriente de remolino y triangulación.

Las mediciones registradas del sensor de corriente de remolino y sensor de triangulación son mostradas en la Figura 4 para monitorear la región de metal descubierto. Las oscilaciones de 40-50 micras observadas en la medición reflejan la ondulación en la rotación del cilindro. Al aplicar la corrección (corriente de remolino-triangulación) la ondulación es reducida a ~10 micras, como se muestra en la Figura 5. Para el monitoreo industrial esta variación probablemente será reducida a medida que la ubicación espacial del sensor de corriente de remolino se aproxima al punto de medición de desplazamiento óptico y reduce los efectos de curvatura.

De manera similar, las Figuras 6 y 7 muestran resultados para el monitoreo de la región recubierta. En este caso, los datos corregidos mostrados en la Figura 7 tienen una variación de entre 15 - 20 micras. Esta variación más grande en los datos es probablemente debida a no homogeneidades superficiales de la película. Tanto el análisis de la frecuencia como amplitud de la señal pueden proporcionar información en cuanto a la calidad del recubrimiento. El tamaño de punto de medición del sensor de triangulación es de ~30 micras. Por consiguiente, el sensor de triangulación resuelve fácilmente no uniformidades en la superficie.

Los resultados del monitoreo de la región de recubierta con el defecto se muestran en las Figuras 8 y 9. La señal de corriente de remolino en la Figura 8 no muestra evidencia del defecto. Mientras que la medición de triangulación indica la presencia de un defecto por el pico estrecho agudo. En la señal corregida mostrada en la Figura 9, el pico agudo del defecto de recubrimiento es fácilmente resuelto.

Otro ejemplo que muestra la detección de uniformidades es mostrado en las Figuras 12. En este caso, se llevó a cabo la recolección de datos síncrona con un cilindro recubierto que gira a 59 RPM. La figura LHS muestra un perfil del recubrimiento en relación con la superficie del cilindro. La no uniformidad en el espesor de recubrimiento es evidente, pero la superficie es relativamente lisa. La figura RHS muestra el mismo recubrimiento sometido a condiciones de crepitación por medio de la interacción de una hoja doctor y el recubrimiento. La comparación de los dos casos muestra claramente la habilidad del sistema sensor para capturar la degradación en la calidad de superficie del recubrimiento. La detección de eventos de crepitación es crítica en el proceso Yankee para efectuar mantenimiento correctivo que minimiza el impacto sobre la calidad de producto y protección de activos.

La humedad, que puede afectar el cálculo diferencial, puede tomarse en cuenta también para; específicamente la humedad puede calcularse de la constante dieléctrica derivada de una medición de capacitancia. Estos datos pueden usarse para decidir si algún cambio en el espesor es un resultado de la humedad o la falta de un recubrimiento. Otra manera de ver la capacitancia es que es una salvaguarda para una medición obtenida por el método diferencial descrito; provee un análisis más en profundo de recubrimiento mismo, por ejemplo comportamientos del recubrimiento tal como temperatura de transición vítrea y módulo, que es útil en el monitoreo y control de recubrimiento sobre la superficie del cilindro de plisado.

Un método para contabilizar el contenido de humedad en el recubrimiento es observar la capacitancia y otra manera es utilizar un sensor de humedad. Otras técnicas pueden utilizarse por los expertos en la técnica.

En una modalidad, el método incorpora un sensor de humedad dedicado tal como el descrito en WO2006118619 basado en la absorción óptica de H₂O en la región de 1300 nm. Esto dará una medición directa del nivel de humedad en

la película sin interferencias que el monitor de capacitancia podría experimentar debido a su dependencia de la constante dieléctrica tanto del recubrimiento como de la humedad.

En otra modalidad, el método comprende adicionalmente: aplicar una sonda de capacitancia para medir el contenido de humedad del recubrimiento; comparar la medición de capacitancia con el método de medición diferencial para determinar el efecto de la humedad sobre el espesor de recubrimiento; y opcionalmente ajustar la cantidad y distribución del recubrimiento sobre la superficie del cilindro de plisado en respuesta al efecto que la humedad tiene sobre el espesor tal como es determinado por el método diferencial y/o ajustar la cantidad del recubrimiento.

El método puede usar un módulo que aloja múltiples sensores como se muestra en la Figura 10. El módulo es similar al presentado en la Figura 1, pero con elementos de sensor adicionales. El módulo de la Figura 10 incluye una sonda de capacitancia y una sonda de temperatura infrarrojo óptico. Sondass de capacitancia tales como Lion Precisión, St. Paul, MN son ampliamente usados en mediciones de alta resolución de posición o cambio de posición de un objetivo conductor. Aplicaciones comunes en la detección de posición están en robóticas y ensamble de partes de precisión, análisis de movimiento dinámico de partes y herramientas giratorias, mediciones de vibración, mediciones de espesor, y en pruebas de montaje en donde la presencia o ausencia de partes metálicas son detectadas. La capacitancia puede también ser usada para medir ciertas características de materiales no conductores tales como recubrimientos, películas y líquidos.

Los sensores de capacitancia usan la propiedad eléctrica de capacitancia que existe entre cualquiera de dos conductores que están próximos entre sí. Si se aplica un voltaje a dos conductores que están separados entre sí, se formará un campo eléctrico entre ellos debido a la diferencia entre las cargas eléctricas almacenadas sobre las superficies del conductor. La capacitancia del espacio entre ellos afectará el campo de tal manera que una capacitancia más alta retendrá más carga y xana capacitancia más baja retendrá menos carga. Mientras mayor es la capacitancia, mayor es la corriente que toma para cambiar el voltaje en los conductores.

La superficie de detección de metal de un sensor de capacitancia sirve como uno de los conductores. El objetivo (superficie del tambor Yankee) es el otro conductor. Los electrónicos impulsores inducen un voltaje cambiante continuamente a la sonda, por ejemplo una onda cuadrada de 10 kHz, y la corriente resultante requerida es medida. Esta medición de corriente está relacionada con la distancia entre la sonda y objetivo si la capacitancia entre ellos es constante.

Se aplica la siguiente relación:

$$C = \frac{\epsilon A}{d} \quad (1)$$

en donde C es la capacitancia (F, faradios), e es la propiedad dieléctrica del material en el espacio entre los conductores, A es el área de detección de sonda, y d es la distancia de separación. La propiedad dieléctrica es proporcional a la constante dieléctrica del material ya que $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$, donde ϵ_r es la constante dieléctrica y ϵ_0 es la constante de permisividad al vacío. Para aire, $\epsilon_r = 1,006$ y para agua, $\epsilon_r = 78$.

Dependiendo de cuál de los dos parámetros se mantiene constante, el tercero puede ser determinado de la salida del sensor. En el caso de la posición, d es medido en donde el aire es usualmente el medio. Para nuestra aplicación en sistemas de Yankee, la variabilidad de ϵ_r en el volumen de espacio total es el parámetro medido. En este caso, el espacio está compuesto de tres componentes principales, aire, película o recubrimiento que podrían también contener material fibroso y humedad. Una constante dieléctrica de mezcla puede expresarse como

$$\epsilon_r = \epsilon_f^{\phi_f} \epsilon_w^{\phi_w} \epsilon_a^{\phi_a} \quad (2)$$

en donde ϕ es la fracción volumétrica con el subíndice y el superíndice que hacen referencia al material componente (a = aire, w = agua, f = película). Usando la Ecuación 1 y 2 el cambio en capacitancia debido a la presencia de humedad es dado por:

$$C_{fw} - C_f = \frac{\epsilon_0 \epsilon_f^{\phi_f} \epsilon_w^{\phi_w} \epsilon_a^{\phi_a} A}{d} - \frac{\epsilon_0 \epsilon_f^{\phi_f} \epsilon_a^{\phi_a} A}{d} \quad (3)$$

en donde C_{fw} es la capacitancia para la película que contiene humedad y C_f es la película seca. La tomar el logaritmo y reajustar la Ecuación 3 una expresión para la fracción volumétrica en la humedad es dada por

$$\Phi_w = \frac{\text{Log}\left(\frac{C_{fw}}{C_f}\right)}{\text{Log}(\epsilon_w)} \quad (4)$$

Para monitorear la película Yankee, la capacitancia de mezcla C_{fw} se mide directamente con la sonda de capacitancia. La constante dieléctrica dependiente de la temperatura para agua se obtiene de los valores de la literatura. La fracción en volumen de humedad es luego obtenida al conocer la capacitancia de película seca, que puede ser determinada de la medición de espesor de película usando el sensor óptico y conociendo la constante dieléctrica de la película.

La constante dieléctrica promedio para el volumen de espacio está compuesta proporcionalmente de aquel para el aire y el recubrimiento. Mientras más recubrimiento en el espacio, más grande es la constante dieléctrica promedio. Al controlar d y A, se puede obtener cualquier sensibilidad e intervalo

Debido a que la capacitancia es sensible al contenido de humedad del recubrimiento, puede ser difícil separar la variación en espesor de recubrimiento de cambios en contenido de humedad. Al incorporar el conjunto de sensores (corriente de remolino, desplazamiento óptico y capacitancia) en el módulo mostrado en la Figura 10, esta información provee un medio de verificación cruzada del espesor de película e información en cuanto al contenido de humedad del recubrimiento. El sensor de corriente de remolino proporciona una distancia de referencia para corrección en tiempo real usada tanto en el desplazamiento óptico como en la capacitancia. La capacitancia se promedia en un área mucho más grande en comparación con la sonda óptica. Por ejemplo, una sonda de capacitancia que usa una distancia de separación de 0.005 m usaría una cabeza de sonda de detección de 19 mm de diámetro. El área de medición sería 30 % más grande que la cabeza de sonda. Mientras que las sondas de desplazamiento óptico miden un área de 20 micras a 850 micras dependiendo de la sonda usada. La medición de resolución más alta de las sondas ópticas mostrará sensibilidad a una variación más pequeña sobre la superficie de recubrimiento. Sin embargo, la medición promedio de la sonda óptica sobre un área más grande dará resultados similares como la capacitancia. Las diferencias entre la capacitancia y la lectura de sonda óptica pueden luego ser atribuidas al contenido de humedad en la película a condición de que la constante dieléctrica del recubrimiento sea conocida.

Una sonda de temperatura infrarroja (IR) tal como OMEGA (Stamford, Connecticut) modelo OS36-3-T-240F puede proporcionar información útil en cuanto al perfil de temperatura del cilindro de plisado. Puesto que los PEM responderán diferentemente dependiendo de la temperatura, la información de temperatura puede ser usada para ajustar la composición química y nivel de PEM aplicados al cilindro.

En una modalidad, el método comprende además: (a) aplicar una sonda de temperatura de IR para medir el perfil de temperatura del cilindro de plisado; (b) aplicar una sonda de temperatura de IR para medir la temperatura de recubrimiento necesaria para corregir la constante dieléctrica de humedad dependiente de la temperatura; y (c) aplicar la constante dieléctrica de humedad corregida a la medición de capacitancia para determinar la concentración de humedad de recubrimiento correcta.

La adición de la sonda de temperatura de IR en el módulo de sensor provee información en cuanto al perfil de temperatura del cilindro de plisado. Esto es útil para identificar no uniformidades de temperatura sobre el cilindro de plisado. Además, la temperatura puede ser usada para corregir la constante dieléctrica del recubrimiento. Por ejemplo, la constante dieléctrica para agua puede variar de 80,1 (20°C) a 55,3 (100°C).

Un sensor ultrasónico puede ser incorporado a la metodología de monitoreo.

En una modalidad, el método comprende además aplicar un sensor de ultrasonido para medir el módulo del recubrimiento, y opcionalmente en donde el valor del módulo es usado para medir la dureza del recubrimiento.

El sensor ultrasónico se usa para detectar la propiedad viscoelástica del recubrimiento. La propagación de la onda de sonido (reflejo y atenuación) a través de la película dependerá de la calidad de película, por ejemplo, dura contra blanda. La información en cuanto a las propiedades de película puede ser usada como retroalimentación a un sistema de atomización para controlar el nivel de atomización o ajustar la química de atomización, por ejemplo, nivel de dilución, para optimizar la propiedad de película viscoelástica.

Como se declaró anteriormente, un interferómetro puede usarse para medir el espesor. Otras técnicas analíticas, tales como las descritas en esta descripción pueden usarse en conjunto con un método de interferometría. Además, el método diferencial puede ser usado en conjunto con una metodología que usa un interferómetro para medir el espesor del recubrimiento.

En una modalidad, el método usa interferometría para monitorear el espesor del recubrimiento. Si el recubrimiento tiene transmisión suficiente, entonces el uso de múltiples sensores puede ser reducido a una sola cabeza de sonda como se ilustra en la Figura 11. En este caso, la luz es transportada a la sonda por el cable de fibra óptica. La luz reflejada de ambas superficies de la película es recolectada de regreso a la sonda de fibra para procesamiento para extraer la información de espesor de recubrimiento. Varias técnicas diferentes pueden ser usadas para procesar la luz recolectada. Instrumentos industriales tales como Scalar Technologies Ltd. (Livingston, West Lothian, Reino Unido) usan una técnica de interferometría espectral basada en la medición del patrón de bandas dependiente de la longitud de onda. El número de bandas es dependiente del espesor de la película. Alternativamente, el instrumento Lumetrics Inc. (West Henrietta, Nueva York) basado en un interferómetro de Michelson modificado determina el espesor en base a la diferencia en picos medidos resultante de cada superficie. El monitoreo del recubrimiento sobre el cilindro de plisado con una sonda de interferometría se puede hacer en cualquiera de los sitios ilustrados en la Figura 2. El requerimiento principal es que la película tenga transmisión suficiente para que la luz se refleje de la superficie interna, esto es, cerca del sustrato. Un elemento único de la medición de interferometría es la habilidad para medir capas de recubrimiento. Esta capacidad puede ser utilizada en la ubicación de monitoreo 3 mostrada en la Figura 2. En este sitio, el recubrimiento no está plenamente seco y está libre de alteraciones de proceso tales como del rodillo de presión que aplica la hoja de papel tisú al cilindro de plisado, contacto directo con la tela, hoja doctor y hoja limpiadora. Un sensor de interferometría en este sitio provee el espesor de recubrimiento recién aplicado. Esto ayuda a conocer la distribución espacial del recubrimiento antes de cualquier alteración. Por ejemplo, sabiendo el espesor de recubrimiento antes y después de alteraciones de proceso puede identificar ineficiencias en el sistema de atomización, áreas que experimentan desgaste excesivo u otros cambios dinámicos.

Como se declaró anteriormente, las metodologías de la presente descripción proporcionan opcionalmente el ajuste de la velocidad de aplicación de dicho recubrimiento en una o más zonas definidas del cilindro de plisado para proporcionar un recubrimiento uniformemente espeso en respuesta al espesor de dicho recubrimiento, varios tipos de aparatos pueden llevar a cabo esta tarea.

En una modalidad, el método controla las zonas de atomización en base a mediciones recolectadas durante condiciones de operación normales. Por ejemplo, mediciones del sensor o sensor(es) discutidos anteriormente son usados para establecer un perfil de referencia en el cilindro de plisado. Los datos de referencia son luego usados para dar seguimiento a variaciones de proceso. Los límites de control superiores e inferiores establecidos alrededor de los datos de perfil de referencia (espesor de película, calidad de película, nivel de humedad, viscoelasticidad, temperatura, etc.) son usados para dar seguimiento cuando se presentan desviaciones de proceso. Si cualquiera de los parámetros de monitoreo del proceso caen fuera de los límites, entonces se toma acción correctiva con el sistema de aplicación de atomización de control de zona.

En otra modalidad, la pluralidad de aparatos son trasladados transversal al secador Yankee/cilindro de plisado para proporcionar perfiles de espesor y/o contenido de humedad y/o temperatura y/o módulo.

En otra modalidad, la pluralidad de aparatos están ubicados entre una hoja de plisado y una hoja limpiadora, después de la hoja limpiadora o antes de que una tela de papel tisú sea prensada al recubrimiento, o cualquier combinación de los anteriores.

En otra modalidad, la pluralidad de aparatos son purgados con un gas limpio para prevenir la suciedad, interferencia de neblina, interferencia de polvo, sobrecalentamiento o una combinación de estos.

Reivindicaciones

1. Un método para monitorear y controlar la aplicación de un recubrimiento que contiene un material que mejora el desempeño (PEM) sobre una superficie de un cilindro de plisado, que comprende:
 - (a) aplicar un recubrimiento a la superficie de un cilindro de plisado;
 - (b) medir el espesor del recubrimiento sobre la superficie de un cilindro de plisado mediante un método diferencial, en donde dicho método diferencial utiliza una pluralidad de aparatos que no se ponen en contacto físicamente con el recubrimiento;
 - (c) ajustar la aplicación de dicho recubrimiento en una o más zonas definidas del cilindro de plisado en respuesta al espesor de recubrimiento para proporcionar un recubrimiento de espesor uniforme sobre la superficie del cilindro de plisado; y
 - (d) aplicar un(os) dispositivo(s) adicional(es) para monitorear y opcionalmente controlar otros aspectos del recubrimiento sobre un cilindro de plisado además del espesor del recubrimiento.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde uno de la pluralidad de aparatos usados es un sensor de corriente de remolino.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el método diferencial comprende las etapas de:
aplicar el sensor de corriente de remolino para medir la distancia del sensor a una superficie del cilindro de plisado y aplicar un sensor de desplazamiento óptico para medir una distancia de la superficie de recubrimiento al sensor.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en donde dicho sensor de desplazamiento óptico es un sensor de triangulación de láser o un sensor confocal tipo cromático.
5. El método de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende además: aplicar una sonda de capacitancia para medir el contenido de humedad del recubrimiento; comparar la medición de capacitancia con la medición del método diferencial para determinar el efecto de la humedad sobre el espesor del recubrimiento; y opcionalmente ajustar la cantidad y distribución del recubrimiento sobre la superficie del cilindro de plisado en respuesta al efecto que la humedad tiene sobre el espesor tal como es determinada por el método diferencial y/o ajustar la cantidad de recubrimiento.
6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además:
 - a. aplicar una sonda de temperatura IR para medir el perfil de temperatura del cilindro de plisado;
 - b. aplicar una sonda de temperatura de IR para medir la temperatura de recubrimiento necesaria para corregir la constante dieléctrica de la humedad dependiente de la temperatura; y
 - c. aplicar la constante dieléctrica de la humedad corregida a la medición de capacitancia para determinar la concentración de humedad de recubrimiento correcta.
7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el método comprende además aplicar un sensor de ultrasonido para medir el módulo del recubrimiento, y opcionalmente en donde el valor del módulo se usa para medir la dureza del recubrimiento.
8. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la pluralidad de aparatos se trasladan transversal al cilindro de plisado para proporcionar perfiles de espesor y opcionalmente contenido de humedad y/o temperatura, y/o módulo.
9. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la pluralidad de aparatos se localiza entre la hoja de plisado y la hoja limpiadora, después de la hoja limpiadora, o antes de que la tela de papel tisú sea prensada al recubrimiento, o cualquier combinación de los anteriores.
10. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la pluralidad de aparatos son purgados con un gas limpiador para prevenir la suciedad, la interferencia de neblina, la interferencia de polvo, el sobrecalentamiento o una combinación de estos.
11. El método de la reivindicación 1, en donde dicha medición del espesor del recubrimiento sobre una superficie de un cilindro de plisado por un método diferencial, en donde dicho método diferencial usa una pluralidad de aparatos que no se ponen en contacto físico con el recubrimiento, comprende:
 - (a) proporcionar una sonda de interferómetro con una longitud de onda fuente que da una transmisión adecuada a través de un recubrimiento sobre la superficie del cilindro de plisado; y
 - (b) aplicar la sonda de interferómetro para medir la luz reflejada de una superficie de aire de recubrimiento y una superficie de cilindro de recubrimiento del cilindro de plisado para determinar el espesor del recubrimiento sobre el cilindro de plisado;

- 5 12. El método de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende además: aplicar un sensor de humedad para medir el contenido de humedad del recubrimiento; comparar la medición del sensor de humedad con la medición del método diferencial para determinar el efecto de la humedad sobre el espesor del recubrimiento; y opcionalmente ajustar la cantidad y distribución del recubrimiento sobre la superficie del cilindro de plisado en respuesta al efecto que tiene la humedad sobre el espesor determinado por el método diferencial y/o ajustar la cantidad del recubrimiento, en donde dicho sensor de humedad mide opcionalmente un constituyente del recubrimiento a longitudes de onda del infrarrojo cercano.

FIG. 1

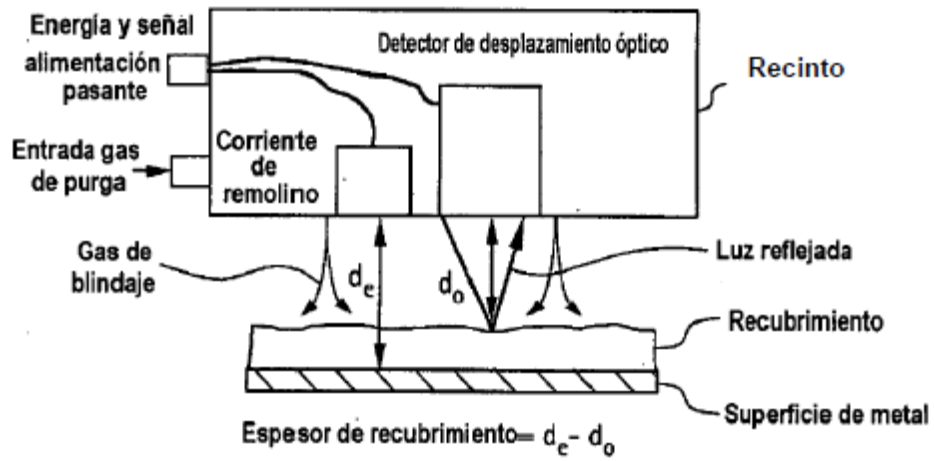


FIG. 2

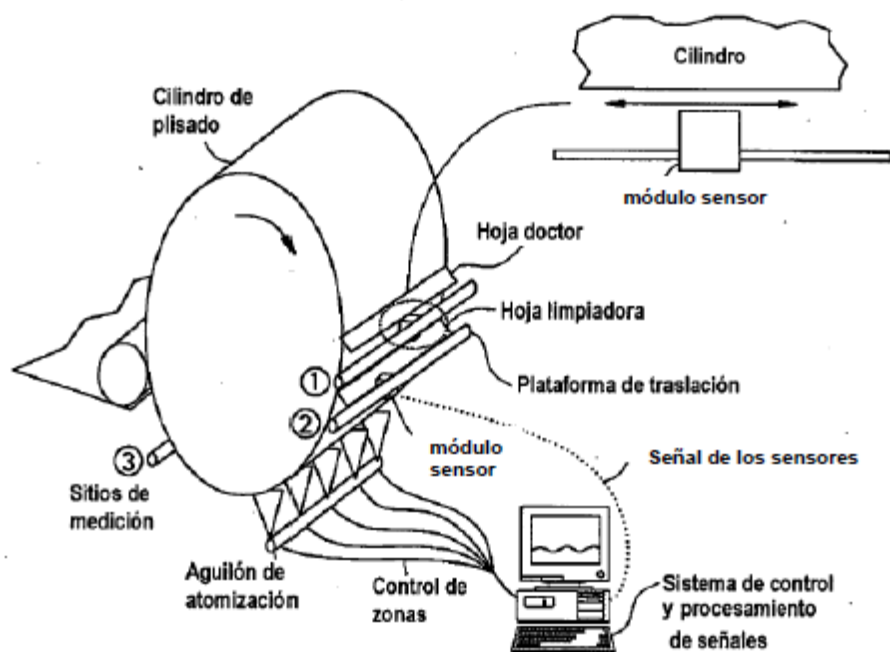


FIG. 3

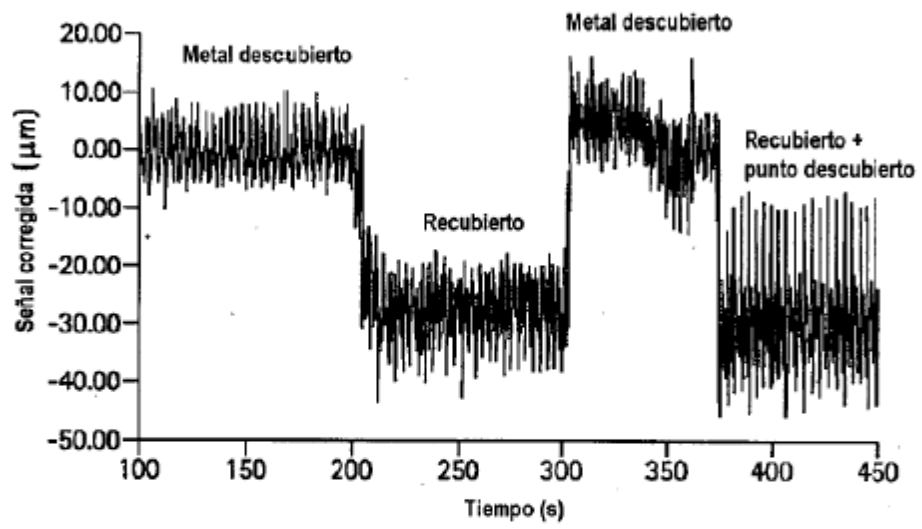


FIG. 4
Metal descubierta

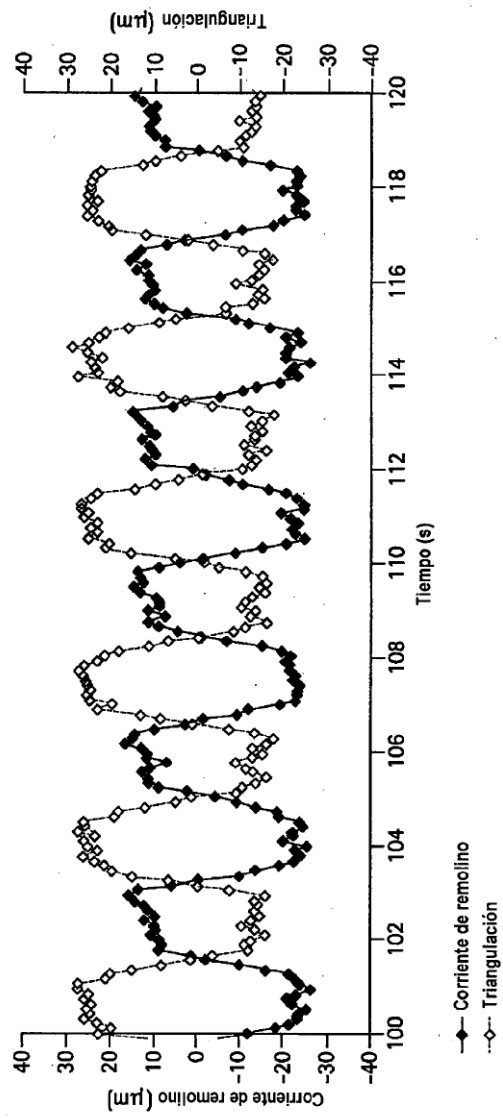


FIG. 5

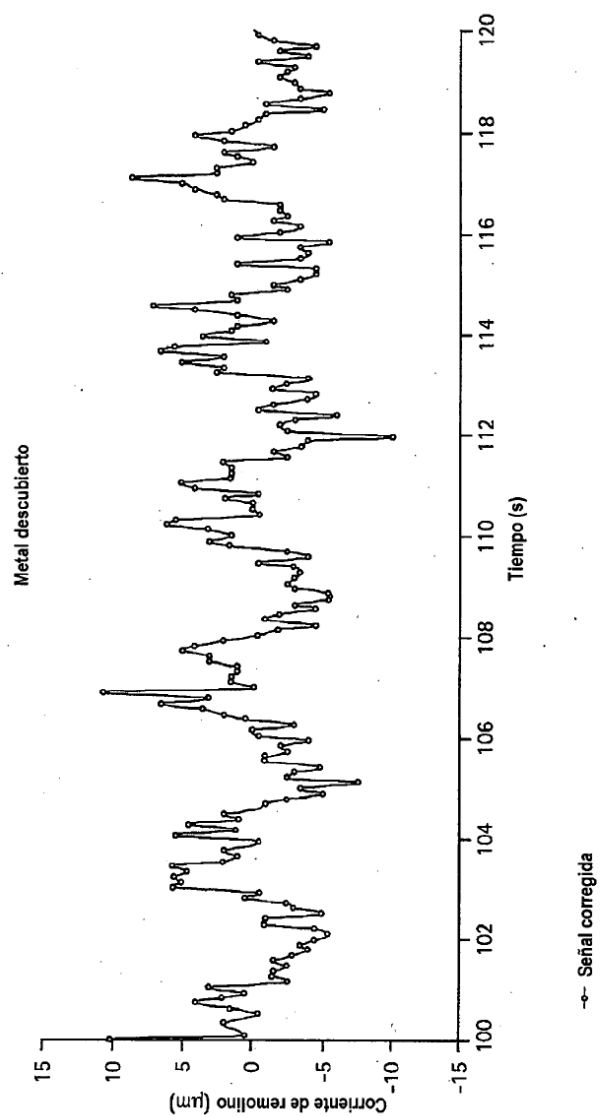


FIG. 6
Región recubierta

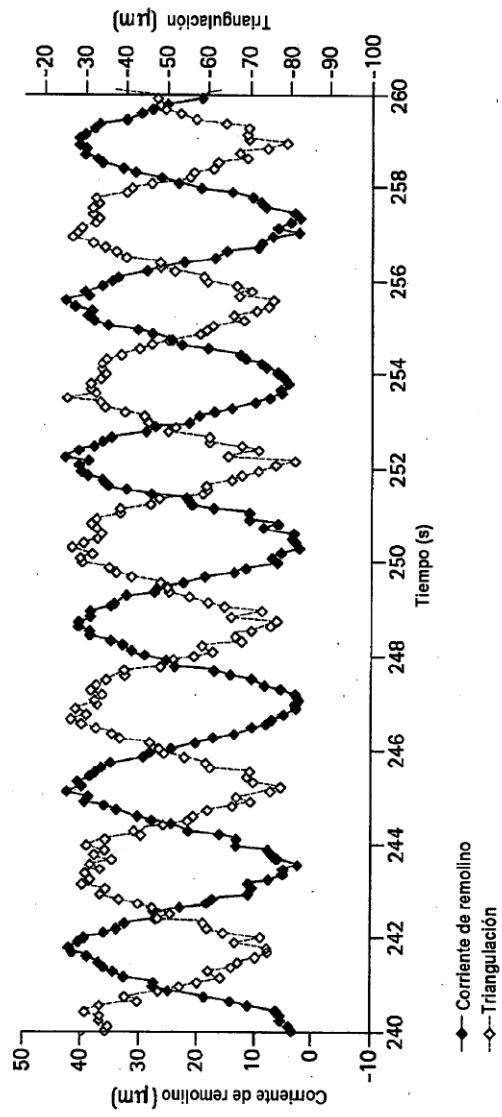


FIG. 7

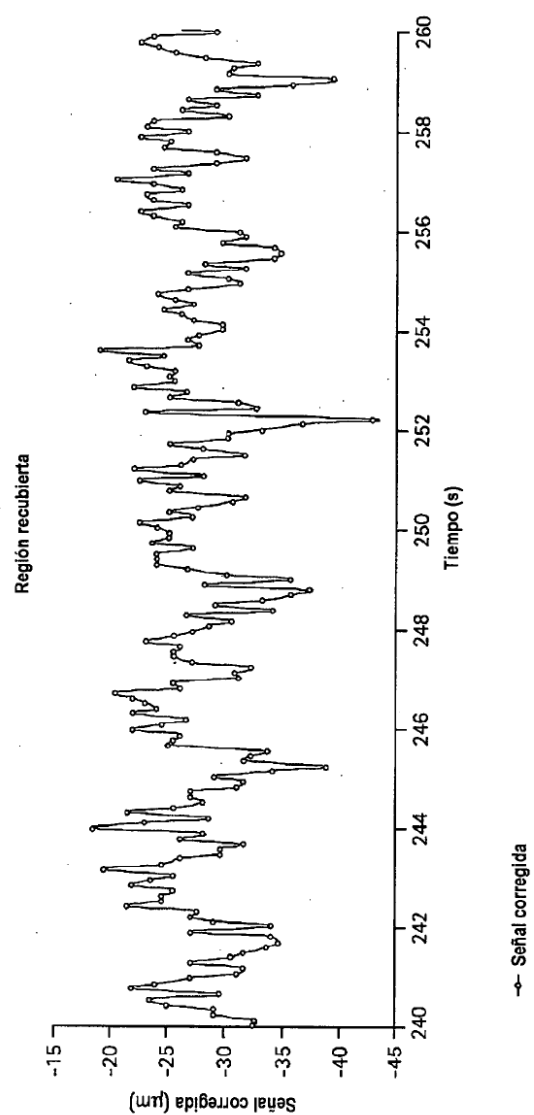


FIG. 8
recubierto + punto descubierto

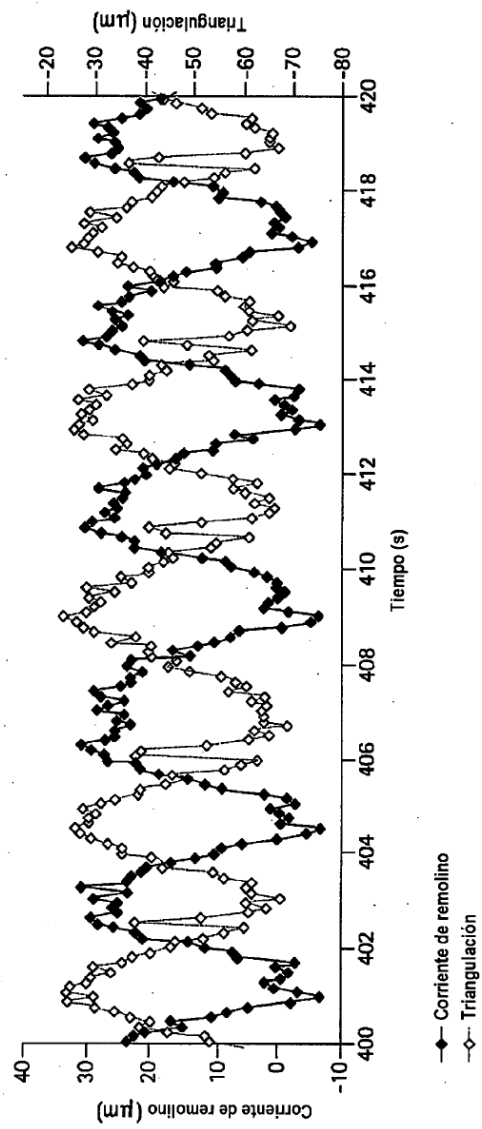


FIG. 9

recubierto + punto descubierto

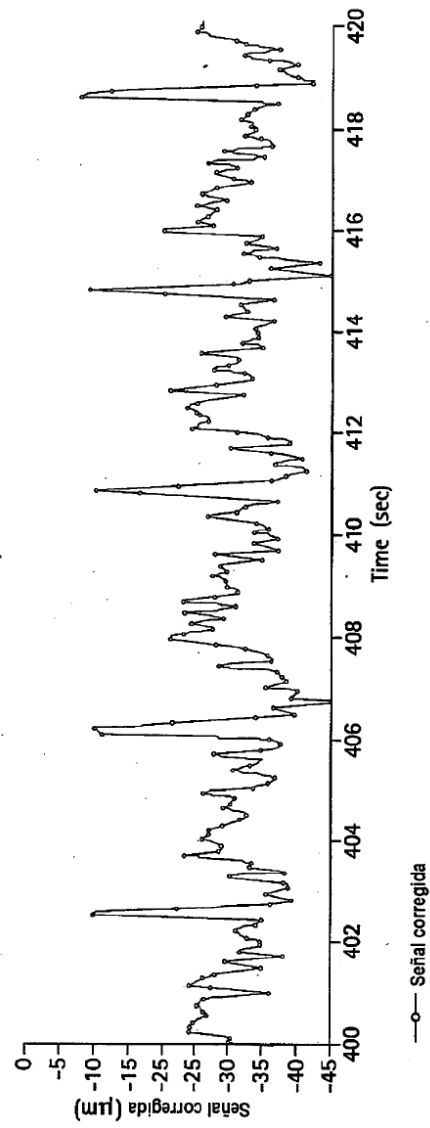


FIG. 10

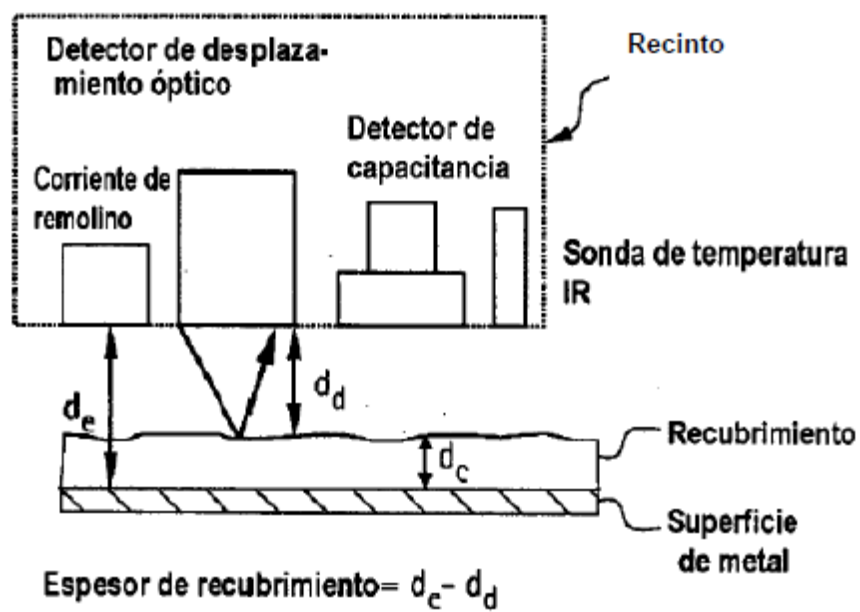


FIG. 11

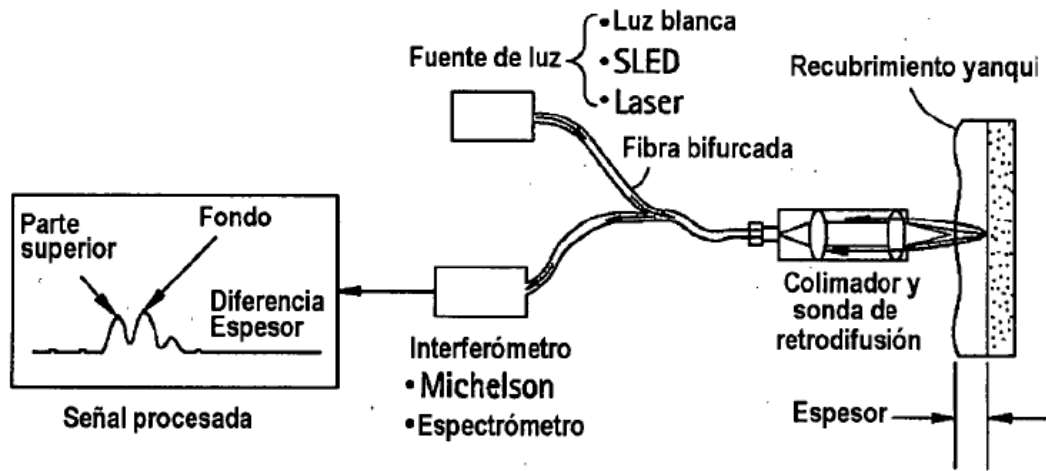


FIG. 12

