

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 368 264**

51 Int. Cl.:
C23C 30/00 (2006.01)
C23C 28/00 (2006.01)
C23C 4/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07250481 .4**
96 Fecha de presentación: **06.02.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1816236**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.08.2007**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE REVESTIMIENTO PARA COMPONENTES CRÍTICOS A LA FATIGA.**

30 Prioridad:
06.02.2006 US 349321

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.11.2011

73 Titular/es:
**HAMILTON SUNDSTRAND CORPORATION
ONE HAMILTON ROAD
WINDSOR LOCKS, CT 06096, US**

72 Inventor/es:
Nardi, Aaron T.

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 368 264 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de revestimiento para componentes críticos a la fatiga

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de revestimiento para un componente crítico a la fatiga y a una parte formada por él.

Técnica anterior

10 Durante años, se ha usado la tecnología de los dobles revestimientos por rociado térmico para recrecer partes usadas de motores, hélices, y otras aplicaciones donde se requiere más de 0,25 mm de aumento, o en situaciones en las que se requiere un revestimiento de unión porque el revestimiento superior deseado no se unirá apropiadamente al sustrato. Se han realizado pruebas para identificar los modos de fallos de las partes sensibles a la fatiga, usadas en aplicaciones con grandes cargas, y sobre las cuales se aplican revestimientos muy duros resistentes al desgaste. Se ha descubierto que las aleaciones estructurales de aluminio y de titanio son muy sensibles a estos revestimientos duros, mientras que las aleaciones de acero son algo menos sensibles. Estas pruebas sugieren que la resistencia correspondiente a las fuerzas de cohesión y a la unión fuerte de revestimientos como el carburo de wolframio y otros compuestos metalocerámicos (cermets) permite al revestimiento comportarse como un sustrato. Estos revestimientos resisten la deformación y tienen un módulo de elasticidad igual o superior al del acero, pero son materiales frágiles como materiales cerámicos. Cuando se forma una grieta en el revestimiento de esta integridad, esa grieta puede actuar de forma idéntica a una grieta en el sustrato y propagarse como dictan las teorías de los mecanismos de rotura. Las Figuras 1 – 3 muestran la típica propagación de grietas desde un revestimiento duro 10 hacia el sustrato estructural 12 más blando, y de módulo más bajo. Como se muestra en la Figura 1, la grieta 14 se inicia en el revestimiento duro, de módulo alto, debido a fatiga o sobrecarga. Como se muestra en la Figura 2, la grieta 14 se propaga a través del revestimiento 10 y va directamente al sustrato 12. La Figura 3 ilustra una grieta 14 que se extiende desde el revestimiento de carburo de wolframio, con un 17% en peso de cobalto, a un sustrato formado a partir de una aleación de aluminio 7075-T73.

25 Este problema se produce en todos los materiales estructurales con revestimiento con un umbral de deformación más bajo (revestimientos que se agrietan con una deformación estática aplicada relativamente baja), pero con frecuencia se puede evitar con materiales de revestimiento sobre acero con umbrales de deformación muy altos, debido a que el módulo de elasticidad del acero es tan alto que se requieren tensiones muy altas en el sustrato para generar grietas. El aluminio y el titanio son todavía susceptibles a la fatiga con revestimientos con alto umbral de deformación debido al bajo módulo de elasticidad del sustrato y, en el caso del aluminio, el alto coeficiente de expansión térmica (CET). El CET juega un papel en partes que ven elevadas temperaturas porque los CET de los revestimientos muy resistentes al desgaste son muy bajos. Esto fuerza una deformación en el revestimiento debido precisamente al ciclo térmico, lo que puede originar que el revestimiento se agriete.

35 El documento US 3951642 describe el uso de una capa intermedia de níquel con un revestimiento superior de carburo de wolframio o, más preferiblemente, de carburo de cromo.

40 Según la presente invención, se proporciona un procedimiento de revestimiento para componentes críticos a la fatiga. El procedimiento comprende, en líneas generales, las etapas de proporcionar un sustrato que tiene un primer módulo de elasticidad, depositar sobre el sustrato una capa de material de aluminio o de aleación basada en aluminio que tiene un segundo módulo de elasticidad inferior al primer módulo de elasticidad, y depositar una capa de revestimiento de carburo de wolframio sobre la capa de material.

45 Además, según la presente invención, se proporciona una parte que, en líneas generales, comprende un sustrato que tiene un primer módulo de elasticidad, un revestimiento de desgaste de carburo de wolframio depositado sobre el sustrato, siendo el revestimiento frágil y susceptible a las grietas, y una capa de aluminio o de aleación basada en aluminio que detiene las grietas, que tiene un segundo módulo de elasticidad inferior a dicho primer módulo de elasticidad, que separa el sustrato del revestimiento de desgaste.

Otros detalles del procedimiento de revestimiento para componentes críticos a la fatiga, así como otros objetos y ventajas relacionadas con él, se exponen en la siguiente descripción detallada que se da únicamente a modo de ejemplo, y los dibujos que la acompañan, en los que números de referencia similares representan elementos similares.

50 La Figura 1 es una representación esquemática de una grieta que se inicia en un revestimiento debido a la fatiga o a la sobrecarga;

la Figura 2 es una representación esquemática de la propagación de una grieta a través de un revestimiento y directamente en un sustrato.

55 la Figura 3 es una fotomicrografía de un agrietamiento desde un revestimiento de carburo de wolframio hacia un sustrato de aluminio;

la Figura 4 es una representación esquemática de un sistema de revestimiento según la presente invención;

la Figura 5 es una representación esquemática de un sistema de revestimiento según la presente invención donde se propaga una grieta dentro de una capa que detiene las grietas, y se para debido a la plasticidad de la punta de la grieta;

5 la Figura 6 es una representación de un sistema de revestimiento según la presente invención, donde se propaga una grieta a través de una capa que detiene las grietas, y cambia de dirección debido al diferencial de módulos;

la Figura 7 es una fotomicrografía que muestra una grieta que se propaga en el revestimiento duro, pero que es parada por la capa que detiene las grietas, y

10 la Figura 8 es una fotomicrografía que muestra una grieta que se propaga en el revestimiento duro, que pasa a través de la capa que detiene las grietas, y que cambia de dirección en la interfase de sustrato.

Haciendo referencia ahora a la Figura 4, se muestra un sistema 20 de revestimiento, según una realización de la presente invención, depositado sobre un sustrato 22. El sustrato se puede formar a partir de cualquier material metálico conocido en la técnica. Por ejemplo, el sustrato 22 podrá ser un material metálico seleccionado del grupo consistente en aluminio, aleaciones de aluminio, acero, titanio y aleaciones de titanio. El sustrato 22 tiene un primer módulo de elasticidad. El sistema 20 de revestimiento incluye, además, un revestimiento duro 24, formado a partir del carburo de wolframio, que tiene un módulo de elasticidad más alto que el módulo de elasticidad del material que forma el sustrato 22. El revestimiento duro 24 es, preferiblemente, resistente al desgaste. El sistema 20 de revestimiento incluye además una capa 26 que detiene las grietas. La capa 26 que detiene las grietas se pueden formar usando un material que tiene un módulo de elasticidad que sea inferior al módulo de elasticidad del revestimiento duro 24, e inferior al módulo de elasticidad del material que forma el sustrato 22, es decir, según la invención, la capa 26 que detiene las grietas está formada de aluminio o de una aleación basada en el aluminio, como por ejemplo Al-12% de Si o Al6061, que tiene una composición consistente en 1% de Mg, 0,6% de Si, 0,28% de Cu, 0,2% de Cr. En ejemplos alternativos que no caen dentro del alcance de la las reivindicaciones, pero que son útiles para comprender la invención, la capa que detiene las grietas se forma a partir de una aleación basada en níquel, como por ejemplo el INCONEL 718 que tiene una composición consistente en 19% en peso de cromo, 3,05% en peso de molibdeno, hasta el 1% de cobalto como máximo, 5,13% en peso de niobio + tantalio, 0,9% en peso de titanio, 0,5% en peso de aluminio, 18,5% en peso de hierro, y el resto níquel.

La capa 26 que detiene las grietas, se puede depositar sobre el sustrato 22 usando cualquier técnica de deposición apropiada conocida en la técnica, como por ejemplo rociado térmico a alta velocidad de oxígeno-combustible (HVOF) (del inglés; High Velocity Oxygen Fuel), rociado con plasma, rociado por arco de electrodos gemelos, rociado en frío, chapado por deposición electrolítica, chapado no electrolítico u otro método de revestimiento capaz de aplicar revestimientos que cumplan los requisitos aquí definidos. De forma similar, la capa 24 de revestimiento duro se puede depositar sobre la capa 26 que detiene las grietas usando cualquier técnica de deposición adecuada conocida en la técnica. Las técnicas de deposición que se pueden usar incluyen rociado térmico a alta velocidad de oxígeno-combustible, rociado con plasma, rociado por arco de electrodos gemelos, rociado en frío, chapado por deposición electrolítica, chapado no electrolítico y cualquier otro método de revestimiento capaz de aplicar revestimientos que cumplan los requisitos aquí definidos. Es espesor de la capa 26 que detiene las grietas es, preferiblemente, igual o superior al espesor de la capa 24 de revestimiento duro.

40 Como se muestra en la Figura 4, una grieta 30 se puede iniciar en la capa 24 de revestimiento duro. La grieta puede ser un resultado de la fatiga y/o de la sobrecarga.

Como se muestra en la Figura 5, la grieta 30 puede crecer dentro de la capa 26 que detiene las grietas, y se puede para debido a la plasticidad de la punta de las grietas.

45 Como se muestra en la Figura 6, la grieta 30 se puede propagar a través de la capa 26 que detiene las grietas. En la interfase 32 entre la capa 26 que detiene las grietas y el sustrato 22, la grieta 30 puede cambiar de dirección debido al diferencia entre los módulos de elasticidad de la capa 26 que detiene las grietas y del sustrato 22.

En un ejemplo alternativo que no cae dentro del alcance de las reivindicaciones, pero que es útil para comprender la invención, se revistieron componentes de acero D6AC, acero de alta resistencia, con una capa de INCONEL 718 que tenía un espesor de 0,63 mm. Se aplicó sobre la parte superior del INCONEL 718, una capa de carburo de wolframio duro (WC-17% en peso de Co) que tenía un espesor de 0,13 mm. Se realizaron ensayos para identificar el umbral de deformación estática y el límite de fatiga del revestimiento. Una vez que se agrietó el revestimiento, la grieta se propagó dentro de la capa de INCONEL, pero no se propagó más dentro del sustrato de acero. Se produce un fallo en el acero a un nivel de tensión consecuente con la resistencia típica de la aleación de acero usada, y en una posición retirada de la formación de la grieta inicial del revestimiento. La Figura 7 ilustra una muestra en la que el agrietamiento desde la capa 24 de revestimiento duro se propaga dentro de la capa 26 que detiene las agrietas, donde se para. La Figura 8 ilustra una muestra en la que el agrietamiento desde la capa 24 de revestimiento duro se propaga dentro de la capa 26 que detiene las grietas y cambia de dirección en la interfase 34 del sustrato.

El procedimiento de la presente invención se puede usar en una amplia variedad de partes que se revisten para el desgaste. Como por ejemplo cilindros con extremo abovedado usados en conexión con hélices y partes de aluminio para sistemas de propulsión.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de revestimiento para componentes críticos a la fatiga que comprende las etapas de:
proporcionar un sustrato (22) que tiene un primer módulo de elasticidad;
depositar una capa (26) de material de aluminio o de aleación basada en aluminio, que tiene un segundo módulo de elasticidad inferior a dicho primer módulo de elasticidad, sobre dicho sustrato; y
depositar una capa (24) de revestimiento de carburo de wolframio sobre dicha capa de material (26).
2. Un procedimiento de revestimiento según la reivindicación 1, en el que dicha etapa de proporcionar un sustrato (22) comprende proporcionar un sustrato formado a partir de un material metálico.
3. Un procedimiento de revestimiento según la reivindicación 2, en el que dicha etapa de proporcionar un sustrato (22) comprende proporcionar un sustrato formado a partir de un material metálico seleccionado del grupo consistente en aluminio, aleaciones de aluminio, acero, titanio, y aleaciones de titanio.
4. Un procedimiento de revestimiento según la reivindicación 1, 2 ó 3, en el que dicha etapa de proporcionar un sustrato (22) comprende proporcionar un sustrato formado a partir de un material basado en aluminio. Y dicha etapa de depositar la capa de material 26 comprende depositar una capa de un material de revestimiento de aluminio que tiene un módulo de elasticidad inferior al módulo de elasticidad de dicho material, basado en aluminio, que forma dicho sustrato.
5. Una parte que comprende:
un sustrato (22) que tiene un primer módulo de elasticidad;
un revestimiento (24) de carburo de wolframio depositado sobre dicho sustrato (22), siendo dicho revestimiento (24) frágil y susceptible de formar grietas; y
una capa (26) de aluminio o de aleación basada en aluminio, que detiene las grietas, y que tiene un segundo módulo de elasticidad inferior a dicho primer módulo de elasticidad, que separa dicho sustrato (22) de dicho revestimiento (24).
6. Una parte según la reivindicación 5, en la que dicho sustrato (22) se forma a partir de un material metálico.
7. Una parte según la reivindicación 6, en la que dicho sustrato (22) se forma a partir de un material metálico seleccionado del grupo consistente en aluminio, aleaciones de aluminio, acero, titanio y aleaciones de titanio.
8. Una parte según la reivindicación 5, 6 ó 7 en la que dicho revestimiento (24) tiene un tercer módulo de elasticidad superior a dicho primer módulo de elasticidad.
9. Una parte según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en la que dicho sustrato (22) se forma a partir de un material basado en aluminio, y dicha capa (26) que detiene las grietas, se forma a partir de un material basado en aluminio que tiene un módulo de elasticidad inferior al módulo de elasticidad del material basado en aluminio que forma el sustrato (22).
10. Una parte según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, en la que, en uso, dicha capa (26) que detiene las grietas, para la propagación de las grietas en dicho sustrato (22).
11. Una parte según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, en la que, en uso, una diferencia entre dichos primero y segundo módulos de elasticidad origina una grieta que se propaga a través de dicha capa (26) que detiene las grietas, para cambiar de dirección y no propagarse en dicho sustrato (22).

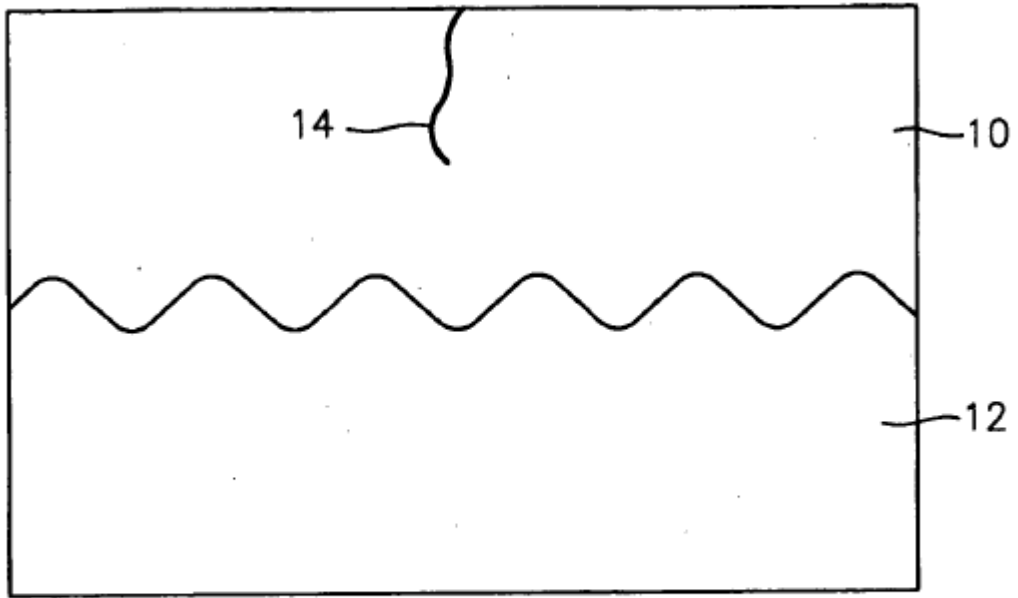


FIG. 1

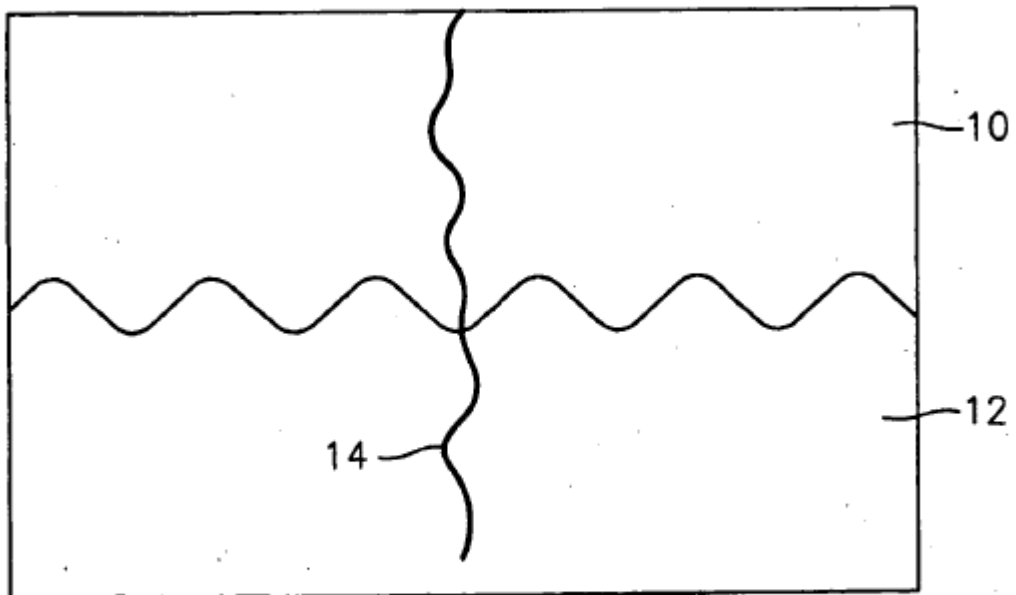


FIG. 2

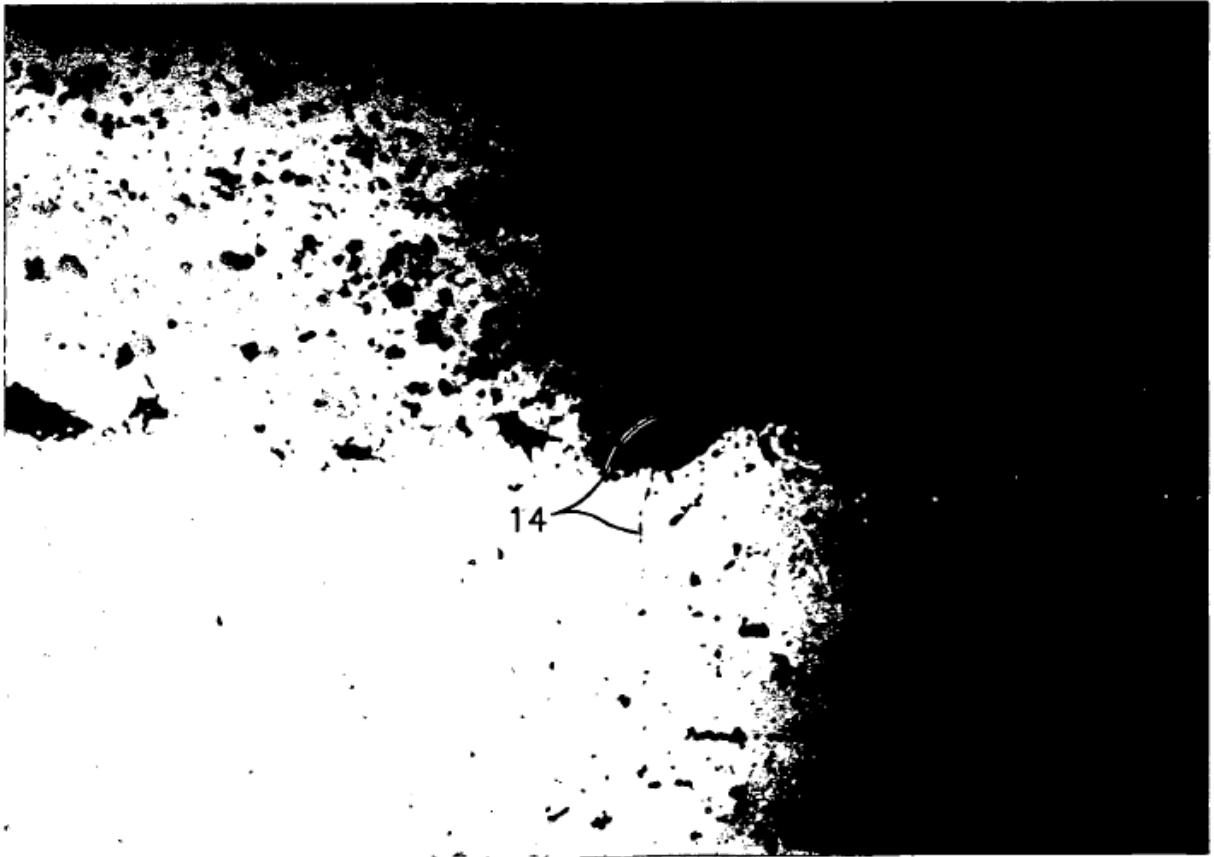


FIG. 3

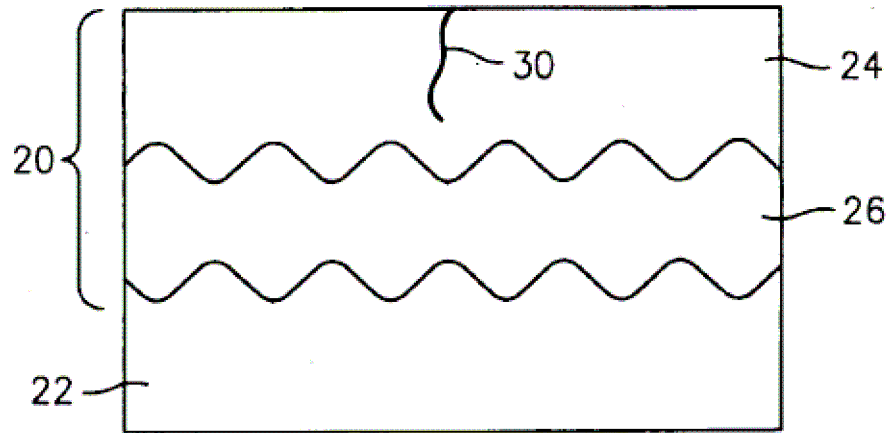


FIG. 4

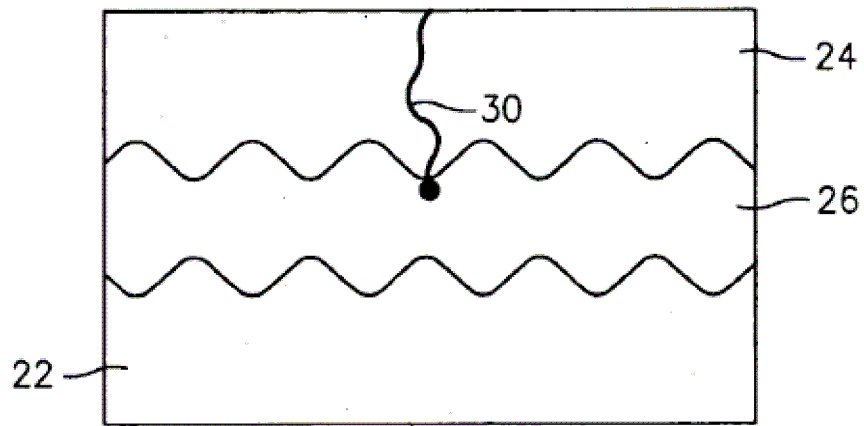


FIG. 5

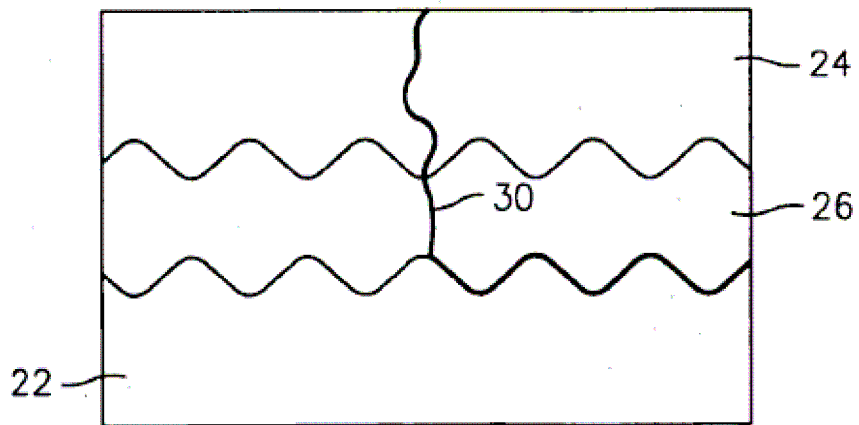


FIG. 6

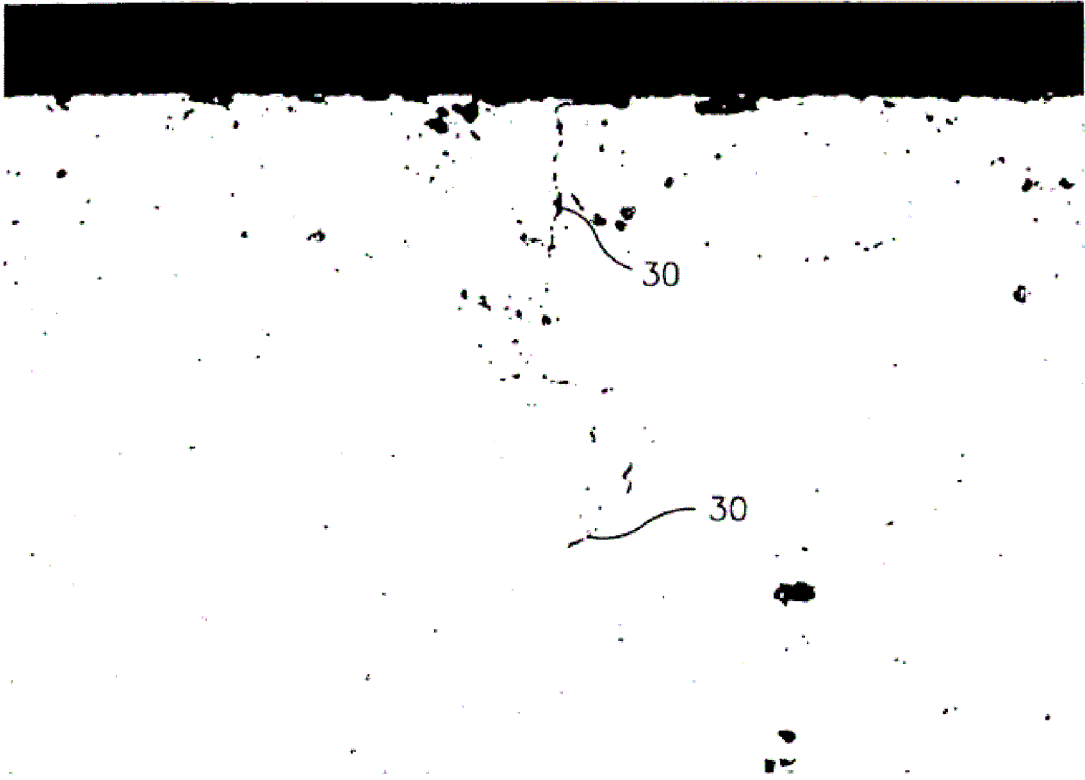


FIG. 7

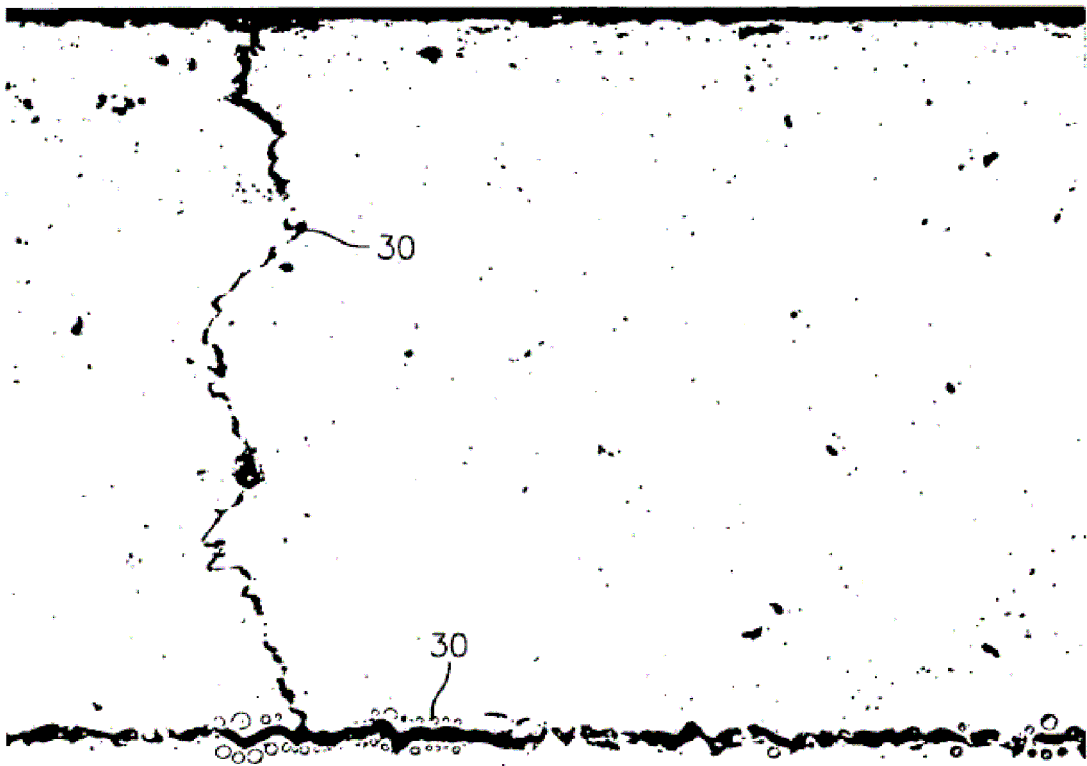


FIG. 8