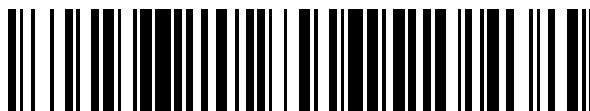


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 639 550**

51 Int. Cl.:

B23K 20/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.09.2013 E 13183334 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2017 EP 2708306**

54 Título: **Método de unión para prevenir la formación de martensita en aplicaciones de unión de metales**

30 Prioridad:

06.09.2012 US 201261697675 P

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

27.10.2017

73 Titular/es:

**WORKMAN, DAVID P. (100.0%)
1250 Arthur E. Adams Drive
Columbus, OH 43221, US**

72 Inventor/es:

WORKMAN, DAVID P.

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 639 550 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 de unión para prevenir la formación de martensita en aplicaciones de unión de metales

5 **Antecedentes de la invención**

La presente invención se refiere en general a un método de unión, un espárrago roscado u otro accesorio a una ubicación específica sobre una longitud de raíl de tren como se define en el preámbulo de la reivindicación 1 (véase, por ejemplo, la patente de Estados Unidos 2008/217042 A1), por ejemplo, con el fin de fijar un cable de señal al espárrago roscado o etc.

Los sistemas de señalización ferroviaria son esenciales para permitir un movimiento seguro y eficiente del tráfico ferroviario. Muchos sistemas modernos de señalización ferroviaria emplean un circuito de vía para detectar la presencia de un tren dentro de una sección de vía conocida como bloque de señal. El principio básico detrás del circuito de vía implica la conexión de los dos raíles mediante las ruedas y el eje de las locomotoras para cortocircuitar un circuito eléctrico. Este circuito se monitoriza mediante equipos eléctricos para detectar la ausencia de los trenes. Una parte integral del circuito de vía son los dos raíles de deslizamiento paralelos sobre los que se desplaza un tren. Varios tipos de dispositivos de señal están normalmente conectados a estos raíles para completar el circuito de vía. Las técnicas conocidas para conectar un cable a un raíl incluyen procesos de soldadura exotérmica en los que el cable está soldado al raíl. Otras técnicas incluyen comprimir un manguito metálico que incluye el cable en un orificio perforado en el raíl o grapar un cable directamente al raíl. Se sabe que muchos incidentes del sistema de señalización son causados por fallos en la interfaz de raíl-cable, en la que los cables de la vía, los cables de enlace o los cables de enlace de propulsión-corriente están fijados a los raíles para proporcionar una ruta eléctrica para controlar las señales de control del tren. Estos fallos contribuyen a retrasar los trenes y los costes adicionales de mantenimiento para las reparaciones de emergencia y no planeadas son altamente indeseables por estas y otras razones.

Como se ha indicado anteriormente, los cables de señal están fijados a los raíles para permitir el control positivo del tren y detectar roturas en los raíles para evitar accidentes. Una conexión fiable de la señal entre el cable y el raíl es esencial para la funcionalidad del sistema de señalización y los fallos causan interrupciones en el servicio y pueden afectar la integridad del raíl, provocando un fallo del raíl. Los métodos utilizados actualmente para fijar un cable de señal a una longitud de vía implican el uso de un accesorio o espárrago roscado que se fija directamente al raíl. Posteriormente, el cable de señal se fija o se conecta al espárrago roscado. Las metodologías comunes de fijación incluyen soldadura fuerte, soldadura, taladrado y/o grapado del espárrago roscado/cable al raíl. Muchos métodos de soldadura fuerte requieren precalentar la sección de raíl a la que se fijará el espárrago roscado y posteriormente controlar con precisión la velocidad de enfriamiento para evitar la formación indeseable de martensita no templada en el raíl. Con las metodologías de soldadura fuerte también existe el riesgo de fragilización de metal líquido, ya que el raíl está bajo tensión de tracción para mantener la temperatura neutra y un metal líquido está presente durante el proceso. Por consiguiente, es una práctica de precaución común colocar los espárragos roscados en el eje neutro del raíl debido a la posible formación de una capa frágil alrededor de la junta causada por el sobrecalentamiento del punto de conexión del espárrago roscado/cable a raíl. Se sabe que la colocación de juntas de soldadura/soldadura fuerte sobre la cabeza del raíl ha dado lugar a la formación de martensita en la cabeza del raíl, lo que causó grietas que provocaron varios descarrilamientos de tren; por lo tanto, el eje neutro es generalmente más seguro desde una perspectiva de fallo catastrófico. Sin embargo, la colocación en esta ubicación hace que los conjuntos de cableado sean susceptibles de engancharse por el equipo de mantenimiento y la formación de martensita en esta zona puede provocar grietas y fallo del raíl. Además, la mayoría de las metodologías de fijación conocidas requieren un grado de habilidad del operario, cuya ausencia puede dar lugar a instalaciones inconsistentes o incorrectas y, finalmente, al fallo de la conexión de espárrago roscado/cable, particularmente en la producción en masa. Por lo tanto, existe una necesidad continua de un sistema y de un método mejorado para unir un espárrago roscado o un accesorio a un lugar específico en una longitud de raíl de acero.

Sumario de la invención

Lo siguiente proporciona un resumen de ciertas realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención. Este resumen no es una visión general extensa y no pretende identificar aspectos o elementos clave o críticos de la presente invención ni delimitar su alcance. Un método de unión de acuerdo con la presente invención se define en la reivindicación 1. Otras realizaciones de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

Características y aspectos adicionales de la presente invención resultarán evidentes para los expertos en la materia al leer y entender la siguiente descripción detallada de las realizaciones a modo de ejemplo. Como se apreciará por el experto en la materia, son posibles realizaciones adicionales de la invención sin apartarse del alcance de la invención. Por consiguiente, los dibujos y las descripciones asociadas deben considerarse naturalmente ilustrativos y no limitativos.

65

Breve descripción de las figuras

Las imágenes adjuntas, que se incorporan y forman parte de la memoria descriptiva, ilustran una o más realizaciones a modo de ejemplo de la invención y sirven para explicar los principios de la invención, y en los que:

- 5 la figura 1 es una vista lateral de una soldadora de fricción por inercia portátil montada sobre una longitud de raíl; las figuras 2a-b son vistas frontal y lateral, respectivamente, de un espárrago roscado o accesorio a modo de ejemplo adecuado para el montaje en la longitud del raíl mostrada en la figura 1;
- 10 la figura 3 proporciona una sección metalúrgica de alta ampliación de una junta de soldadura creada por el método de la presente invención que no muestra ningún cambio aparente en el material de acero del raíl subyacente; y
- la figura 4 proporciona una vista macro de un espárrago roscado de soldadura montado sobre material de raíl de acuerdo con el método de la presente invención.

15 Descripción de la invención

Algunas realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención se describen ahora con referencia a las figuras. Aunque la siguiente descripción detallada contiene muchas especificaciones con fines de ilustración, un experto en la materia apreciará que muchas variaciones y alteraciones de los siguientes detalles están dentro del alcance de la invención. Por consiguiente, las siguientes realizaciones de la invención se exponen sin pérdida de generalidad, y sin imponer limitaciones, a la invención reivindicada.

Como se ha indicado anteriormente, la presente invención se refiere en general a un método de unión de un espárrago roscado o de un accesorio a un lugar específico sobre una longitud de raíl de acero con el fin de fijar un cable de señal al espárrago roscado.

En una realización a modo de ejemplo, el primer componente es una longitud de raíl de acero endurecido utilizado para vía de tren. Las vías modernas normalmente utilizan acero laminado en caliente con un perfil de una viga en I redondeada asimétrica. A diferencia de otros usos del hierro y del acero, los raíles de ferrocarril están sujetos a tensiones muy altas y normalmente están hechos de aleación de acero de muy alta calidad. La fijación de un accesorio al acero tratado térmicamente normalmente es muy difícil debido a la naturaleza de esta aleación. El segundo componente es un accesorio de menor resistencia, tal como un espárrago roscado al cual está fijado o se va a fijar un cable de señal. Este espárrago roscado se une al raíl de acero en un lugar deseado utilizando un proceso de soldadura por fricción inercial, que evita la aparición de fragilidad de metal líquido en la aleación de raíl. La soldadura por fricción es un proceso de soldadura en estado sólido que genera calor a través de la fricción mecánica entre una pieza de trabajo en movimiento y un componente estacionario, con la adición de una fuerza lateral llamada "recalcado" para desplazar plásticamente y fundir los materiales. La combinación de tiempos de unión rápidos (del orden de algunos segundos) y la entrada directa de calor en la interfaz de soldadura, produce zonas relativamente pequeñas afectadas por el calor. Las técnicas de soldadura por fricción generalmente son libres de fusión, lo que evita el crecimiento de grano en materiales de ingeniería, tales como aceros de alta resistencia y aceros tratados térmicamente. Otra ventaja de la soldadura por fricción es que permite que materiales diferentes se unan entre sí. Normalmente, la gran diferencia en los puntos de fusión de dos materiales diferentes haría casi imposible soldar usando técnicas tradicionales y requeriría algún tipo de conexión mecánica. La soldadura por fricción proporciona un enlace de "plena resistencia" sin peso adicional.

Con respecto a un componente de raíl de acero, el método de la presente invención produce una soldadura sobre el acero del raíl sin pasar la temperatura de austenitización conocida para dicho acero, evitando así la necesidad del templado post soldadura o el enfriamiento controlado para evitar la formación de martensita. La austenitización implica calentar hierro, un metal a base de hierro o acero a una temperatura a la que cambia la estructura cristalina de la ferrita a la austenita. La martensita se refiere a una forma muy dura de estructura cristalina de acero y se forma por enfriamiento rápido (enfriamiento brusco) de austenita que atrapa átomos de carbono que no tienen tiempo para difundirse fuera de la estructura cristalina. Esta reacción martensítica comienza durante el enfriamiento cuando la austenita alcanza una temperatura de inicio de martensita conocida y la austenita madre se vuelve mecánicamente inestable. Dado que el enfriamiento brusco puede ser difícil de controlar, muchos aceros se enfrían bruscamente para producir una sobreabundancia de martensita y luego se templan para reducir gradualmente su concentración hasta que se consigue la estructura adecuada para la aplicación deseada. Demasiadas martensita deja el acero frágil, muy poca lo deja blando. Con respecto a un componente de accesorio o espárrago roscado, ciertos materiales (por ejemplo, aleaciones de bajo contenido de azufre, de bajo contenido de plomo) presentan características altamente deseables que permiten la soldadura por fricción del espárrago roscado al raíl sin una temperatura superior a la temperatura de austenitización del raíl o del acero sin exigir cargas de empuje demasiado elevadas para un sistema de soldadura por inercia portátil. El uso de un espárrago roscado de forma hexagonal con una cara circular minimiza el costo de mecanizado para el espárrago roscado y proporciona superficies planas para apretar con llave durante el trabajo en servicio.

65 Un aparato de ejemplo utiliza una soldadora de fricción por inercia portátil alimentada por batería que está montada sobre una longitud de raíl para soldadura de bajo consumo de energía. Utilizar un volante de inercia de masa baja

acoplado con una alta velocidad superficial permite una unidad portátil ligera. Los controles para el control de la velocidad y de la carga de empuje son específicos de la máquina herramienta montada en el raíl. Utilizar un conjunto de muelle precargado o un cilindro de aire o hidráulico precargado proporciona fuerza de soldadura/carga de empuje en el sistema portátil y una liberación de pasador/bola mantiene la carga de empuje sobre el muelle. Una abrazadera ligera fija el sistema a la cabeza del raíl y un localizador colocado debajo de la bola del raíl asegura la colocación repetible en el raíl sin importar la condición del desgaste. La posición del espárrago roscado está dictada por referencia a la región de radio de cabeza inferior que transita en la banda del raíl. Esta configuración permite una instalación fiable de los espárragos roscados con poca influencia del operario en el proceso ya que todos los parámetros críticos están predeterminados y controlados mecánicamente. Como se muestra en la figura 1, una realización a modo de ejemplo del sistema de soldadura 10 incluye una longitud de raíl 12 sobre la que está montada la abrazadera de retención 10. El mandril 16 aloja el espárrago roscado (véanse las figuras 2a-b) u otro accesorio, y el volante de inercia 18 está conectado al mandril 16. La placa de guía de montaje frontal 20 soporta la placa de extremo de cojinete 22, que está conectada a conjuntos de cojinete 24 que proporcionan el desacoplamiento de motor y el control de acoplamiento de fuerza. La placa de guía de montaje trasero soporta conjuntos de cojinete 24 y un paquete de muelles 28, que incluye un cilindro de aire para proporcionar carga de empuje. El acoplador de motor 32 está conectado al árbol de accionamiento 34, que pasa a través de la placa de respaldo 30 y se conecta con el paquete de muelles 28.

De acuerdo con esta invención, pueden producirse soldaduras utilizando una máquina de soldadura por fricción por inercia portátil tal como la divulgada en la patente de Estados Unidos N.º 6.779.709 (Stotler et al.). El dispositivo divulgado en la patente de Estados Unidos N.º 6.779.709 se denomina soldadora de fricción por inercia m120 y es una máquina de soldadura por fricción por inercia programable estacionaria que es capaz de variar la carga de empuje de 910 a 13.000 kg (2000 libras a 24000 libras); de variar la masa de rotación (momento de inercia) de 0,051 a 0,80 Kg.m² (1,21 Wk² a 19 Wk² (libras.pie²)), y de variar la velocidad inicial de rotación del husillo de 300 a 13000 RPM. Este dispositivo utiliza normalmente abrazaderas de tipo pinza americana para sujetar piezas y/o herramientas en el cabezal y en el contrapunto. Además, la velocidad superficial, la carga de empuje y la inercia pueden variarse para controlar la entrada de calor. Las aleaciones adecuadas para el accesorio (es decir, espárrago roscado) incluyen generalmente aleaciones de bajo contenido de azufre y de bajo contenido de plomo y latón naval C464 N, cobre de clase 4 C 172 Clase 4, latón C260, metal Muntz (National Bronze and Metals, Houston, TX; Southern Copper, Pelham, AL) y aleación de soldadura fuerte de Ni-12P, específicamente. Los espárragos roscados tales como los mostrados en las figuras 2a-b, puede fabricarse a partir de un bloquecillo hexagonal de ½ pulgada para permitir un suministro fácil de energía de torsión y simplificar la producción. Las fuerzas de soldadura se aproximaron a 2720 Kg (6000 libras) para las partes hexagonales soldadas que tienen una resistencia a la tracción de aproximadamente 0,24 MPa (35 ksi) o al 50 % del latón C464 trabajado en frío. Con un diseño de espárrago roscado hexagonal, una velocidad de 4000-4500 rpm, una masa inercial de 1,21 Wk², y una carga de empuje de 2360 a 2720 Kg.fuerza (5200 libras de fuerza a 6000 libras de fuerza) puede emplearse fuerza con latón naval endurecido por trabajo. Las figuras 1-2 muestran análisis metalográfico y SEM realizado sobre juntas de soldadura para verificar que no se formó martensita debido al hecho de que la temperatura crítica en el acero no se superó durante la soldadura. Como se apreciará por un experto en la materia, el proceso de soldadura por fricción es expansible basado en variables tales como el área superficial y el diámetro medio del accesorio (es decir, el segundo componente).

La presente invención permite también en una realización la instalación de cables de señal y de espárragos roscados en la cabeza del raíl, ya que no se producen efectos deletéreos al material de raíles subyacentes, es decir, no se producen fragilidad u otras debilidades (véanse las figuras 3-4). En la actualidad, los cables de señal están situados en el eje neutro del raíl, haciendo que estas conexiones sean susceptibles de ser dañadas por el equipo de mantenimiento que engancha y rompe los espárragos roscados y el cableado situado en el eje neutro de la banda del raíl. Por lo tanto, el punto de fijación puede moverse desde un área de baja tensión a un área cargada críticamente (es decir, área de alta tensión) sin crear cambios apreciables en la microestructura de la aleación subyacente o problemas con la integridad y resistencia del metal de sustrato subyacente.

REIVINDICACIONES

1. Un método de unión:

5 (a) un primer componente que es una longitud de raíl de tren (12) que comprende una primera aleación que tiene una temperatura de austenitización conocida por debajo de la cual se forma martensita cuando el componente se calienta y luego se enfría a una velocidad predeterminada de enfriamiento; y

10 (b) un segundo componente que es un espárrago roscado, un perno o un bloque para la fijación a un cable de señal, en donde el segundo componente comprende una segunda aleación; **caracterizado por que** dicho método comprende proporcionar una máquina de soldadura por fricción por inercia (10) y hacerla funcionar para crear una soldadura entre el primer (12) y el segundo componentes sin pasar la temperatura de austenitización de la primera aleación, en donde se hace funcionar la máquina de soldadura por fricción por inercia (10) para proporcionar una carga de empuje de 910-13000 Kg (2000-24000 lbs.), una inercia rotacional de 0,051-0,80 Kg.m² (1,21 a 19 Wk²) y una velocidad inicial de rotación del husillo de 300 a 13000 rpm.

15 2. El método de la reivindicación 1, en el que el primer componente (12) comprende acero termotratado.

20 3. El método de cualquier reivindicación anterior, en el que el segundo componente comprende una aleación seleccionada entre latón naval C464, cobre Clase 4 C172, latón C260, metal Muntz, aleación de soldadura fuerte Ni-12P y combinaciones de los mismos.

25 4. El método de cualquier reivindicación anterior, en el que el segundo componente es un espárrago roscado hexagonal que comprende latón C464 y en el que la máquina de soldadura por fricción por inercia funciona a una velocidad de 4000-4500 rpm, a una masa inercial de 0,051 Kg.m² (1,21 Wk² libras.pie²) y a una carga de empuje de aproximadamente 2360-2720 Kg.fuerza (5200 a 6000 libras de fuerza).

5. El método de cualquier reivindicación anterior, que incluye una etapa adicional de unir un cable de señal al segundo componente.

30 6. El método de cualquier reivindicación anterior, en el que el segundo componente está soldado a la cabeza del raíl de tren (12).

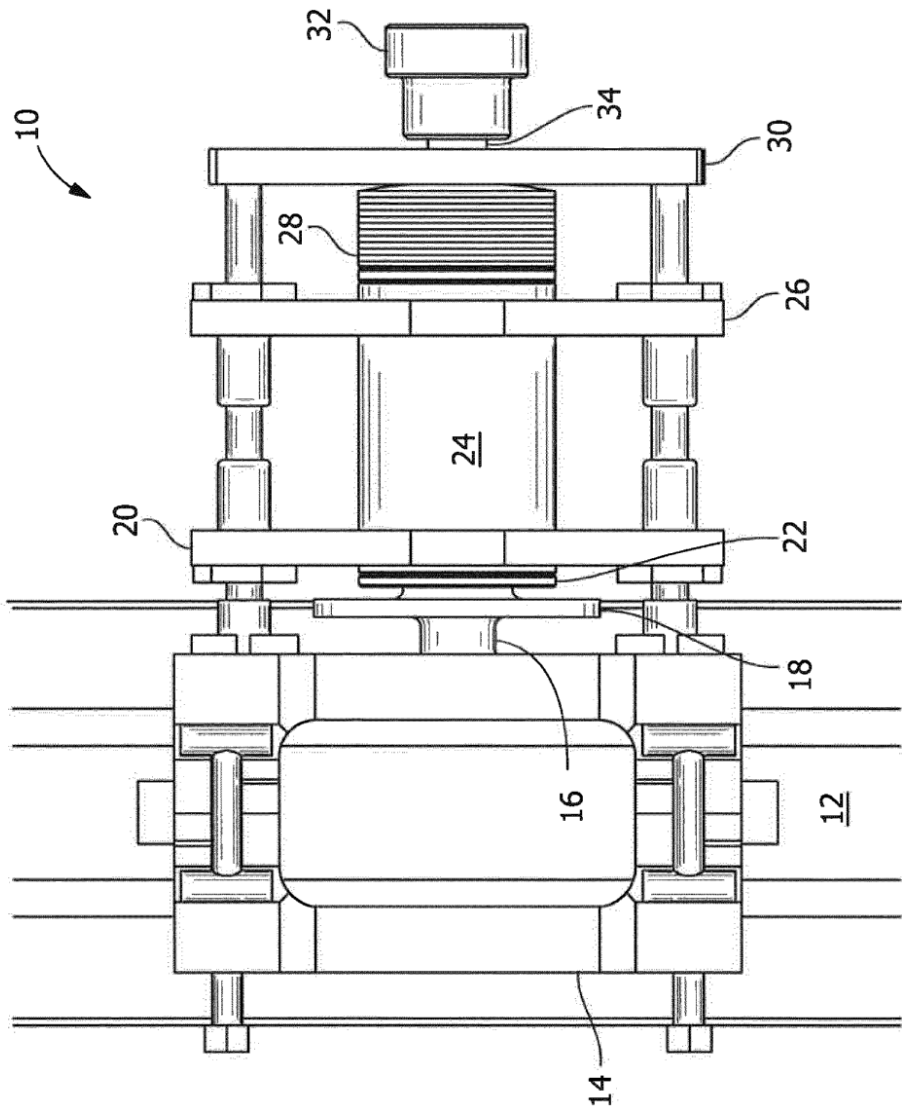


FIG. 1

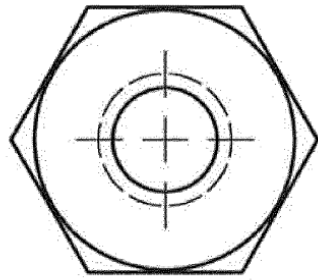


FIG. 2a

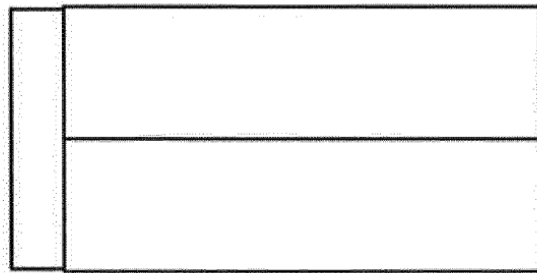


FIG. 2b

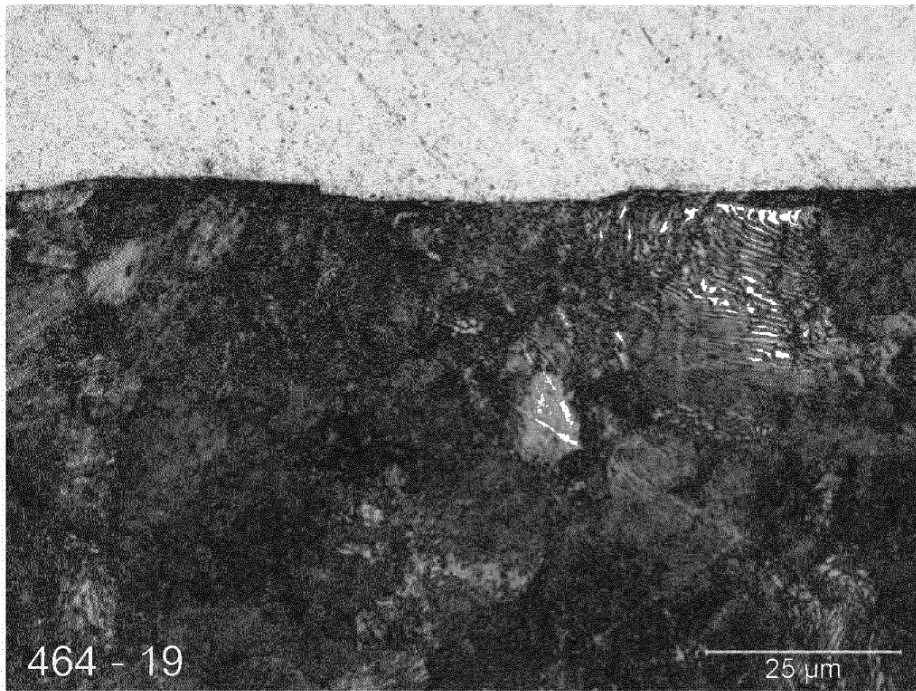


FIG. 3

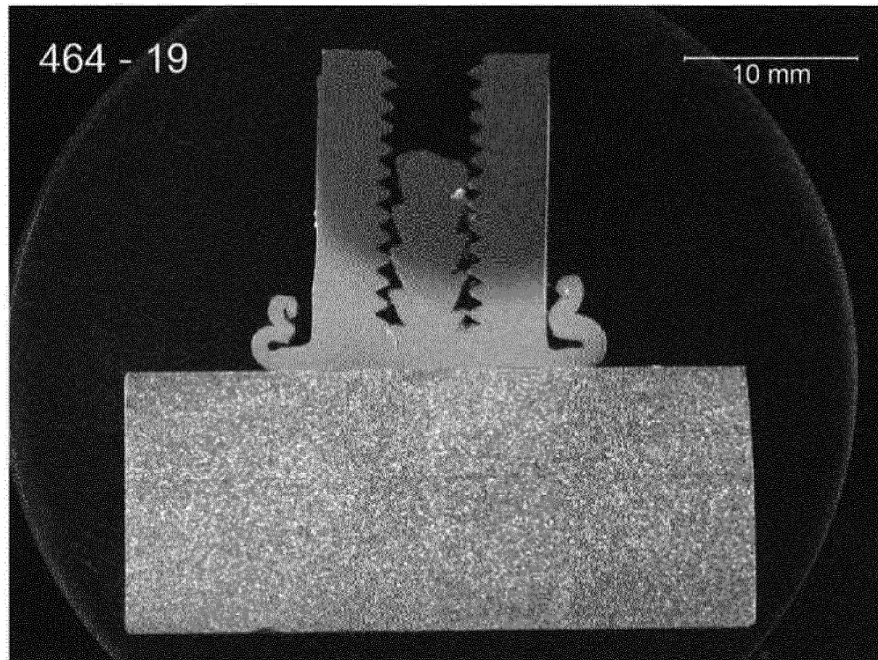


FIG. 4