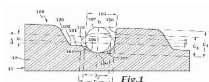


DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

SOLICITUD FASE NACIONAL - PCT

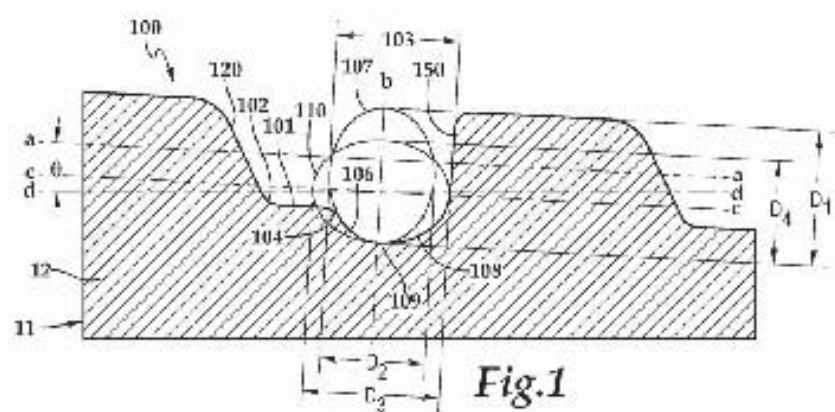


1	Título de la Invención (200 caracteres o espacios máximos)		
CONEXION ROSCADA CON UN PERFIL DE ROSCA DE RAIZ MEJORADO			
2	Datos del Solicitante / Titular		
Nombre:	TENARIS CONNECTIONS LIMITED	Dirección Electrónica:	sic@castellanosyco.co
Dirección:	112 Bonadie Street, Kingstown, SAN VICENTE Y LAS GRANADINAS	Domicilio/País de constitución:	SAINT VINCENT AND THE GRENADINES - SAINT GEORGE - KINGSTOWN
Identificación:			
☐ CEDULA DE CIUDADANIA ☒ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE		☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ NIT	

Número: 516861771017-															
3	Solicitantes														
<table><tr><td>Apellidos - Nombres o Razón Social</td><td>Tipo</td><td colspan="2">Identificación</td></tr><tr><td>1. TENARIS CONNECTIONS LIMITED</td><td>NN</td><td colspan="2">516861771017</td></tr></table>				Apellidos - Nombres o Razón Social	Tipo	Identificación		1. TENARIS CONNECTIONS LIMITED	NN	516861771017					
Apellidos - Nombres o Razón Social	Tipo	Identificación													
1. TENARIS CONNECTIONS LIMITED	NN	516861771017													
4	Datos del Inventor														
Nombre:		GASTON MAURO MAZZAFERRO	Dirección Electrónica: sic@castellanosyco.co												
Dirección:		Dr. Simini 250, B2804MHA Campana, Buenos Aires, ARGENTINA	Domicilio/País de constitución: ARGENTINA - DISTRITO FEDERAL / BUENOS AIRES - BUENOS AIRES												
Identificación: ☐ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ NIT ☒ No Aplica Número: -															
5	Inventor(es)														
<table><tr><td>Apellidos - Nombres</td><td>Domicilio</td></tr><tr><td>1. MAZZAFERRO GASTON MAURO</td><td>ARGENTINA</td></tr><tr><td>2. COPPOLA TOMMASO</td><td>ITALIA</td></tr><tr><td>3. AMATO STEFANO</td><td>ITALIA</td></tr><tr><td>4. AGUILAR ARMENDARIZ RAMON ALBERTO</td><td>MEXICO</td></tr><tr><td>5. DARCIS PHILIPPE PIERRE</td><td>MEXICO</td></tr></table>				Apellidos - Nombres	Domicilio	1. MAZZAFERRO GASTON MAURO	ARGENTINA	2. COPPOLA TOMMASO	ITALIA	3. AMATO STEFANO	ITALIA	4. AGUILAR ARMENDARIZ RAMON ALBERTO	MEXICO	5. DARCIS PHILIPPE PIERRE	MEXICO
Apellidos - Nombres	Domicilio														
1. MAZZAFERRO GASTON MAURO	ARGENTINA														
2. COPPOLA TOMMASO	ITALIA														
3. AMATO STEFANO	ITALIA														
4. AGUILAR ARMENDARIZ RAMON ALBERTO	MEXICO														
5. DARCIS PHILIPPE PIERRE	MEXICO														
6	Datos Inventor(es)														

País de Residencia	Departamento/Estado	Ciudad	Dirección
1. ARGENTINA	DISTRITO FEDERAL / BUENOS AIRES	BUENOS AIRES	Dr. Simini 250, B2804MHA Campana, Buenos Aires, ARGENTINA
2. ITALIA	LAZIO	ROMA	Via di Castel Romano, 100, I-00128 Roma, ITALIA
3. ITALIA	LAZIO	ROMA	Via di Castel Romano, 100, I-00128 Roma, ITALIA
4. MEXICO	VERACRUZ	VERACRUZ	Km. 433.7 Carretera México, Veracruz, Via Xalapa, Veracruz 91697, MEXICO
5. MEXICO	VERACRUZ	VERACRUZ	Km. 433.7 Carretera México, Veracruz, Via Xalapa, Veracruz 91697, MEXICO
7	Datos del Representante Legal / Apoderado		
Nombre:	MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO	Dirección Electrónica:	sic@castellanosyco.co
Dirección:	CALLE 94A 7A 09	Domicilio/País de constitución:	COLOMBIA - BOGOTA D.C. - BOGOTA D.C.
Identificación:			
☒ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ NIT			
Número:	39779654-		
Presentación de Poder			

Año de Radicación				
Número de Radicación				
8	Datos Solicitud: PCT / WO			
Número Solicitud:		PCT/IB2012/056597	Fecha Solicitud:	21/11/2012
Número Publicacion:		WO 2013/084099	Fecha Publicacion:	13/06/2013
9	Declaraciones de prioridad		☒ SI ☐ NO	
1.	(33) País de origen ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA	Codigo del país US	(31) No. Solicitud 13/315,354	(32) Fecha _ 09/12/2011
10	Reivindicaciones			
Número reivindicaciones:		61	Pago Reivindicaciones:	Si
11	Reducción de tasas.			
<i>Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.</i> ☐ SI ☒ NO Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.				
☐ Micro, pequeñas y medianas empresas ☐ Universidades públicas o privadas ☐ Entidades sin ánimo de lucro Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos				
12	Documentos Anexos			
☒ Reivindicaciones ☒ Descripción ☐ Dibujos y/o Figuras ☒ Resumen ☐ Certificado Depósito Material Biológico ☐ Uso de Conocimiento tradicional ☐ Listado de secuencias ☒ Artes finales 12 x 12 cm ☒ Poderes, si fuere el caso ☐ Copia de la primera solicitud si se reivindica prioridad ☐ Traducción simple de la primera solicitud, si se reivindica prioridad ☒ Otros Anexos				



CONEXIÓN ROSCADA CON UN PERFIL DE ROSCA DE RAÍZ MEJORADO

Campo de la invención

[0001] La presente invención se refiere en general a las conexiones de tuberías, y en particular a una conexión roscada que tiene un diseño de perfil de rosca raíz mejorado
5 que mejora la resistencia a la fatiga.

Antecedentes

[0002] La búsqueda de petróleo o más en general de hidrocarburos es cada vez más exigente en términos de hardware y dispositivos en los últimos años ya que los campos de petróleo y gas (depósitos) se ubican más profundamente en la tierra o en lugares
10 difíciles de alcanzar.

[0003] Numerosas perforaciones en tierra y actividades de producción requieren conexiones tubulares que tienen altos niveles de resistencia a la fatiga, por ejemplo, aplicaciones de perforación y aplicaciones térmicas.

[0004] Además, la exploración y producción de yacimientos de hidrocarburos en
15 ambientes de aguas profundas (aplicaciones en alta mar) se ha incrementado y requiere conexiones tubulares que son más resistentes a los desafíos ambientales, tales como la fatiga y la corrosión.

[0005] Las plataformas off-shore tienen instalaciones de producción ubicadas por encima de la superficie del mar. Estas instalaciones se utilizan con frecuencia para la explotación
20 de yacimientos de hidrocarburos situados por debajo del lecho marino. Estas plataformas están ancladas al lecho y trenes tubulares se utilizan para transportar los hidrocarburos de los pozos perforados en los depósitos debajo del lecho marino. Los trenes tubulares se denominan a veces en la técnica como "elevadores".

[0006] Estos trenes elevadores están sumergidos en el mar y están sujetos a los
25 movimientos causados por las corrientes marinas y los movimientos de las olas superficiales. Debido a los movimientos continuos y periódicos del mar, los trenes tubulares no permanecen inmóviles, sino que están sujetos a movimientos laterales de pequeña magnitud que pueden producir deformaciones en ciertas partes de las conexiones tubulares. Estos trenes elevadores deben soportar cargas que inducen
30 tensiones de fatiga en los tubos y las conexiones tubulares, en particular con respecto a la zona de la conexión roscada. Estas tensiones tienden a causar rupturas en el tubo y / o la conexión en la proximidad de la rosca y hay una necesidad de mejorar la resistencia a la fatiga de las conexiones roscadas.

[0007] Algunas patentes de la técnica anterior, por ejemplo, la Patente Estadounidense
35 7.780.202 y la Patente Estadounidense 6.609.735 revelan conexiones con encastre del

tipo flanco a flanco ("FTF") que están sujetas a fatiga, incluyendo conectores de elevadores.

[0008] Otras conexiones roscadas con ajuste por interferencia convencionales del arte previo (incluyendo formas de rosca tipo buttress API), tienen perfiles en los que las roscas se acoplan a lo largo de un flanco al armarse. Este tipo de conexión debe descargar completamente el flanco de contacto, se someten a un movimiento relativo entre el perno y el acoplamiento hasta que los flancos opuestos entran en contacto, y luego transfieren la carga al flanco recién contactado. Las cargas laterales cíclicas y transferencias de carga repetidas hacen que estos tipos de conexiones sean especialmente susceptibles a fallas por fatiga.

[0009] En las roscas (FTF) flanco a flanco, durante el armado, el contacto se establece entre los flancos de enchufe y carga. Hay un espacio entre las crestas y las raíces. El filete está diseñado con los dientes de rosca de un miembro más ancho que los dientes de acoplamiento del otro miembro (por ejemplo, interferencia flanco a flanco). Debido a la inclinación de los flancos, las fuerzas de contacto (normales a la superficie del flanco) colocan el componente principal en una dirección axial, presionando el material que forma los dientes de la rosca. Para lograr la interferencia flanco a flanco, las fuerzas de contacto trabajan principalmente sobre la elasticidad de los dientes. La elasticidad de los dientes es muy baja de modo que se alcanzan altas presiones de contacto durante el armado. Esto explica por qué las roscas FtF tienen una alta tendencia al desgaste durante el armado.

[0010] Entre las desventajas adicionales de las roscas FTF pueden mencionarse ángulos muy inclinados del flanco de ataque de la rosca, medidos respecto de una superficie perpendicular al eje de la tubería. La acción de compresión de la conexión es satisfactoria, porque este tipo de solución ayuda a la aparición del fenómeno denominado "salto" cuando las fuerzas de compresión exceden ciertos límites. El salto se produce cuando el segmento de tubo macho se desliza en el segmento femenino, superando la resistencia dada por el roscado de las dos piezas. Este fenómeno se produce con mayor frecuencia cuanto más inclinado es el ángulo de ataque.

[0011] Otras desventajas del tipo de rosca FtF es que está sujeta a un alto riesgo de agarrotamiento de la articulación con el consiguiente riesgo de no garantizar el cierre hermético de los fluidos en el interior del tubo. Debido al efecto de agarrotamiento, el par varía en gran medida que procede la operación de apriete (armado) del empalme. Este tipo de empalme tiene típicamente más vueltas. Esto introduce dificultades en la fabricación del empalme y crea la posibilidad de imprecisión en la aplicación de la fuerza de torsión de armado correcta.

[0012] En las roscas Cresta-a-Raíz (CTR) (que se utilizan en la conexión roscada de la presente exposición), durante el armado, se establece el contacto entre un par de flancos complementarios (flancos de carga de tensión o flanco de enchufe por compresión) y también el contacto entre cresta y raíces. La rosca CTR está diseñada con una interferencia entre la cresta y las raíces. En este caso, el componente principal de las fuerzas de contacto (normal a la superficie de la cresta / raíz) se coloca en una dirección radial, y así la interferencia se logra aprovechando la elasticidad de un cuerpo tubular por deformación geométrica de la tubería. Sólo una pequeña parte de la interferencia se logra mediante la elasticidad de los dientes de rosca, de modo que las presiones de contacto alcanzadas en los dientes son más bajas que en el caso de roscas FTF, y así la tendencia al desgaste durante el armado disminuye.

[0013] El diseño CTR de la presente descripción tiene un comportamiento a la fatiga óptimo y también una tendencia muy baja al desgaste durante el armado. Por lo tanto, la presencia de micro grietas (debido a desgaste) se reduce al mínimo.

[0014] La presente descripción se puede utilizar en conexiones integrales, conexiones roscadas y acopladas y en conectores roscados de diámetro exterior grande ("OD") para aplicaciones en agua y en tierra. Hay dos tipos principales de conectores roscados de diámetro exterior grande utilizados para los elevadores de producción. El primer tipo se conoce en la técnica como "soldado"; el perno y la caja se mecanizan por separado a partir de un material de pared gruesa y luego se sueldan al tubo. En el segundo tipo, denominado en la técnica "roscado y acoplado", el perno se suele mecanizar directamente sobre los extremos del tubo. La caja está mecanizada en cada extremo de un acoplamiento que se utiliza para unir los extremos de tubería.

[0015] Por otra parte, el diseño de la presente descripción pueden ser combinado con configuraciones de sellado metal con metal internas y/o externas y/o intermedias, sellos elastoméricos internos y externos, sellos metal con metal intermedios, y roscas de dos pasos. Para los conectores de gran diámetro, es posible emplear guías de penetración y dispositivos anti-rotación junto con el perfil de rosca de esta descripción.

Resumen

[0016] Se revela un diseño de conexión roscada que tiene una elipse doble en la raíz de la rosca para reducir la tensión por fatiga. En el diseño de la presente descripción el radio del concentrador de esfuerzos (situado en el empalme entre la raíz y el flanco de carga) se incrementa utilizando una configuración de doble elipse (superficie curva con un radio variable, no un arco de un círculo que tiene un radio constante). Esta configuración permite maximizar el radio del concentrador de esfuerzos pero también minimiza la pérdida de contacto entre los flancos de carga, y también minimiza la sección de la

conexión en la que la "sección crítica" se ve disminuida. Otra ventaja de este perfil es que el concentrador de esfuerzos se pone lejos de los puntos de contacto entre el perno y la caja de modo que el estado tensional en el concentrador de esfuerzos es más beneficioso para el comportamiento ante la fatiga del empalme. En el nuevo diseño descrito en este documento, el contacto máximo entre los flancos de carga y las crestas y raíces se asegura () de modo que el movimiento relativo entre las partes de la conexión se reduce al mínimo. En general, el perfil de la superficie de la raíz en la presente descripción se compone de una parte lineal y una parte curvada que tiene un perfil elíptico doble.

[0017] En particular, se revela un diseño para una rosca macho o hembra, que está dispuesta en un extremo de un elemento tubular. La rosca macho o hembra incluye: una superficie de raíz cónica que tiene un primer ángulo de conicidad (β), medido desde el eje longitudinal (aa) de la rosca, dicha superficie de raíz cónica se une tangencialmente a un primer extremo mediante una superficie curva convexa de un radio de curvatura constante a un flanco de enchufe, dicha superficie de raíz cónica se une en un segundo extremo por una superficie curva cóncava de radio de curvatura constante a un canal de raíz. El canal de raíz se extiende desde la superficie de raíz cónica hasta un flanco de carga.

[0018] El canal de raíz incluye: una primera parte que comprende una primera superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura, dicha primera superficie elíptica es parte de una elipse, y dicho canal de raíz incluye además una segunda porción que comprende una segunda superficie elíptica que tiene un radio de curvatura variable, dicha segunda superficie elíptica es parte de una segunda elipse, dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica en un punto de unión que define la parte inferior del canal de raíz, y dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente por un segundo extremo al flanco de carga. La parte inferior del canal de raíz está dispuesta en la pared lateral del elemento tubular por debajo del nivel de la superficie de raíz cónica

[0019] La superficie de raíz cónica (101) incluye un primer ángulo de conicidad (β) medido entre la superficie de raíz cónica 101 y un eje longitudinal (aa) de la de la rosca. En algunas implementaciones, el primer ángulo de conicidad (β) es de 0 grados, de tal manera que la superficie de raíz cónica (101, 301) es paralela al eje de roscado (aa). En otras implementaciones el primer ángulo de conicidad (β) es mayor que 0 pero menor que el valor de medición de un ángulo medido entre un flanco enchufe 220 de la rosca macho y el eje de rosca (aa).

[0020] En algunas implementaciones de un ángulo theta medido entre el eje de rosca (aa) y el eje longitudinal (dd) de la pared lateral del elemento tubular (11) oscila entre 1,5 grados y 12 grados.

[0021] En la presente descripción, un eje mayor (cc) de la segunda elipse está dispuesto perpendicular al flanco de carga, y el eje mayor (bb) de la primera elipse es perpendicular al eje principal (cc) de la segunda elipse. El eje mayor (bb) de la primera elipse es concurrente con un eje menor de la segunda elipse.

5 [0022] En algunas implementaciones la primera elipse y la segunda elipse son del mismo tamaño. Por ejemplo, la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de la mayor eje (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera
10 elipse, y la segunda elipse tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es igual al diámetro (D2) a lo largo el eje menor de la primera elipse.

[0023] En otras implementaciones en las elipses pueden tener diferentes formas. Por ejemplo, la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y
15 la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje mayor (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse, la segunda elipse tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es mayor que el diámetro (D2) a lo largo el eje menor de la primera elipse. En otras implementaciones, el segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor de la segunda elipse es mayor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse, pero el diámetro de D1 puede
20 no ser necesariamente igual al diámetro de D3. En otras implementaciones el segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor es menor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse. En otras implementaciones del diámetro (D3) a lo largo del eje mayor (cc) de la segunda elipse es menor que el diámetro D1 a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse. En otras implementaciones, el diámetro (D3) a lo largo del eje mayor (cc) de la segunda elipse puede ser mayor que el diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse. Se entenderá y se indica expresamente que cualquier combinación de una o más de las configuraciones de diámetro de las elipses precedentes se pueden combinar para llevar a la práctica presente invención.

30 [0024] En algunas implementaciones, el flanco de carga se inclina desde el canal de raíz y un ángulo medido entre el flanco de carga y una línea perpendicular a un eje de la rosca (aa) oscila entre 0 y 5 grados. Esto se conoce en la técnica como una rosca trapezoidal. En otras implementaciones, el flanco de carga se inclina hacia el canal de la raíz y un ángulo medido entre el flanco de carga y una línea perpendicular a un eje de la rosca (aa)
35 oscila entre 0 y -9 grados. Esto se conoce en la técnica como un filete en gancho.

[0025] Las diversas implementaciones del perfil de raíz de doble elipse de la presente invención pueden ser utilizadas en una conexión roscada que tiene un elemento tubular macho que incluye una rosca macho cónica que tiene un eje de ahusamiento (aa), y un elemento tubular hembra que incluye rosca hembra cónica que tiene un eje de ahusamiento (aa), dicha rosca hembra coopera con la rosca macho cuando la conexión roscada se compone. La superficie de la raíz en al menos una de las roscas macho y hembra incluye una superficie de raíz cónica que tiene un primer ángulo de conicidad (β) medido entre la superficie de raíz cónica 101 y un eje longitudinal (aa) de la rosca, dicha superficie de raíz cónica se une tangencialmente en un primer extremo por una superficie curva convexa de un radio de curvatura constante a un flanco de enchufe, dicha superficie de raíz cónica se une en un segundo extremo por una superficie curva cóncava de radio de curvatura constante a un canal de raíz. El canal de raíz se extiende desde la superficie de raíz cónica hasta un flanco de carga. El canal de raíz incluye: una primera parte que comprende una primera superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura, dicha primera superficie elíptica es parte de una elipse, y dicho canal de raíz incluye además una segunda porción que comprende una segunda superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura, dicha segunda superficie elíptica es parte de una segunda elipse, dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica en un punto de unión que define la parte inferior del canal de raíz, y dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente por un segundo extremo al flanco de carga. La parte inferior del canal de raíz está dispuesta en la pared lateral del elemento tubular por debajo del nivel de la superficie de raíz cónica.

[0026] Se describe un método para cortar una rosca macho o hembra cónica del perfil de raíz de doble elipse de la presente invención. El método incluye: proporcionar un elemento tubular; cortar una rosca macho o hembra cónica en un extremo de dicho elemento tubular en el que dicha rosca macho o hembra cónica incluye una superficie de raíz cónica que tiene un primer ángulo de conicidad (β) medido entre la superficie de raíz cónica 101 y un eje longitudinal (aa) de la rosca, dicha superficie de raíz cónica se une tangencialmente en un primer extremo por una superficie curva convexa de un radio de curvatura constante a un flanco de enchufe, dicha superficie de raíz cónica se une en un segundo extremo por una superficie curva cóncava de radio de curvatura constante a un canal de raíz. El canal de raíz se extiende desde la superficie de raíz cónica hasta un flanco de carga. El canal de raíz incluye: una primera parte que comprende una primera superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura, dicha primera superficie elíptica es parte de una elipse, y dicho canal de raíz incluye además una segunda porción que comprende una segunda superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura,

dicha segunda superficie elíptica es parte de una segunda elipse, dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica en un punto de unión que define la parte inferior del canal de raíz, y dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente por un segundo extremo al flanco de carga. La parte inferior del canal de raíz está dispuesta en la pared lateral del elemento tubular por debajo del nivel de la superficie de raíz cónica.

[0027] Los detalles de una o más implementaciones de la invención se exponen en los dibujos adjuntos y la descripción que sigue. Otras características, objetos y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la descripción y los dibujos, y de las reivindicaciones.

Descripción de los dibujos

[0028] La figura 1 es una sección transversal parcial de una primera implementación de un diseño de conexión roscada que tiene una elipse doble en la raíz de la rosca para reducir la tensión a la fatiga;

[0029] La figura 1A es una parte ampliada de la sección transversal de la figura 1, en la que el ángulo de ahusamiento de la rosca está más ampliado a efectos ilustrativos;

[0030] La figura 2 es una sección transversal parcial de una segunda implementación de un diseño de conexión roscada que tiene una elipse doble en la raíz de la rosca para reducir la tensión a la fatiga;

[0031] La figura 2A es una parte ampliada de la sección transversal de la figura 2, en la que el ángulo de ahusamiento de la rosca está más ampliado a efectos ilustrativos;

[0032] La figura 3 es una sección transversal parcial de una tercera realización de un diseño de conexión roscada que tiene una elipse doble en la raíz de la rosca para reducir la tensión a la fatiga;

[0033] La figura 3A es una parte ampliada de la sección transversal de la figura 3, en la que el ángulo de ahusamiento de la rosca está más ampliado a efectos ilustrativos;

[0034] Las figuras 4A a 4D son secciones transversales parciales que ilustran diferentes perfiles raíz de una rosca Cresta-a-Raíz ("CtR");

[0035] La figura 5 es una sección transversal parcial de una conexión tubular con un perfil de roscado de la figura 1;

[0036] La figura 6 es una sección transversal parcial de una conexión tubular con un perfil de roscado de la figura 2;

[0037] La figura 7 es una sección transversal parcial de una conexión tubular con un perfil de roscado de la figura 3;

[0038] La figura 8A es una ilustración gráfica de los datos generados de un análisis de elementos finitos que indica los ciclos estimados hasta la falla por fatiga de una rosca CTR del arte previo convencional;

5 [0039] La figura 8B es una ilustración gráfica de los datos generados de un análisis de elementos finitos que indica los ciclos estimados hasta la falla por fatiga de una rosca elíptica doble de la presente descripción;

[0040] La figura 9A es una ilustración gráfica de los datos generados de un análisis de elementos finitos que indica la distribución de tensiones para una rosca CTR del arte previo convencional, y

10 [0041] La figura 9B es una ilustración gráfica de los datos generados de un análisis de elementos finitos que indica la distribución de tensiones para una rosca elíptica doble de la presente descripción;

[0042] Los símbolos de referencia en los diversos dibujos indican elementos similares.

Descripción detallada

15 [0043] Con referencia a la figura 1 se ilustra una primera implementación de un diseño de conexión roscada que tiene una elipse doble en la raíz de la rosca para reducir la tensión a la fatiga. Un elemento tubular tiene una rosca macho 100 dispuesta en un extremo del perno 12 del elemento tubular 11. La rosca macho 100 incluye una superficie de raíz cónica 101. En la primera implementación ilustrada en la Figura 1, la superficie de raíz cónica 101 es paralela al eje de roscado (aa). El eje de roscado (aa) forma un ángulo θ de aproximadamente 2,4 grados con un eje longitudinal (dd) de la pared del tubo 11. El rango para theta en esta aplicación puede variar desde aproximadamente 1,5 grados a 12 grados, y más preferiblemente de 1,5 a 4,5 grados. Se entenderá que en esta forma de realización, puesto que la superficie de raíz cónica 101 es paralela al eje AA de la rosca, un ángulo β entre la superficie de la raíz de la cónica 101 y el eje de rosca (aa) será igual a 0 grados. Sin embargo, en una modificación de esta realización, el ángulo β puede tener otros valores (por ejemplo, véase la Figura 2).

20

[0044] La superficie de raíz cónica 101 se une tangencialmente en un primer extremo por una superficie convexa curvada 102 de un radio de curvatura constante a un flanco de enchufe 120 y la superficie de raíz cónica 101 se une en un segundo extremo por una superficie curva cóncava 104 de radio de curvatura constante a un canal de raíz 103. El canal de raíz 103 se extiende desde la superficie de raíz cónica 101 hasta un flanco de carga 150.

25

[0045] El canal de raíz 103 incluye una primera porción que comprende una primera superficie elíptica 106 que tiene un radio variable de curvatura. La primera superficie elíptica 106 es parte de una elipse 107. El canal de raíz 103 incluye además una segunda

30

35

porción que tiene una segunda superficie elíptica 108 con un radio variable de curvatura. La segunda superficie elíptica es parte de una segunda elipse 110. La segunda superficie elíptica 108 se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica 106 en un punto de unión 109 que define la parte inferior del canal de raíz 103. La
 5 segunda superficie elíptica se une tangencialmente por un segundo extremo al flanco de carga 150.

[0046] La parte inferior del canal 103 se coloca por debajo del nivel de la superficie de raíz cónica 101.

[0047] El eje mayor (bb) de la primera elipse 107 se dispone perpendicular al eje principal (cc) de la segunda elipse 110, y el eje mayor (bb) de la primera elipse 107 es concurrente con (está alineado y superpuesto) un eje menor de la segunda elipse 110. Esta configuración asegura que las elipses 107 y 110 se unan tangencialmente en el punto de
 10 unión 109.

[0048] En la primera implementación ilustrada en la Figura 1, el eje mayor (cc) de la
 15 segunda elipse 110 está dispuesto perpendicular al flanco de carga 150. Esta configuración asegura que la segunda elipse 110 se una tangencialmente al flanco de carga 150.

[0049] En la primera implementación ilustrada en la Figura 1, la primera elipse 107 tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo del eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse 110 tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo del eje mayor (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse 107, y la segunda elipse 110 tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es igual al diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse 107. En esta configuración la primera elipse 107 y
 20 la segunda elipse 110 son de forma idéntica. Alternativamente, se entenderá que en el diseño de rosca 100, la primera elipse 107 y la segunda elipse 110 pueden tener diferentes diámetros relativos. Por ejemplo, la primera elipse 107 puede ser más larga y más estrecha que la aplicación que se ilustra en la figura 1 (por ejemplo, la elipse puede tener una forma similar a la elipse 207 que se ilustra en la Figura 2).

[0050] Se entenderá que una conexión por caja hembra puede tener los mismos elementos y perfil que la rosca macho 100 ilustrada y expuesta anteriormente.
 30

[0051] Con referencia a la figura 5 se ilustra una conexión tubular 10 que tiene un primer tubo 11 con un extremo de perno macho 12 con la rosca cónica macho 100 (tal como se ilustra en la Figura 1) montada a un extremo de la caja hembra 14 de un segundo tubo 13.
 35 El extremo de caja hembra 14 se ilustra con el mismo perfil de roscado 100 que la rosca macho 100. Conforme se expone se entenderá que la rosca macho y la

rosca hembra no tienen que ser idénticas y, o bien la rosca macho o la rosca hembra pueden tener modificaciones tal como se indica a continuación.

[0052] En la primera aplicación que se ilustra en las Figuras 1, 1 A y 5, el flanco de carga 150 está inclinado de forma positiva fuera del canal de raíz 103. (Se observará que la Figura 1A tiene el ángulo de flanco de carga 150 exagerado con fines ilustrativos.) Tal configuración de la rosca se denomina en la técnica rosca trapezoidal. El ángulo del flanco de carga medido con una línea perpendicular al eje (aa) de la rosca está generalmente en el rango de 0 a 5 grados y más preferiblemente de 1,5 a 5 grados, y preferiblemente de aproximadamente 3 grados. Además, también es posible emplear ángulos de 0° (es decir, flanco de carga perpendicular al eje (aa) de la rosca). Además, también se pueden utilizar ángulos negativos de flanco de -9 ° a 0 (por ejemplo, véase la Figura 3a) para las variaciones de esta realización. Es decir, el ángulo del flanco de carga puede variar de -9 ° a 5 ° y un rango preferido para esta realización es de 1,5 ° a 5 ° y el valor preferido es de 3°.

[0053] Con referencia a la figura 2 se ilustra una segunda realización de un diseño de conexión roscada que tiene una elipse doble en la raíz de la rosca para reducir la tensión a la fatiga. Un eje de roscado (aa) forma un ángulo theta preferido de aproximadamente 2,4 grados con un eje longitudinal (dd) de la pared del tubo 21. El rango para theta en esta aplicación puede variar desde aproximadamente 1,5 grados a 12 grados, y más preferiblemente de 1,5 a 4,5 grados.

[0054] En la segunda aplicación, una rosca cónica 200 incluye una superficie de raíz cónica 201 dispuesta a un ángulo de conicidad (β) medido entre la superficie de la raíz 201 y el eje del cono (aa) de la rosca. El ángulo de conicidad (β) medido desde el eje del cono (aa) de la rosca es menor que un ángulo medido entre el flanco enchufe (220) y el eje AA de la rosca. La superficie de raíz cónica 201 se une tangencialmente en un primer extremo por una superficie convexa curvada 202 de un radio de curvatura constante a un flanco de enchufe 220 y la superficie de raíz cónica 201 se une en un segundo extremo por una superficie curva cóncava 204 de radio de curvatura constante a un canal de raíz 203. El canal 203 se extiende desde la raíz de la superficie de raíz cónica 201 a un flanco de carga 250.

[0055] El canal raíz 203 incluye una primera porción que tiene una primera superficie elíptica 206 con un radio variable de curvatura. La primera superficie elíptica 206 es parte de una elipse 207. El canal de raíz 203 incluye además una segunda porción que tiene una segunda superficie elíptica 208 con un radio variable de curvatura. La segunda superficie elíptica es parte de una segunda elipse 210. La segunda superficie elíptica 208 se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica 206 en un

punto de unión 209 que define la parte inferior del canal de raíz 203. La segunda superficie elíptica se une tangencialmente por un segundo extremo al flanco de carga 250. La parte inferior del canal 203 se coloca por debajo del nivel de la superficie de raíz cónica 201.

5 [0056] El eje mayor (bb) de la primera elipse 207 se dispone perpendicular al eje principal (cc) de la segunda elipse 210, y el eje mayor (bb) de la primera elipse 207 es concurrente con (alineado y superpuesto) un eje menor de la segunda elipse 210. Esta configuración asegura que las elipses 207 y 210 se unan tangencialmente en el punto de unión 209.

10 [0057] En la segunda aplicación que se ilustra en la figura 2, el eje mayor (cc) de la segunda elipse 210 está dispuesto perpendicular al flanco de carga 250. Esta configuración asegura que la segunda elipse 210 se una tangencialmente al flanco de carga 250.

15 [0058] En la segunda aplicación, la primera 207 elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse 210 tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse 207, y la segunda elipse 210 tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es mayor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse 207. Alternativamente, se entenderá que en el
20 diseño de rosca 200, la primera 207 y la segunda elipse 210 pueden tener diferentes diámetros relativos. Por ejemplo, la segunda elipse 210 puede tener un primer diámetro (D3) a lo largo de un eje mayor que puede ser mayor que el diámetro (D1) a lo largo del eje mayor de la primera elipse.

25 [0059] Se entenderá que una conexión por caja hembra puede tener los mismos elementos y perfil que la rosca macho 200 ilustrada y expuesta anteriormente.

[0060] Con referencia a la figura 6 se ilustra una conexión tubular 20 que tiene un primer tubo 21 con un extremo de perno macho 22 con la rosca cónica macho 200 (tal como se ilustra en la Figura 2) montada a un extremo de la caja hembra 24 de un segundo tubo 23. El extremo de la caja hembra 24 se ilustra con una modificación de perfil de rosca 100
30 (como se ilustra en la figura 3). Se comprenderá que la rosca macho y la rosca hembra no tienen que ser idénticas, como se ilustra en la figura 6, siempre y cuando las superficies estén diseñadas para acoplarse correctamente. También se entenderá que la rosca macho y la rosca hembra pueden ser idénticas conforme lo ya expuesto en la presente memoria con respecto a las Figuras 1 y 5.

35 [0061] En la segunda aplicación (ver Figuras 2, 2A y 6), el flanco de carga 250 está inclinado de forma positiva desde el canal de raíz 203. (Se observará que la Figura 2A

tiene el ángulo del flanco de carga 150 exagerado con fines ilustrativos). Tal configuración de la rosca es denominada en la técnica rosca trapezoidal. El ángulo del flanco de carga 250 medido entre una línea perpendicular al eje de la tubería (aa) de la rosca está generalmente en el rango de 0 a 5 grados y más preferiblemente de 1,5 a 5 grados, y
5 preferiblemente de aproximadamente 3 grados. En variaciones de esta realización un ángulo de 0 ° (es decir, flanco de carga perpendicular al eje (AA) también se puede utilizar. Además, ángulos negativos de flanco de -9 ° a 0 (por ejemplo, véase la Figura 3) también pueden ser usados para esta realización. Es decir, el ángulo del flanco de carga puede variar de -9 ° a 5 ° con un intervalo preferido para esta forma de realización de 1,5 °
10 a 5 ° siendo el valor preferido de 3 °.

[0062] Con referencia a la figura 3 se ilustra una tercera realización de un diseño de conexión roscada 300 que tiene una elipse doble en la raíz de la rosca para reducir la tensión a la fatiga. La rosca macho cónica 300 incluye una superficie de raíz cónica 301. El eje de la rosca (aa) forma un ángulo theta preferido con el eje longitudinal del tubo (dd)
15 de aproximadamente 8 grados. El rango para theta en esta aplicación puede variar de aproximadamente 1,5 ° a 12 grados y más preferiblemente de 4,5 grados a 12 grados.

[0063] En la tercera implementación ilustrada en la figura 3, la superficie de raíz cónica 301 es paralela al eje de roscado (aa) como en la aplicación de la figura 1. Se entenderá que en esta forma de realización, puesto que la superficie de raíz cónica 301 es paralela
20 al eje AA de la rosca, el β ángulo entre la superficie de la raíz de la raíz cónica 301 y el eje de rosca (aa) será igual a 0 grados. Sin embargo, en una modificación de esta realización, el ángulo β puede tener otros valores (por ejemplo, véase la Figura 2).

[0064] La superficie de raíz cónica 301 se une tangencialmente en un primer extremo por una superficie 302 curvada convexa de un radio de curvatura constante a un flanco de
25 enchufe 320 y la superficie de raíz cónica 301 se une en un segundo extremo por una superficie curva cóncava 304 de radio de curvatura constante a un canal de raíz 303. El canal de raíz 303 se extiende desde la superficie de raíz cónica 301 hasta un flanco de carga 350.

[0065] El canal de raíz 303 incluye una primera porción que tiene una primera superficie elíptica 306 con un radio variable de curvatura. La primera superficie elíptica 306 es parte
30 de una elipse 307. La segunda superficie elíptica es parte de una segunda elipse 310. El canal de raíz 303 incluye además una segunda porción que tiene una segunda superficie elíptica 308 con un radio variable de curvatura. La segunda superficie elíptica 308 se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica 306 en un punto de
35 unión 309 que define la base del canal de raíz 303. La segunda superficie elíptica se une

tangencialmente por un segundo extremo al flanco de carga 350. La parte inferior del canal 303 se coloca por debajo del nivel de la superficie de raíz cónica 301.

[0066] En la tercera implementación ilustrada en la figura 3, la primera elipse 307 tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo del eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo del eje mayor (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse 307, y la segunda elipse 310 tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es igual al diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse 307. Alternativamente, se entenderá que en el diseño de rosca 300, la primera elipse 307 y la segunda elipse 310 pueden tener diferentes diámetros relativos. Por ejemplo, la primera elipse 307 puede ser más larga y más estrecha que la aplicación que se ilustra en la figura 3 (por ejemplo, la elipse puede tener una forma similar a la elipse 207 ilustrada en la Figura 2).

[0067] El eje mayor (bb) de la primera elipse 307 se dispone perpendicular al eje principal (cc) de la segunda elipse 310, y el eje mayor (bb) de la primera elipse 307 es concurrente con (alineado y superpuesto) un eje menor de la segunda elipse 310. Esta configuración asegura que las elipses 307 y 310 se unan tangencialmente en el punto de unión 309.

[0068] En la tercera implementación ilustrada en la figura 3, el eje mayor (cc) de la segunda elipse 310 está dispuesto perpendicular al flanco de carga 350. Esta configuración asegura que la segunda elipse 310 se una tangencialmente al flanco de carga 350. Todas las orientaciones del otro eje se definen con respecto al eje cc de la segunda elipse 310.

[0069] Se entenderá que una conexión por caja hembra puede tener los mismos elementos y de perfil que la rosca macho 300 ilustrada y expuesta anteriormente.

[0070] Con referencia a la figura 7 se ilustra una conexión tubular 30 que tiene un primer tubo 31 con un extremo de perno macho 32 con la rosca cónica macho 300 (tal como se ilustra en la Figura 3) montada a un extremo de la caja hembra 34 de un segundo tubo 33. El extremo de la caja hembra 34 se ilustra con el mismo perfil de roscado 300 que la rosca macho 300. Como se ha discutido anteriormente en la presente memoria con respecto a las Figuras 2 y 6, se entenderá que la rosca macho y la rosca hembra no tienen que ser idénticas y, o bien la rosca macho o la rosca hembra pueden tener modificaciones, siempre que los perfiles concuerden entre sí.

[0071] En la tercera aplicación ilustrada en las Figuras 3, 3 A y 7, el flanco de carga 350 está inclinado hacia el canal de raíz 303. (Se observará que la Figura 3A tiene el ángulo del flanco de carga 350 exagerado con fines ilustrativos.) Tal configuración de la rosca es denominada en la técnica rosca en gancho. El ángulo del flanco de carga medido con una

línea perpendicular al eje (aa) de la rosca está generalmente en el rango de -9 a 0 grados y más preferiblemente de -9 a -1,5 grados y preferiblemente es de alrededor -3 grados. Además, ángulos de 0 ° (es decir, flanco de carga perpendicular al eje (AA) también se puede utilizar. Además, ángulos positivos de flanco de 0 ° a 5 grados (por ejemplo, véase la Figura 1a) también pueden ser utilizados para variaciones de esta forma de realización. Es decir, el ángulo gama del flanco de carga puede variar de -9 ° a 5, más preferiblemente un ángulo puede variar entre -9--1.5 y un valor preferido para esta realización es -3 °.

[0072] La presente descripción también incluye un método de corte de una rosca macho o hembra 100, 200, 300 en un extremo de un elemento tubular. El método incluye:

proporcionar un elemento tubular 11, 21, 31, 13, 23, 33; cortar una rosca macho o hembra cónica en un extremo respectivo de perno 12, 22, 32 o extremo de caja 14, 24, 34 del elemento tubular en tanto la rosca cónica incluye una superficie de raíz 101, 201, 301. La superficie de raíz cónica 101, 201, 301 se une tangencialmente en un primer extremo por una superficie convexa curvada 102, 202, 302 de un radio de curvatura constante a un flanco de enchufe 120, 220, 320. La superficie de raíz cónica 101, 201, 301 está unida en un segundo extremo por una superficie curva cóncava 104 de radio de curvatura constante a un canal de raíz 103, 203, 303 se extiende desde la superficie de raíz cónica 101, 201, 301 a un flanco de carga 150, 250, 350. El canal de raíz 103, 203, 303 incluye: una primera parte que comprende una primera superficie elíptica 106, 206, 306 que tiene un radio variable de curvatura, dicha primera superficie elíptica 106, 206, 306 es parte de una elipse 107, 207, 307, y el canal de raíz 103, 203, 303 incluye además una segunda porción que comprende una segunda superficie elíptica 108, 208, 308 con un radio variable de curvatura, dicha segunda superficie elíptica es parte de la segunda elipse 110, 210, 310. La segunda superficie elíptica 108, 208, 308 se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica 106, 206, 306 en un punto de unión que define la base del canal 109, 209, 309. La segunda superficie elíptica se une tangencialmente por un segundo extremo al flanco de carga 105, 205, 305. La segunda superficie elíptica tiene su eje mayor (cc) perpendicular al flanco de carga 150, 250, 350. El eje mayor bb es perpendicular al eje mayor cc. La orientación del eje se define teniendo en cuenta que cc debe ser perpendicular al flanco de carga y que bb y cc deben ser perpendiculares entre si.

Beneficios de la presente invención

[0073] El diseño de perfil de raíz de la presente descripción mejora la resistencia a la fatiga de la conexión roscada por una acción combinada de varias características que se manifiestan en el final de la operación de armado de la conexión:

a) el suministro de grandes cargas radiales ("cargas circunferenciales"), en función de la interferencia raíz a cresta. Las grandes cargas circunferenciales mejoran la resistencia a la fatiga;

b) el suministro de cargas de apoyo importantes que mejoran la resistencia a la fatiga, y

5 c) la provisión de un radio R_b alargado (del arco de la curva que conecta la raíz al flanco) disminuye la concentración de esfuerzos en las raíces de la rosca.

[0074] La configuración del presente diseño de dos elipses permite la maximización del radio del concentrador de esfuerzos en la unión entre el flanco de carga 150, 250, 350 y la superficie de la raíz 101, 201, 301, por lo que el efecto del concentrador de esfuerzo sobre
10 el comportamiento a la fatiga de la junta se reduce al mínimo. Además, el contacto eficaz entre los flancos de carga concordantes del elemento macho y hembra 12 y 14 de la conexión 10 también se maximiza y por lo tanto la eficacia de la conexión también se maximiza.

[0075] Las Figuras 4A, 4B, 4C y 4D ilustran los problemas y beneficios del cambio
15 incremental en la configuración de diseño de la técnica anterior CtR de la Figura 4A por un ejemplo de diseño de raíz de la presente descripción, como se ilustra en la figura 4D. En las Figuras 4A a 4D, R_b es el radio del arco de conexión de la raíz de la rosca macho al flanco de carga de la rosca macho. R_i es el radio del arco de conexión de la cresta de rosca y el flanco de carga de la rosca hembra. Véase la Figura 4A donde R_b y R_i son
20 iguales.

[0076] Con referencia a la figura 4A, se ilustra un contacto de flanco de carga completo. Problema: presiones de contacto sobre el concentrador de esfuerzos y bajo radio del concentrador de esfuerzos (R_b). Beneficio: alta eficiencia en tensión debido al contacto de flanco de carga maximizado L1.

[0077] Con referencia a la Figura 4B se ilustra un perfil modificado CTR (similar al diseño de la técnica anterior de la Patente Estadounidense 20110042946 A1). Beneficio: El radio R_i se amplía para evitar puntos de contacto sobre el concentrador de esfuerzos. Problema: El estado de tensión cerca del concentrador de esfuerzos se ve muy afectado por el esfuerzo y las tensiones de contacto remotas. Otro problema de esta configuración
25 es el bajo radio del concentrador de esfuerzos (R_b). Esta configuración tiene el mismo R_b que en la Figura 4A.

[0078] Con referencia a la Figura 4C para maximizar el radio R_b del concentrador de esfuerzos R_b , se dispone el límite de (R_b), ya que es importante para evitar el contacto completo de flanco de carga. Además, al aumentar R_b el efecto de las tensiones de
35 contacto en el estado de tensión alrededor del concentrador de esfuerzos se hace más grande debido a que los puntos A y C están más cerca de B.

[0079] Con referencia a la Figura 4D, el radio de concentrador de esfuerzos (RI) de la rosca macho se ha ampliado para maximizar el contacto de flanco de carga y de la cresta de contacto de la raíz. Por otra parte, el estado de tensión en el concentrador de esfuerzos está menos influenciado por las tensiones de contacto y es sólo una función de las tensiones remotas, debido al hecho de que los puntos de contacto A y C están más separados del concentrador de esfuerzos. Con esta geometría, la superficie de contacto L1 se recupera pero sin contacto en el concentrador de esfuerzos.

[0080] Con referencia a la Figura 4B (un diseño del arte previo similar a la Patente Estadounidense 2011 0042946 A1) y la figura 4D (una implementación del diseño de raíz de la presente), otra ventaja de usar el canal elíptico doble como se ilustra en las Figuras 1, 2 y 3 de la presente descripción es que el estado de tensión alrededor del concentrador de esfuerzos (KT) se ve menos afectado por los componentes de los esfuerzos debidos a los puntos de contacto ($\sigma_A \sigma_C +$), y así los valores de las tensiones son más bajos que los obtenidos para una unión sin un canal y sólo se ven afectados por el estrés remoto (σ_B).

[0081] En algunas roscas CTR de la técnica anterior (véase la Figura 4B), el estado de tensión alrededor del concentrador de esfuerzos KT es una función de las tensiones de contacto ($\sigma_A \sigma_C +$) y los esfuerzos remotos (σ_B):

$$\sigma_{KT} = \sigma_A + + \sigma_B \sigma_C$$

[0082] Sin embargo, en el conjunto de la presente descripción (véase la Figura 4D), los puntos de contacto A y C están muy lejos del concentrador de esfuerzos, por lo que el estado de tensión alrededor del concentrador de esfuerzos KT es una función sólo de las tensiones remotas (σ_B):

$$\sigma_{KT} = \sigma_B$$

[0083] Es importante señalar que la elección de las elipses para formar el canal se basa en el hecho de que las elipses son funciones que permiten la unión de dos superficies perpendiculares con una superficie curva que tiene un radio que varía de punto a punto. Por lo tanto, los radios se pueden maximizar y minimizar. Por ejemplo, un arco de círculo que tiene el mismo radio que el radio de la elipse en el KT eliminará toda posibilidad de contacto entre los flancos de carga (véanse las Figuras 1 a 3).

[0084] El uso de una segunda elipse para ir desde el flanco de carga al KT tiene por objeto maximizar el radio del KT, entonces el diseño cambia a la primera elipse para restaurar rápidamente el contacto cresta-raíz. Este diseño proporciona una eliminación mínima de la superficie de contacto cresta-raíz. Por lo tanto, las presiones de contacto se mantiene bajas (véanse las Figuras 1 a 3).

[0085] Para mejorar el efecto de la primera elipse, puede ser estrechada, como se ilustra en la segunda implementación de la presente descripción (véase la Figura 2).

[0086] Además con el aumento de la conicidad de la parte cónica de la superficie de la raíz como se ilustra en la segunda aplicación (Fig. 2), la superficie de contacto entre la cresta y la raíz es ampliada y así las presiones de contacto se reducen al mínimo y se minimiza la corrosión por frotamiento. La longitud de contacto cresta / raíz es

5 aproximadamente el doble en la segunda aplicación, en comparación con el diseño ilustrado en la primera aplicación. Este diseño minimiza el desgaste. Además, el ángulo positivo (mayor que 0) de conicidad (β) medido desde el eje del cono (aa) de la rosca ayuda a mantener el filete bloqueado. El ángulo (β) también es útil en la ampliación de la superficie de contacto cresta / raíz y al mismo tiempo proporciona un espacio adicional

10 para el canal para la reducción de la tensión en la raíz del perno (ver Figura 2).

[0087] Con referencia a las Figuras 8A, 8B, 9A y 9B, el análisis de elementos finitos ha sido empleado para generar los datos que comparan los parámetros para una rosca CtR convencional (como se ilustra en la Figura 4A) contra el ejemplo de diseño elíptico doble de la presente descripción (conforme la figura 4D). La Figura 8A ilustra los ciclos a falla

15 por fatiga para el diseño CtR estándar. La Figura 8B indica los ciclos a falla por fatiga para el diseño elíptica doble de la presente descripción. Se puede observar en las Figuras 8A y 8B cómo el diseño elíptico doble de la presente invención influye directamente en el número de ciclos hasta la rotura en la zona donde se coloca el concentrador de esfuerzos. La primera capa de material (en la zona del concentrador de esfuerzos, es decir, la unión

20 entre el flanco de carga y superficie de la raíz) en el diseño CTR estándar es el que tiene menos número de ciclos 1.120×10^3 a falla por fatiga (Fig. 8A), mientras que el área de puntos (área cerca del concentrador de esfuerzos) en el perfil elíptico doble (Fig. 8B) es el que tiene menos número de ciclos 1.0×10^4 . Se puede observar que la resistencia a la fatiga del componente se incrementa con el diseño elíptico doble de la presente invención.

25 [0088] Con referencia a las Figuras 9A y 9B, la distribución de la tensión y los valores de von Mises representativos para la rosca CtR estándar se ilustran en la figura 9A y el perfil de doble rosca elíptica de la presente descripción se ilustra en la figura 9B. Se pueden observar en la figura 9A (diseño CtR del arte previo) altos valores de Von Mises en todo el concentrador de esfuerzos y cerca de los puntos de contacto entre la rosca macho y

30 hembra cerca del concentrador de esfuerzos. Sin embargo, la Figura 9B, (el perfil de doble rosca elíptica de las presentes invenciones) demuestra un nivel más bajo de los valores de tensión y una distribución más uniforme de la tensión cerca del concentrador de esfuerzos. Los puntos de contacto entre los miembros macho y hembra están deseablemente separados del concentrador de esfuerzos y por lo tanto no contribuyen al

35 estado de la tensión de la zona cerca del concentrador de esfuerzos.

[0089] Se ha descrito cierto número de realizaciones de la invención. No obstante, se entenderá que diversas modificaciones pueden hacerse sin apartarse del espíritu y alcance de la invención. En consecuencia, otras realizaciones están dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.



(51) International Patent Classification:

F16L 15/06 (2006.01) *F16B 33/02* (2006.01)
E21B 17/042 (2006.01)

(21) International Application Number:

PCT/IB2012/056597

(22) International Filing Date:

21 November 2012 (21.11.2012)

(25) Filing Language:

English

(26) Publication Language:

English

(30) Priority Data:

13/315,354 9 December 2011 (09.12.2011) US

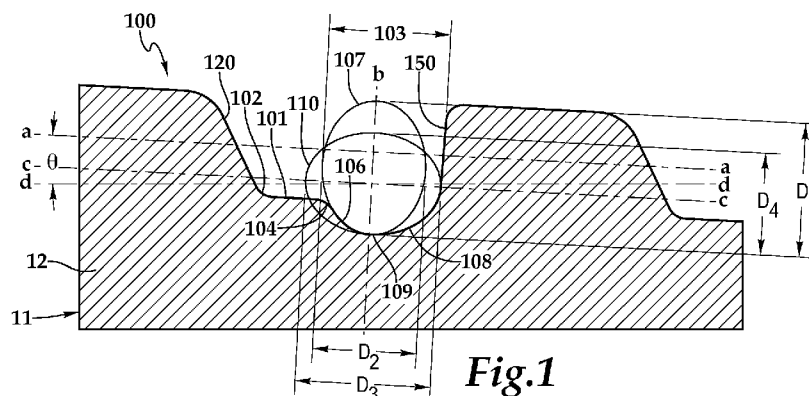
(71) Applicant: **TENARIS CONNECTION LIMITED**
[VC/VC]; 112 Bonadie Street, Kingstown (VC).(72) Inventors: **MAZZAFERRO, Gaston Mauro**; Dr. Simini
250, B2804MHA Campana, Buenos Aires (AR). **COP-
POLA, Tommaso**; Via di Castel Romano, 100, I-00128
Rome (IT). **AMATO, Stefano**; Via di Castel Romano,
100, I-00128 Rome (IT). **AGUILAR ARMENDARIZ,
Ramon Alberto**; Km. 433.7 Carretera Mexico, Veracruz,
Via Xalapa, Veracruz, 91697 (MX). **DARCIS, Philippe
Pierre**; Km. 433.7 Carretera Mexico, Veracruz, Via
Xalapa, Veracruz, 91697 (MX).(74) Agents: **HIRSCH, Marc-Roger** et al.; Hirsch & Associes,
58 avenue Marceau, F-75008 Paris (FR).

(81) **Designated States** (unless otherwise indicated, for every
kind of national protection available): AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) **Designated States** (unless otherwise indicated, for every
kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), European (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

— with international search report (Art. 21(3))

(54) Title: **THREADED CONNECTION WITH IMPROVED ROOT THREAD PROFILE**

(57) **Abstract:** A threaded connection design having a double ellipse in the thread root for reducing stress fatigue is illustrated in this disclosure. The root groove includes a first portion comprising a first elliptical surface being part of a first ellipse. The root groove further includes a second portion comprising a second elliptical surface, being part of a second ellipse, and the second elliptical surface being joined tangentially at a first end to the first elliptical surface at a junction point that defines the bottom of the root groove. The second elliptical surface is joined tangentially at a second end to the load flank.

Threaded Connection with Improved Root Thread Profile

FIELD OF INVENTION

[0001] This invention relates in general to pipe connections, and in particular to a threaded connection having an improved root thread profile design that improves fatigue resistance.

BACKGROUND

[0002] Searching for oil or more generally hydrocarbons is becoming more demanding in terms of hardware and devices in recent years because oil and gas fields (reservoirs) are located deeper in the earth or in places difficult to reach.

[0003] Numerous onshore drilling and production activities require tubular connections having high levels of fatigue resistance; for example, drilling applications and thermal applications.

[0004] Additionally, exploring and producing hydrocarbon fields in deep water environments (offshore applications) has increased and necessitates tubular connections which are more resistant to environmental challenges such as fatigue and corrosion.

[0005] Off-shore platforms have production facilities located above the sea surface. These facilities are frequently used for exploitation of hydrocarbon fields lying below the sea floor. These platforms are anchored to the sea bottom and tubular strings are used to deliver the hydrocarbons from wells drilled into reservoirs below the sea bed. The tubular strings are sometimes referred to in the art as "risers."

[0006] These riser strings are immersed in the sea and are subject to movements caused by sea currents and surface wave movements. Because of continuous and periodical movements of the sea, the tubular strings do not remain immobile, but are subject to lateral movements of small magnitude which can produce deformations in certain parts of the tubular connections. These riser strings must withstand loads which induce fatigue stresses in the tubes and the tubular connections, in particular with respect to the zone of the threaded connection. These stresses tend to cause ruptures in the tube and/or

connection in the vicinity of the thread and there is a need to improve the fatigue resistance of the threaded connections.

[0007] Some prior art patents, for example US 7,780,202 and US 6,609,735 disclose flank-to-flank ("FtF") engagement type connections which are subject to fatigue,
5 including riser connectors.

[0008] Other prior art conventional interference fit threaded connections (including API buttress-style thread forms), have profiles in which the threads engage along only one thread flank upon make up. This type of connection must completely unload the contacting flank, undergo relative movement between the pin and the coupling until the
10 opposite flanks contact, and then transfer load to the newly contacting flank. Repeated, cyclical side loading and load transfers make these connection types especially susceptible to fatigue failures.

[0009] In flank-to-flank (FtF) threads, upon make up, contact is made between both stabbing and load flanks. Clearance exists between crests and roots. The thread is
15 designed with the thread teeth of one member being wider than the mating teeth of the other member (e.g., flank to flank interference). Due to the inclination of the flanks, contact forces (normal to the surface of the flank) have the main component placed in an axial direction, pressing the material that forms the thread teeth. To achieve the flank to flank interference, contact forces work mainly on the elasticity of the teeth. The elasticity
20 of the teeth is very low so high contact pressures are reached during make up. This explains why FtF threads have high galling tendency during make up.

[0010] Additional drawbacks of FtF threads are present for very sloping angles of the lead-in flank of the thread, measured compared to a perpendicular surface to the pipe's axis. The compression action of the connection is unsatisfactory because this type of
25 solution aids the onset of the phenomenon defined as "jump-in," when the compression forces exceed certain limits. Jump-in occurs when the male pipe segment slides into the female segment, exceeding the resistance given by the threading of the two pieces. This phenomenon occurs more frequently the more inclined the angle of thread lead-in.

[0011] Other drawbacks of the FtF type of thread is that it is subject to high risk of seizure of the joint with the consequent risk of not ensuring the airtight seal of the fluids inside the tube. Due to the seizure effect, torque varies greatly as the screwing operation (make up) of the joint proceeds. This type of joint typically has more turns. This
5 introduces difficulties in making the joint and creates the possibility of imprecision in applying the correct make up torque.

[0012] In Crest-to-Root (CtR) Threads (which are used in the threaded connection of the present disclosure), upon make up, contact is made between a pair of mating flanks (load flanks for tension or stabbing flank for compression) and also contact between crest and
10 roots. The CtR thread is designed with interference between crest and roots. In this case the main component of the contact forces (normal to the surface of the crest/root) are placed in a radial direction, and so the interference is achieved taking advantage of the elasticity of a tubular body by deforming geometrically the pipe. Only a minor part of the interference is achieved by the elasticity of the thread teeth, so contact pressures achieved
15 on the teeth are lower than in the case of FtF threads, and so the galling tendency during make up is diminished.

[0013] The CtR design of the present disclosure has an optimum fatigue performance and also a very low galling tendency during make up. Therefore, the presence of micro cracks (due to such galling) is minimized.

[0014] The present disclosure can be used in integral connections, threaded and coupled connections and in big outside diameter (“OD”) threaded connectors, for offshore and onshore applications. There are two major types of big OD threaded connectors used for production risers. The first type is referred to in the art as a “welded” type; the pin and box are machined separately from heavy-wall material and then welded to the pipe. In
20 the second type, referred to in the art as “threaded-and-coupled” type, the pin is typically machined directly onto the pipe ends. The box is machined into each end of a coupling that is used to join the pipe ends together.

[0015] Moreover, the design of the present disclosure can be combined with internal and/or external/and or intermediate metal to metal seal configurations, internal and

external elastomeric seals, intermediate metal to metal seals and two step threads. For big diameter connectors, stabbing guides and anti-rotation devices can also be used together with the thread profile of this disclosure.

SUMMARY

5 [0016] A threaded connection design having a double ellipse in the thread root for reducing fatigue stress is disclosed herein. In the design of the present disclosure the radius of the stress concentrator (located in the joint between the root and the load flank) is increased using a double ellipse configuration (curved surface having variable radius, not an arc of a circle which has a constant radius). This configuration allows maximizing
10 the radius of the stress concentrator but also minimizes the loss of contact between load flanks, and also minimizes the section of the connection in which the “critical section” is diminished. Another benefit of this profile is that the stress concentrator is put away from the contact points between pin and box so the tensional state on the stress concentrator is more beneficial to the fatigue behavior of the joint. In the new design
15 disclosed herein, maximized contact between load flanks and crest and roots is assured () so the relative movement between parts of the connection is minimized. In general, the profile of the root surface in the present disclosure is composed by a linear portion and a curved portion having a double elliptical profile.

[0017] In particular, a design for a male or female threading, which is disposed on an end
20 of a tubular element, is disclosed. The male or female threading includes: a tapered root surface having a first angle of taper (β) measured from a longitudinal axis (aa) of the threading, said tapered root surface being joined tangentially at a first end by a convex curved surface of a constant radius of curvature to a stabbing flank, said tapered root surface being joined at a second end by a concave curved surface of constant radius of
25 curvature to a root groove. The root groove extends from the tapered root surface to a load flank.

[0018] The root groove includes: a first portion comprising a first elliptical surface having a variable radius of curvature, said first elliptical surface being part of an ellipse,

and said root groove further including a second portion comprising a second elliptical surface having a variable radius of curvature, said second elliptical surface being part of a second ellipse, said second elliptical surface being joined tangentially at a first end to the first elliptical surface at a junction point that defines the bottom of the root groove; and
5 said second elliptical surface being joined tangentially at a second end to the load flank. The bottom of the root groove is disposed in the sidewall of the tubular element below the level of the tapered root surface

[0019] The tapered root surface (101) includes a first angle of taper (β) measured between the tapered root surface 101 and a longitudinal axis (aa) of the of the threading.

10 In some implementations the first angle of taper (β) is 0 degrees, such that the tapered root surface (101, 301) is parallel to the axis of threading (aa). In other implementations the first angle of taper (β) greater than 0 but less than the measured value of an angle measured between a stabbing flank 220 of the male threading and the axis of threading (aa).

15 [0020] In some implementations an angle theta measured between the axis of threading (aa) and the longitudinal axis (dd) of the sidewall of the tubular element (11) is between 1.5 degrees and 12 degrees.

[0021] In the present disclosure, a major axis (cc) of the second ellipse is disposed perpendicular to the load flank; and the major axis (bb) of the first ellipse is perpendicular
20 to the major axis (cc) of the second ellipse. The major axis (bb) of the first ellipse is concurrent with a minor axis of the second ellipse.

[0022] In some implementations the first ellipse and the second ellipse are the same size. For example, the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the
25 second ellipse has a predetermined diameter (D3) along the major axis (cc) that is equal to the diameter (D1) along the major axis (bb) of the first ellipse, and the second ellipse has a second diameter (D4) along a minor axis that is equal to the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse.

[0023] In other implementations the ellipses may have differing shapes. For example, the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) that is equal to the diameter (D1) along the major axis (bb) of the first ellipse, and the second ellipse has a second diameter (D4) along a minor axis that is greater than the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse. In other implementations, the second diameter (D4) along a minor axis of the second ellipse is greater than the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse, but the diameter of D1 may not necessarily be equal to the diameter of D3. In other implementations the second diameter (D4) along a minor axis is less than the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse. In other implementations the diameter (D3) along the major axis (cc) of the second ellipse is less than the diameter D1 along the major axis (bb) of the first ellipse. In other implementations, the diameter (D3) along the major axis (cc) of the second ellipse may be greater than the diameter (D1) along the major axis (bb) of the first ellipse. It will be understood and is expressly disclosed that any combination of one or more of the above ellipse diameter configurations may be combined in the implementation of this invention.

[0024] In some implementations, the load flank slopes away from the root groove and an angle measured between the load flank and a line perpendicular to an axis of the threading (aa) is in the range of 0 to 5 degrees. This is referred to in the art as a trapezoidal thread. In other implementations, the load flank slopes toward the root groove and an angle measured between the load flank and a line perpendicular to an axis of the threading (aa) is in the range of 0 to -9 degrees. This is referred to in the art as a hook thread.

[0025] The various implementations of the double ellipse root profile of the present invention may be used in a thread connection having a male tubular element including a tapered male threading having an axis of taper (aa), and a female tubular element including a tapered female threading having an axis of taper (aa), said female threading cooperates with the male threading when the threaded connection is made up. The root

surface in at least one of the male threading and female threadings includes a tapered root surface having a first angle of taper (β) measured between the tapered root surface 101 and a longitudinal axis (aa) of the threading, said tapered root surface being joined tangentially at a first end by a convex curved surface of a constant radius of curvature to a stabbing flank, said tapered root surface being joined at a second end by a concave curved surface of constant radius of curvature to a root groove. The root groove extends from the tapered root surface to a load flank. The root groove includes: a first portion comprising a first elliptical surface having a variable radius of curvature, said first elliptical surface being part of an ellipse, and said root groove further including a second portion comprising a second elliptical surface having a variable radius of curvature, said second elliptical surface being part of a second ellipse, said second elliptical surface being joined tangentially at a first end to the first elliptical surface at a junction point that defines the bottom of the root groove; and said second elliptical surface being joined tangentially at a second end to the load flank. The bottom of the root groove is disposed in the sidewall of the tubular element below the level of the tapered root surface.

[0026] A method is disclosed for cutting a tapered male or female threading of the double ellipse root profile of the present invention. The method includes: providing a tubular element; cutting a tapered male or female threading on an end of said tubular element wherein said tapered male or female threading includes a tapered root surface having a first angle of taper (β) measured between the tapered root surface 101 and a longitudinal axis (aa) of the threading, said tapered root surface being joined tangentially at a first end by a convex curved surface of a constant radius of curvature to a stabbing flank, said tapered root surface being joined at a second end by a concave curved surface of constant radius of curvature to a root groove. The root groove extends from the tapered root surface to a load flank. The root groove includes: a first portion comprising a first elliptical surface having a variable radius of curvature, said first elliptical surface being part of an ellipse, and said root groove further including a second portion comprising a second elliptical surface having a variable radius of curvature, said second elliptical surface being joined

tangentially at a first end to the first elliptical surface at a junction point that defines the bottom of the root groove; and said second elliptical surface being joined tangentially at a second end to the load flank. The bottom of the root groove is disposed in the sidewall of the tubular element below the level of the tapered root surface.

5 [0027] The details of one or more implementations of the invention are set forth in the accompanying drawings and the description below. Other features, objects, and advantages of the invention will be apparent from the description and drawings, and from the claims.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

10 [0028] FIG. 1 is a partial cross-section of a first implementation of a threaded connection design having a double ellipse in the thread root for reducing fatigue stress;

[0029] FIG. 1A is an enlarged portion of the cross-section of FIG. 1, wherein the angle of thread taper is further enlarged for illustrative purposes;

15 [0030] FIG. 2 is a partial cross-section of a second implementation of a threaded connection design having a double ellipse in the thread root for reducing fatigue stress;

[0031] FIG. 2A is an enlarged portion of the cross-section of FIG. 2, wherein the angle of thread taper is further enlarged for illustrative purposes;

[0032] FIG. 3 is a partial cross-section of a third implementation of a threaded connection design having a double ellipse in the thread root for reducing fatigue stress;

20 [0033] FIG. 3A is an enlarged portion of the cross-section of FIG. 3, wherein the angle of thread taper is further enlarged for illustrative purposes;

[0034] FIGS. 4A to 4D are partial cross-sections illustrating different root profiles of a Crest-to-Root ("CtR") thread;

25 [0035] FIG. 5 is a partial cross-section of a tubular connection with a threading profile of FIG. 1;

[0036] FIG. 6 is a partial cross-section of a tubular connection with a threading profile of FIG. 2;

[0037] FIG. 7 is a partial cross-section of a tubular connection with a threading profile of FIG. 3;

[0038] FIG. 8A is a graphical illustration of finite element analysis generated data showing estimated cycles to fatigue failure for a standard prior art CtR thread;

5 [0039] FIG. 8B is a graphical illustration of finite element analysis generated data showing estimated cycles to fatigue failure for a double elliptical thread of the present disclosure;

[0040] FIG. 9A is a graphical illustration of finite element analysis generated data showing stress distribution for a standard prior art CtR thread; and

10 [0041] FIG. 9B is a graphical illustration of finite element analysis generated data showing stress distribution for a double elliptical thread of the present disclosure;

[0042] Like reference symbols in the various drawings indicate like elements.

DETAILED DESCRIPTION

15 [0043] Referring to Fig. 1 where therein is illustrated a first implementation of a threaded connection design having a double ellipse in the thread root for reducing fatigue stress. A tubular element has a male threading 100 disposed on a pin end 12 of the tubular element 11. The male threading 100 includes a tapered root surface 101. In the first implementation illustrated in Fig. 1, the tapered root surface 101 is parallel to the axis of threading (aa). The axis of threading (aa) forms an angle θ of approximately 2.4 degrees with a longitudinal axis (dd) of the wall of the tube 11. The range for theta in this implementation may range from about 1.5 degrees to 12 degrees, and more preferably from 1.5 to 4.5 degrees. It will be understood that in this embodiment, since the tapered root surface 101 is parallel to the axis aa of the threading an angle β between the root tapered root surface 101 and the axis of threading (aa) will be equal to 0 degrees.

20

25 However, in a modification of this embodiment, the angle β may have other values (e.g., see Fig. 2).

[0044] The tapered root surface 101 is joined tangentially at a first end by a convex curved surface 102 of a constant radius of curvature to a stabbing flank 120 and the

tapered root surface 101 is joined at a second end by a concave curved surface 104 of constant radius of curvature to a root groove 103. The root groove 103 extends from the tapered root surface 101 to a load flank 150.

[0045] The root groove 103 includes a first portion comprising a first elliptical surface 106 having a variable radius of curvature. The first elliptical surface 106 is part of an ellipse 107. The root groove 103 further includes a second portion having a second elliptical surface 108 with variable radius of curvature. The second elliptical surface is part of a second ellipse 110. The second elliptical surface 108 is joined tangentially at a first end to the first elliptical surface 106 at a junction point 109 that defines the bottom of the root groove 103. The second elliptical surface is joined tangentially at a second end to the load flank 150.

[0046] The bottom of the groove 103 is placed below the level of the tapered root surface 101.

[0047] The major axis (bb) of the first ellipse 107 is disposed perpendicular to the major axis (cc) of the second ellipse 110, and the major axis (bb) of the first ellipse 107 is concurrent with (aligned with and overlaying) a minor axis of the second ellipse 110. This configuration ensures that ellipses 107 and 110 join tangentially at the junction point 109.

[0048] In the first implementation illustrated in Fig. 1, the major axis (cc) of the second ellipse 110 is disposed perpendicular to the load flank 150. This configuration ensures that the second ellipse 110 is joined tangentially to the load flank 150.

[0049] In the first implementation illustrated in Fig. 1, the first ellipse 107 has a first predetermined diameter (D1) along the major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse 110 has a predetermined diameter (D3) along the major axis (cc) that is equal to the diameter (D1) along the major axis (bb) of the first ellipse 107, and the second ellipse 110 has a second diameter (D4) along a minor axis that is equal to the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse 107. In this configuration the first ellipse 107 and the second ellipse 110 are identically shaped. Alternatively, it will be understood that in the design of

threading 100, the first ellipse 107 and the second ellipse 110 may have different relative diameters. For example, the first ellipse 107 may be longer and narrower than the implementation illustrated in Fig. 1 (e.g., the ellipse may be shaped similar to the ellipse 207 illustrated in Fig. 2).

5 [0050] It will be understood that a female box connection may have the same elements and profile as the male threading 100 illustrated and discussed above.

[0051] Referring now to Fig. 5 wherein is illustrated a tubular connection 10 having a first tube 11 with a male pin end 12 with the tapered male threading 100 (as illustrated in Fig. 1) made up to a female box end 14 of a second tube 13. The female box end 14 is
10 illustrated with the same threading profile 100 as the male threading 100. As discussed hereinafter it will be understood that the male threading and the female threading do not have to be identical and either the male threading or the female threading may have modifications as discussed hereinafter.

[0052] In the first implementation illustrated in Figs. 1, 1 A and 5, the load flank 150 is
15 sloped positively away from the root groove 103. (You will note that Fig. 1A has the angle of the load flank 150 exaggerated for illustrative purposes.) Such a thread configuration is referred to in the art as a trapezoidal thread. The angle of the load flank measured with a line perpendicular to the axis (aa) of the threading is generally in the range of 0 to 5 degrees and more preferably from 1.5 to 5 degrees and preferably about 3
20 degrees. Moreover, angles from 0° (that is to say load flank perpendicular to the axis (aa) of the threading can also be used. In addition, negative flank angles from -9° to 0 (e.g. see Fig. 3a) may also be used for variations of this embodiment. That is to say, the range angle of the load flank may range from -9° to 5° and a preferred range for this embodiment is 1.5° to 5° and the preferred value is 3°.

25 [0053] Referring to Fig. 2 where therein is illustrated a second implementation of a threaded connection design having a double ellipse in the thread root for reducing fatigue stress. An axis of threading (aa) forms a preferred angle theta of approximately 2.4 degrees with a longitudinal axis (dd) of the wall of the tube 21. The range for theta in

this implementation may range from about 1.5 degrees to 12 degrees, and more preferably from 1.5 to 4.5 degrees.

[0054] In the second implementation, a tapered threading 200 includes a tapered root surface 201 disposed at an angle of taper (β) measured between the root surface 201 and the axis of taper (aa) of the threading. The angle of taper (β) measured from the axis of taper (aa) of the threading is less than a measured angle between the stabbing flank (220) and the axis aa of the threading. The tapered root surface 201 is joined tangentially at a first end by a convex curved surface 202 of a constant radius of curvature to a stabbing flank 220 and the tapered root surface 201 is joined at a second end by a concave curved surface 204 of constant radius of curvature to a root groove 203. The root groove 203 extends from the tapered root surface 201 to a load flank 250.

[0055] The root groove 203 includes a first portion having a first elliptical surface 206 with a variable radius of curvature. The first elliptical surface 206 is part of an ellipse 207. The root groove 203 further includes a second portion having a second elliptical surface 208 with a variable radius of curvature. The second elliptical surface is part of a second ellipse 210. The second elliptical surface 208 is joined tangentially at a first end to the first elliptical surface 206 at a junction point 209 that defines the bottom of the root groove 203. The second elliptical surface is joined tangentially at a second end to the load flank 250. The bottom of the groove 203 is placed below the level of the tapered root surface 201.

[0056] The major axis (bb) of the first ellipse 207 is disposed perpendicular to the major axis (cc) of the second ellipse 210, and the major axis (bb) of the first ellipse 207 is concurrent with (aligned with and overlaying) a minor axis of the second ellipse 210. This configuration ensures that ellipses 207 and 210 join tangentially at the junction point 209.

[0057] In the second implementation illustrated in Fig. 2, the major axis (cc) of the second ellipse 210 is disposed perpendicular to the load flank 250. This configuration ensures that the second ellipse 210 is joined tangentially to the load flank 250.

[0058] In the second implementation, the first ellipse 207 has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse 210 has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) that is equal to the diameter (D1) along the major axis (bb) of the first ellipse 207, and the second ellipse 210 has a second diameter (D4) along a minor axis that is greater than the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse 207. Alternatively, it will be understood that in the design of threading 200, the first ellipse 207 and the second ellipse 210 may have different relative diameters. For example, the second ellipse 210 may have a first diameter (D3) along a major axis that may be greater than the diameter (D1) along the major axis of the first ellipse.

[0059] It will be understood that a female box connection may have the same elements and profile as the male threading 200 illustrated and discussed above.

[0060] Referring now to Fig. 6 wherein is illustrated a tubular connection 20 having a first tube 21 with a male pin end 22 with the tapered male threading 200 (as illustrated in Fig. 2) made up to a female box end 24 of a second tube 23. The female box end 24 is illustrated with a modified threading profile 100 (as illustrated in Fig 3). It will be understood that the male threading and the female threading do not have to be identical as illustrated in Fig. 6, as long as the surfaces are designed to mate properly. It will also be understood that the male threading and female threading may be identical as previously discussed herein with regard to Figs. 1 and 5.

[0061] In the second implementation (see Figs. 2, 2A and 6), the load flank 250 is sloped positively away from the root groove 203. (You will note that Fig. 2A has the angle of the load flank 150 exaggerated for illustrative purposes). Such a thread configuration is referred to in the art as a trapezoidal thread. The angle of the load flank 250 measured between a line perpendicular to the pipe axis (aa) of the threading is generally in the range of 0 to 5 degrees and more preferably from 1.5 to 5 degrees and preferably about 3 degrees. In variations of this embodiment and angle of 0° (that is to say load flank perpendicular to the axis (aa) can also be used. In addition, negative flank angles from -9° to 0 (e.g. see Fig. 3) may also be used for this embodiment. That is to say, the angle of

the load flank may range from -9° to 5° with a preferred range for this embodiment of 1.5° to 5° and the preferred value being 3° .

[0062] Referring to Fig. 3 where therein is illustrated a third implementation of a threaded connection design 300 having a double ellipse in the thread root for reducing fatigue stress. The tapered male threading 300 includes a tapered root surface 301. The axis of the threading (aa) forms a preferred angle θ with the longitudinal axis of the tube (dd) of approximately 8 degrees. The range for θ in this implementation may range from about 1.5° to 12 degrees and more preferably from 4.5° to 12 degrees.

[0063] In the third implementation illustrated in Fig. 3, the tapered root surface 301 is parallel to the axis of threading (aa) as in the implementation of Fig. 1. It will be understood that in this embodiment, since the tapered root surface 301 is parallel to the axis aa of the threading an angle β between the root tapered root surface 301 and the axis of threading (aa) will be equal to 0 degrees. However, in a modification of this embodiment, the angle β may have other values (e.g. see Fig. 2).

[0064] The tapered root surface 301 is joined tangentially at a first end by a convex curved surface 302 of a constant radius of curvature to a stabbing flank 320 and the tapered root surface 301 is joined at a second end by a concave curved surface 304 of constant radius of curvature to a root groove 303. The root groove 303 extends from the tapered root surface 301 to a load flank 350.

[0065] The root groove 303 includes a first portion having a first elliptical surface 306 with a variable radius of curvature. The first elliptical surface 306 being part of an ellipse 307. The second elliptical surface is part of a second ellipse 310. The root groove 303 further includes a second portion having a second elliptical surface 308 with a variable radius of curvature. The second elliptical surface 308 is joined tangentially at a first end to the first elliptical surface 306 at a junction point 309 that defines the bottom of the root groove 303. The second elliptical surface is joined tangentially at a second end to the load flank 350. The bottom of the groove 303 is placed below the level of the tapered root surface 301.

[0066] In the third implementation illustrated in Fig. 3, the first ellipse 307 has a first predetermined diameter (D1) along the major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse 310 has a predetermined diameter (D3) along the major axis (cc) that is equal to the diameter (D1) along the major axis (bb) of the first ellipse 307, and the second ellipse 310 has a second diameter (D4) along a minor axis that is equal to the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse 307. Alternatively, it will be understood that in the design of threading 300, the first ellipse 307 and the second ellipse 110 may have different relative diameters. For example, the first ellipse 307 may be longer and narrower than the implementation illustrated in Fig. 3 (e.g., the ellipse may be shaped similar to the ellipse 207 illustrated in Fig. 2).

[0067] The major axis (bb) of the first ellipse 307 is disposed perpendicular to the major axis (cc) of the second ellipse 310, and the major axis (bb) of the first ellipse 307 is concurrent with (aligned with and overlaying) a minor axis of the second ellipse 310. This configuration ensures that ellipses 307 and 310 join tangentially at the junction point 309.

[0068] In the third implementation illustrated in Fig. 3, the major axis (cc) of the second ellipse 310 is disposed perpendicular to the load flank 350. This configuration ensures that the second ellipse 310 is joined tangentially to the load flank 350. All orientations of other axis are defined with respect to axis cc of the second ellipse 310.

[0069] It will be understood that a female box connection may have the same elements and profile as the male threading 300 illustrated and discussed above.

[0070] Referring now to Fig. 7 wherein is illustrated a tubular connection 30 having a first tube 31 with a male pin end 32 with the tapered male threading 300 (as illustrated in Fig. 3) made up to a female box end 34 of a second tube 33. The female box end 34 is illustrated with the same threading profile 300 as the male threading 300. As discussed previously herein with regard to Figs. 2 and 6, it will be understood that the male threading and the female threading do not have to be identical and either the male

threading or the female threading may have modifications as long as the profiles mate together.

[0071] In the third implementation illustrated in Figs. 3, 3 A and 7, the load flank 350 is sloped toward the root groove 303. (You will note that Fig. 3A has the angle of the load flank 350 exaggerated for illustrative purposes.) Such a thread configuration is referred to in the art as a hook thread. The angle of the load flank measured with a line perpendicular to the axis (aa) of the threading is generally in the range of -9 to 0 degrees and more preferably from -9 to -1.5 degrees and preferably about -3 degrees. Moreover, angles from 0° (that is to say load flank perpendicular to the axis (aa) can also be used.

In addition, positive flank angles from 0° to 5 degrees (e.g. see Fig. 1a) may also be used for variations of this embodiment. That is to say, the range angle of the load flank may range from -9° to 5, a more preferably the angle may range between -9 to -1.5 and a preferred value for this embodiment is -3°.

[0072] The present disclosure also includes a method of cutting a male or female threading 100, 200, 300 on an end of a tubular element. The method includes: providing a tubular element 11, 21, 31, 13, 23, 33; cutting a tapered male or female threading on a respective pin end 12, 22, 32 or box end 14, 24, 34 of the tubular element wherein the tapered threading includes a root surface 101, 201, 301. The tapered root surface 101, 201, 301 is joined tangentially at a first end by a convex curved surface 102, 202, 302 of a constant radius of curvature to a stabbing flank 120, 220, 320. The tapered root surface 101, 201, 301 is joined at a second end by a concave curved surface 104 of constant radius of curvature to a root groove 103. The root groove 103, 203, 303 extends from the tapered root surface 101, 201, 301 to a load flank 150, 250, 350. The root groove 103, 203, 303 includes: a first portion comprising a first elliptical surface 106, 206, 306 having a variable radius of curvature, said first elliptical surface 106, 206, 306 being part of an ellipse 107, 207, 307, and the root groove 103, 203, 303 further including a second portion comprising a second elliptical surface 108, 208, 308 having variable radius of curvature, said second elliptical surface being a part of the second ellipse 110, 210, 310. The second elliptical surface 108, 208, 308 is joined tangentially at a first end to the first

elliptical surface 106, 206, 306 at a junction point that defines the bottom of the groove 109, 209, 309. The second elliptical surface is joined tangentially at a second end to the load flank 105, 205, 305. The second elliptical surface has its major axis (cc) perpendicular to the load flank 150, 250, 350. The major axis bb is perpendicular to the major axis cc. Orientation of axis is defined having in mind that cc should be perpendicular to the load flank and that bb and cc should be one perpendicular to the other

ADVANTAGES OF PRESENT INVENTION

[0073] The root profile design of the present disclosure improves fatigue resistance of the threaded connection by a combined action of several features which manifest themselves at the end of the make up operation of the connection:

a) provision of large radial loads ("hoop loads"), as a function of root-to-crest interference. The large hoop loads improve fatigue resistance;

b) provision of large shoulder loads that improve fatigue resistance; and

c) provision of an lengthened radius R_b (of the arc of the curve the connects the root to the flank) lowers stress concentration in the thread roots.

[0074] The present design configuration of two ellipses allows maximization of the radius of the stress concentrator in the joint between the load flank 150, 250, 350 and the root surface 101, 201, 301, so the effect of the stress concentrator on the fatigue performance of the joint is minimized. Moreover, the effective contact between mating load flanks of the male and female element 12 and 14 of the connection 10 is also maximized and hence efficiency of the connection is also maximized.

[0075] Figs. 4A, 4B, 4C and 4D illustrate problems and benefits of incremental change in design configuration from the prior art standard CtR design of Fig. 4A to an exemplary root design of the present disclosure as illustrated in Fig. 4D. In Figs. 4A to 4D, R_b is the radius of the arc connecting the root of the male thread to the load flank of the male thread. R_i is the radius of the arc connecting the thread crest and the load flank of the female thread. See Fig. 4A wherein the R_b and the R_i are equal.

[0076] Referring to Fig. 4A, wherein is illustrated a full load flank contact. Problem: contact pressures over the stress concentrator and low stress concentrator radius (Rb). Benefit: High tension efficiency due to maximized load flank contact L1.

[0077] Referring to Fig. 4B wherein is illustrated a modified CtR profile (similar to prior art design of US 20110042946 A1). Benefit: The radius Ri is enlarged to avoid contact points over the stress concentrator. Problem: The stress state near the stress concentrator is highly affected by contact stresses and remote stresses. Another problem of this configuration is the low stress concentrator radius (Rb). This configuration has the same Rb as in Figure 4A.

[0078] Referring to Fig. 4C to maximize the stress concentrator radius Rb, there is the limit of (Rb), because it is important to avoid full load flank contact. Moreover, when increasing Rb the effect of contact stresses in the stress state around the stress concentrator becomes bigger because points A and C are closer to B.

[0079] Referring to Fig. 4D wherein the stress concentrator radius (RI) of the male thread has been enlarged to maximize load flank contact and crest to root contact. Moreover, the stress state in the stress concentrator is less influenced by contact stresses and is only a function of remote stresses, due to the fact that contact points A and C are spaced farther away from the stress concentrator. With this geometry, contact surface L1 is restored but without contact in the stress concentrator.

[0080] Referring to Fig. 4B (a prior art design similar to US 2011 0042946 A1) and Fig. 4D (an implementation of the present root design), another benefit of using the double elliptical groove as illustrated in Figs. 1, 2 and 3 of the present disclosure is that the stress state around the stress concentrator (KT) is less affected by the components of stresses due to contact points ($\sigma_A + \sigma_C$), and so values of stresses are lower than the ones obtained for a joint without a groove and only affected by remote stresses (σ_B).

[0081] In some prior art CtR threads (see Fig. 4B), the stress state around the stress concentrator KT is a function of contact stresses ($\sigma_A + \sigma_C$) and remotes stresses (σ_B):

$$\sigma_{KT} = \sigma_A + \sigma_B + \sigma_C$$

[0082] However, in the joint of the present disclosure (see Fig. 4D), contact points A and C are far away from the stress concentrator, so the stress state around the stress concentrator KT is a function only of the remotes stresses (σ_B):

$$\sigma_{KT} = \sigma_B$$

5 [0083] It is important to note that the choice of ellipses to form the groove is based on the fact that the ellipses are functions that allow joining two perpendicular surfaces with a curved surface that has a radius that varies from point to point. Therefore, the radiuses can be maximized and minimized. For example, an arc of circle having the same radius as the radius of the ellipse in the KT will remove all possibility of contact between load
10 flanks (see Figs. 1 to 3).

[0084] The use of a second ellipse to go from the load flank to the KT is used to maximize the radius of the KT, then the design switches to the first ellipse to quickly restore crest to root contact. This design provides a minimal removal of crest to root contact surface. Therefore, contact pressures are maintained low (see Figs. 1 to 3).

15 [0085] To enhance the effect of the first ellipse, it can be narrowed as illustrated in the second implementation of the present disclosure (see Fig. 2).

[0086] Additionally increasing the taper of the tapered portion of the root surface as illustrated in the second implementation (Fig. 2), the contact surface between crest and root is enlarged and so contact pressures are minimized and galling is minimized. The
20 contact length at crest/root is approximately double in the second implementation as compared to the design illustrated in the first implementation. This design minimizes galling. Additionally, positive (major than 0) angle of taper (β) measured from the axis of taper (α) of the threading helps to maintain the thread locked. (β)angle is also useful in enlarging the crest/root contact surface and at the same time provides for additional
25 room for the groove for stress reduction at the pin root (see Fig. 2).

[0087] Referring now to Figs. 8A, 8B, 9A and 9B, wherein finite element analysis has been used to generate data comparing parameters for a standard Crest to Root (CtR) thread (as illustrated in Fig. 4A) to the exemplary double elliptical design of the present disclosure (as illustrated in Fig. 4D). In Fig. 8A the cycles to fatigue failure is illustrated

for the standard CtR thread design. In Fig. 8B the cycles to fatigue failure are illustrated for the double elliptical design of the present disclosure. It can be seen in Figs. 8A and 8B how the double elliptical design of the present invention directly impacts on the number of cycles to failure in the zone where the stress concentrator is placed. The first
5 layer of material (in the area of the stress concentrator, that is to say the joint between load flank and root surface) in the standard CtR design is the one having less number of cycles $1.120 \times 10^{+3}$ to fatigue failure (Fig 8A) , while dotted area (area near the stress concentrator) in the double elliptic profile (Fig. 8B) is the one having less number of cycles $1.0 \times 10^{+4}$. It can be seen that the fatigue life of the component is increased with the
10 double elliptical design of the present invention.

[0088] Referring to Figs. 9A and 9B, the stress distribution and representative von Misses values for the standard CtR thread is illustrated in Fig. 9A and the double elliptical thread profile of the present disclosure is illustrated in Fig. 9B. It can be seen that in Fig. 9A (prior art CtR design), high values of von Misses stress exist around the
15 stress concentrator and near the contact points between the male and female thread near the stress concentrator. However, Fig. 9B, (the double elliptical thread profile of the present inventions) demonstrates a lower level of stress values and a more uniform distribution of stress near the stress concentrator. The contact points between the male and female members are desirably spaced apart from the stress concentrator and therefore
20 not contributing to the stress state of the area near the stress concentrator.

[0089] A number of embodiments of the invention have been described. Nevertheless, it will be understood that various modifications may be made without departing from the spirit and scope of the invention. Accordingly, other embodiments are within the scope of the following claims.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A tubular element having a male threading disposed on an end of said tubular element, said male threading comprising:

5 a tapered root surface having a first angle of taper (β) measured between the tapered root surface and a longitudinal axis (aa) of the threading, said tapered root surface being joined tangentially at a first end by a convex curved surface of a constant radius of curvature to a stabbing flank, said tapered root surface being joined at a second end by a concave curved surface of constant radius of curvature to a root groove;

10 said root groove extending from the tapered root surface to a load flank, said root groove including:

a first portion comprising a first elliptical surface having a variable radius of curvature, said first elliptical surface being part of an ellipse, and

15 said root groove further including a second portion comprising a second elliptical surface having a variable radius of curvature, said second elliptical surface being part of a second ellipse, said second elliptical surface being joined tangentially at a first end to the first elliptical surface, and said second elliptical surface being joined tangentially at a second end to the load flank.

20 2. The tubular element of claim 1 wherein the first angle of taper (β) is 0 degrees, such that the tapered root surface is parallel to the axis of threading (aa).

3. The tubular element of claim 1 wherein the first angle of taper (β) is less than the measured value of an angle measured between a stabbing flank of the male threading and the axis of threading (aa).

4. The tubular element of claim 1 wherein an angle theta measured between the axis of threading (aa) and the longitudinal axis (dd) of the sidewall of the tubular element is between 1.5 degrees and 12 degrees.

5. The tubular element of claim 1 wherein a major axis (cc) of the second ellipse is disposed perpendicular to the load flank.

6. The tubular element of claim 1 wherein a major axis (bb) of the first ellipse is perpendicular to the major axis (cc) of the second ellipse.

7. The tubular element of claim 1 wherein a major axis (bb) of the first ellipse is aligned with a minor axis of the second ellipse.

8. The tubular element of claim 1 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along the major axis (cc) that is equal to the diameter (D1) along the major axis (bb) of the first ellipse, and the second ellipse has a second diameter (D4) along a minor axis that is equal to the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse.

9. The tubular element of claim 1 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) that is equal to the diameter (D1) along the major axis (bb) of the first ellipse, and the second ellipse has a second diameter (D4) along a minor axis that is greater than the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse.

10. The tubular element of claim 1 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) and has a second diameter (D4) along a minor axis that is greater than the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse.

11. The tubular element of claim 1 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) and has a second diameter (D4) along a minor axis that is less than the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse.

12. The tubular element of claim 1 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) and has a second diameter (D4) along a minor axis; and wherein the diameter (D3) along the major axis (cc) of the second ellipse is less than the diameter D1 along the major axis (bb) of the first ellipse.

13. The tubular element of claim 1 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) and has a second diameter (D4) along a minor axis; and wherein the diameter (D3) along the major axis (cc) of the second ellipse is greater than the diameter (D1) along the major axis (bb) of the first ellipse.

14. The tubular element of claim 1 wherein the load flank is disposed in relation to an angle measured between the load flank and a line perpendicular to an axis of the threading (aa), wherein said angle ranges from -9 to 5 degrees.

15. The tubular element of claim 1 wherein the second elliptical surface is joined tangentially at a first end to the first elliptical surface at a junction point that defines the bottom of the root groove.

16. The tubular element of claim 15 wherein the bottom of the groove is disposed in the sidewall of the tubular element below the level of the tapered root surface.

17. A threaded tubular connection, comprising:

a male tubular element including a tapered male threading having an axis of taper (aa), and

5 a female tubular element including a tapered female threading having an axis of taper (aa), said female threading cooperates with the male threading when the threaded connection is made up;

wherein the root surface in at least one of the tapered male threading and the tapered female threading comprises: a tapered root surface having a first angle of taper (β) measured between the tapered root surface and a longitudinal axis (aa) of the
10 threading, said tapered root surface being joined tangentially at a first end by a convex curved surface of a constant radius of curvature to a stabbing flank, said tapered root surface being joined at a second end by a concave curved surface of constant radius of curvature to a root groove;

15 said root groove extending from the tapered root surface to a load flank, said root groove including:

a first portion comprising a first elliptical surface having a variable radius of curvature, said first elliptical surface being part of an ellipse, and

said root groove further including a second portion comprising a second
20 elliptical surface having a variable radius of curvature, said second elliptical surface being part of a second ellipse, said second elliptical surface being joined tangentially at a first end to the first elliptical surface, and said second elliptical surface being joined tangentially at a second end to the load flank.

25 18. The threaded tubular connection of claim 17 wherein the first angle of taper (β) is 0 degrees, such that the tapered root surface is parallel to the axis of threading (aa).

19. The threaded tubular connection of claim 17 wherein the first angle of taper (β) is less than the measured value of an angle measured between a stabbing flank of the male threading and the axis of threading (aa).

20. The threaded tubular connection of claim 17 wherein an angle theta measured between the axis of threading (aa) and the longitudinal axis (dd) of the sidewall of the tubular element is between 1.5 degrees and 12 degrees.

21. The threaded tubular connection of claim 17 wherein a major axis (cc) of the second ellipse is disposed perpendicular to the load flank.

22. The threaded tubular connection of claim 17 wherein a major axis (bb) of the first ellipse is perpendicular to the major axis (cc) of the second ellipse.

23. The threaded tubular connection of claim 17 wherein a major axis (bb) of the first ellipse is aligned with a minor axis of the second ellipse.

24. The threaded tubular connection of claim 17 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along the major axis (cc) that is equal to the diameter (D1) along the major axis (bb) of the first ellipse, and the second ellipse has a second diameter (D4) along a minor axis that is equal to the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse.

25. The threaded tubular connection of claim 17 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) that is equal to the diameter (D1) along the major axis (bb) of the first ellipse, and the second ellipse has a second diameter (D4) along a minor axis that is greater than the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse.

26. The threaded tubular connection of claim 17 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) and has a second diameter (D4) along a minor axis that is greater than the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse (207).

27. The threaded tubular connection of claim 17 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) and has a second diameter (D4) along a minor axis that is less than the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse.

28. The threaded tubular connection of claim 17 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) and has a second diameter (D4) along a minor axis; and wherein the diameter (D3) along the major axis (cc) of the second ellipse is less than the diameter D1 along the major axis (bb) of the first ellipse.

29. The threaded tubular connection of claim 17 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) and has a second diameter (D4) along a minor axis; and wherein the diameter (D3) along the major axis (cc) of the second ellipse is greater than the diameter (D1) along the major axis (bb) of the first ellipse.

30. The threaded tubular connection of claim 17 wherein the load flank is disposed in relation to an angle measured between the load flank and a line perpendicular to an axis of the threading (aa), wherein said angle ranges from -9 to 5 degrees.

31. The threaded tubular connection of claim 17 wherein the second elliptical surface is joined tangentially at a first end to the first elliptical surface at a junction point that defines the bottom of the root groove.

5

32. A method of cutting a tapered male threading on an end of a tubular element, said method comprising:

providing a tubular element;

cutting a tapered male threading on an end of said tubular element wherein

10 said tapered male threading comprises: a tapered root surface having a first angle of taper (β) measured between the tapered root surface and a longitudinal axis (aa) of threading, said tapered root surface being joined tangentially at a first end by a convex curved surface of a constant radius of curvature to a stabbing flank, said tapered root surface being joined at a second end by a concave curved surface of constant radius of curvature
15 to a root groove;

said root groove extending from the tapered root surface to a load flank, said root groove including:

a first portion comprising a first elliptical surface having a variable radius of curvature, said first elliptical surface being part of an ellipse, and

20 said root groove further including a second portion comprising a second elliptical surface having a variable radius of curvature, said second elliptical surface being part of a second ellipse, said second elliptical surface being joined tangentially at a first end to the first elliptical surface, and said second elliptical surface being joined tangentially at a second end to the load flank.

25

33. The method of cutting a tapered male threading of claim 32 wherein the first angle of taper (β) is 0 degrees, such that the tapered root surface is parallel to the axis of threading (aa).

34. The method of cutting a tapered male threading of claim 32 wherein the first angle of taper (β) is less than the measured value of an angle measured between a stabbing flank of the male threading and the axis of threading (aa).

5 35. The method of cutting a tapered male threading of claim 32 wherein an angle theta measured between the axis of threading (aa) and the longitudinal axis (dd) of the sidewall of the tubular element is between 1.5 degrees and 12 degrees.

36. The method of cutting a tapered male threading of claim 32 wherein a major axis (cc) of the second ellipse is disposed perpendicular to the load flank.

10 37. The method of cutting a tapered male threading of claim 32 wherein a major axis (bb) of the first ellipse is perpendicular to the major axis (cc) of the second ellipse.

15 38. The method of cutting a tapered male threading of claim 32 wherein a major axis (bb) of the first ellipse is aligned with a minor axis of the second ellipse.

20 39. The method of cutting a tapered male threading of claim 32 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along the major axis (cc) that is equal to the diameter (D1) along the major axis (bb) of the first ellipse, and the second ellipse has a second diameter (D4) along a minor axis that is equal to the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse.

25 40. The method of cutting a tapered male threading of claim 32 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) that is equal to the diameter (D1) along the major axis (bb) of the first ellipse, and the second ellipse has a second diameter

(D4) along a minor axis that is greater than the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse.

41. The method of cutting a tapered male threading of claim 32 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) and has a second diameter (D4) along a minor axis that is greater than the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse.

42. The method of cutting a tapered male threading of claim 32 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) and has a second diameter (D4) along a minor axis that is less than the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse.

43. The method of cutting a tapered male threading of claim 32 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) and has a second diameter (D4) along a minor axis; and wherein the diameter (D3) along the major axis (cc) of the second ellipse is less than the diameter D1 along the major axis (bb) of the first ellipse.

44. The method of cutting a tapered male threading of claim 32 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) and has a second diameter (D4) along a minor axis; and wherein the diameter (D3) along the major axis (cc) of the second ellipse is greater than the diameter (D1) along the major axis (bb) of the first ellipse.

45. The method of cutting a tapered male threading of claim 32 wherein the load flank is disposed in relation to an angle measured between the load flank and a line perpendicular to an axis of the threading (aa), wherein said angle ranges from -9 to 5 degrees.

46. The method of cutting a tapered male threading of claim 32 wherein the second elliptical surface is joined tangentially at a first end to the first elliptical surface at a junction point that defines the bottom of the root groove.

47. A method of cutting a tapered female threading on an end of a tubular element, said method comprising:

providing a tubular element;

cutting a tapered female threading on an end of said tubular element wherein said

tapered female threading comprises:

a tapered root surface having a first angle of taper (β) measured between the tapered root surface and a longitudinal axis (aa) threading, said tapered root surface being joined tangentially at a first end by a convex curved surface of a constant radius of curvature to a stabbing flank, said tapered root surface being joined at a second end by a concave curved surface of constant radius of curvature to a root groove;

said root groove extending from the tapered root surface to a load flank, said root groove including:

a first portion comprising a first elliptical surface having a variable radius of curvature, said first elliptical surface being part of an ellipse, and

said root groove further including a second portion comprising a second elliptical surface having a variable radius of curvature, said second elliptical surface being part of a second ellipse, said second elliptical surface being joined tangentially at a first end to the first elliptical surface, and said second elliptical surface being joined tangentially at a second end to the load flank.

.

48. The method of cutting a tapered female threading of claim 47 wherein the first angle of taper (β) is 0 degrees, such that the tapered root surface is parallel to the axis of threading (aa).

5

49. The method of cutting a tapered female threading of claim 47 wherein the first angle of taper (β) is less than the measured value of an angle measured between a stabbing flank of the male threading and the axis of threading (aa).

10

50. The method of cutting a tapered female threading of claim 47 wherein an angle theta measured between the axis of threading (aa) and the longitudinal axis (dd) of the sidewall of the tubular element is between 1.5 degrees and 12 degrees.

51. The method of cutting a tapered female threading of claim 47 wherein a major axis (cc) of the second ellipse is disposed perpendicular to the load flank.

15

52. The method of cutting a tapered female threading of claim 47 wherein a major axis (bb) of the first ellipse is perpendicular to the major axis (cc) of the second ellipse.

20

53. The method of cutting a tapered female threading of claim 47 wherein a major axis (bb) of the first ellipse is aligned with a minor axis of the second ellipse.

25

54. The method of cutting a tapered female threading of claim 47 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along the major axis (cc) that is equal to the diameter (D1) along the major axis (bb) of the first ellipse, and the second ellipse has a second diameter (D4) along a minor axis that is equal to the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse.

55. The method of cutting a tapered female threading of claim 47 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) that is equal to the diameter (D1) along the major axis (bb) of the first ellipse, and the second ellipse has a second diameter (D4) along a minor axis that is greater than the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse.

56. The method of cutting a tapered female threading of claim 47 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) and has a second diameter (D4) along a minor axis that is greater than the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse.

57. The method of cutting a tapered female threading of claim 47 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) and has a second diameter (D4) along a minor axis that is less than the diameter (D2) along the minor axis of the first ellipse.

58. The method of cutting a tapered female threading of claim 47 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) and has a second diameter (D4) along a minor axis; and wherein the diameter (D3) along the major axis (cc) of the second ellipse is less than the diameter D1 along the major axis (bb) of the first ellipse.

59. The method of cutting a tapered female threading of claim 47 wherein the first ellipse has a first predetermined diameter (D1) along a major axis (bb), and a second

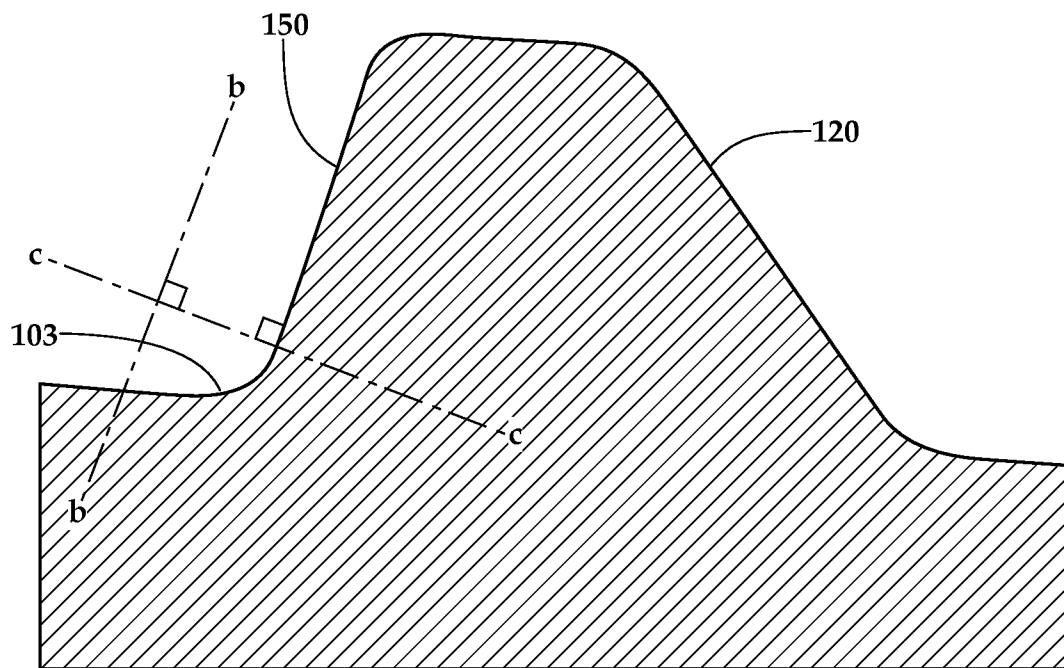
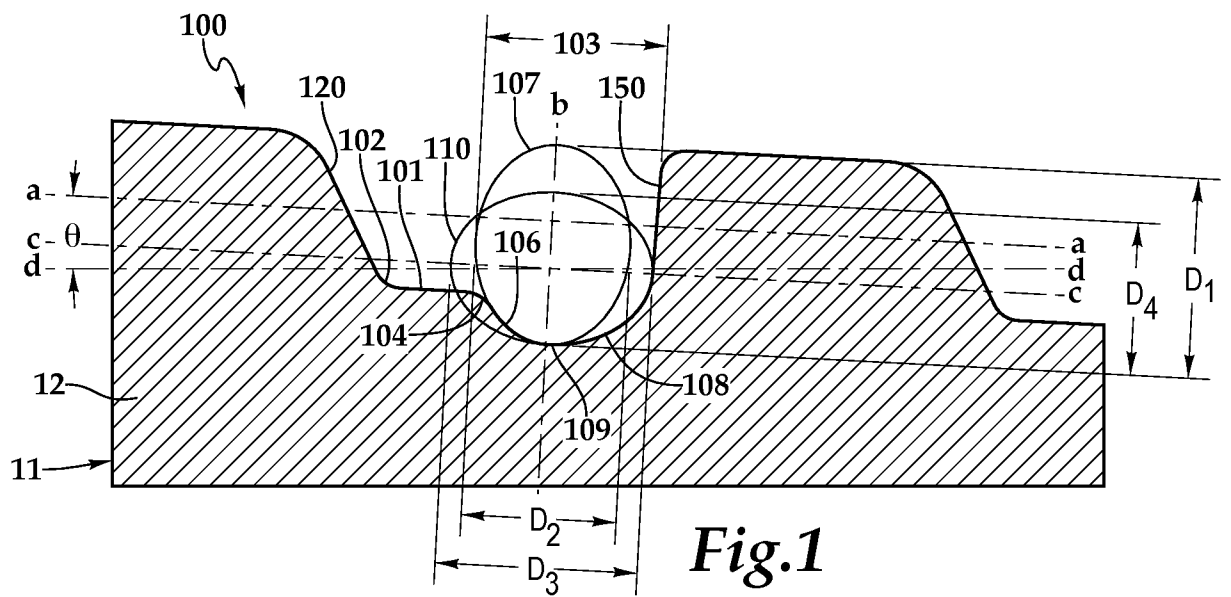
predetermined diameter (D2) along a minor axis; and wherein the second ellipse has a predetermined diameter (D3) along a major axis (cc) and has a second diameter (D4) along a minor axis; and wherein the diameter (D3) along the major axis (cc) of the second ellipse is greater than the diameter (D1) along the major axis (bb) of the first ellipse.

5

60. The method of cutting a tapered female threading of claim 47 wherein the load flank is disposed in relation to an angle measured between the load flank and a line perpendicular to an axis of the threading (aa), wherein said angle ranges from -9 to 5 degrees .

10

61. The method of cutting a tapered female threading of claim 47 wherein the second elliptical surface is joined tangentially at a first end to the first elliptical surface at a junction point that defines the bottom of the root groove.



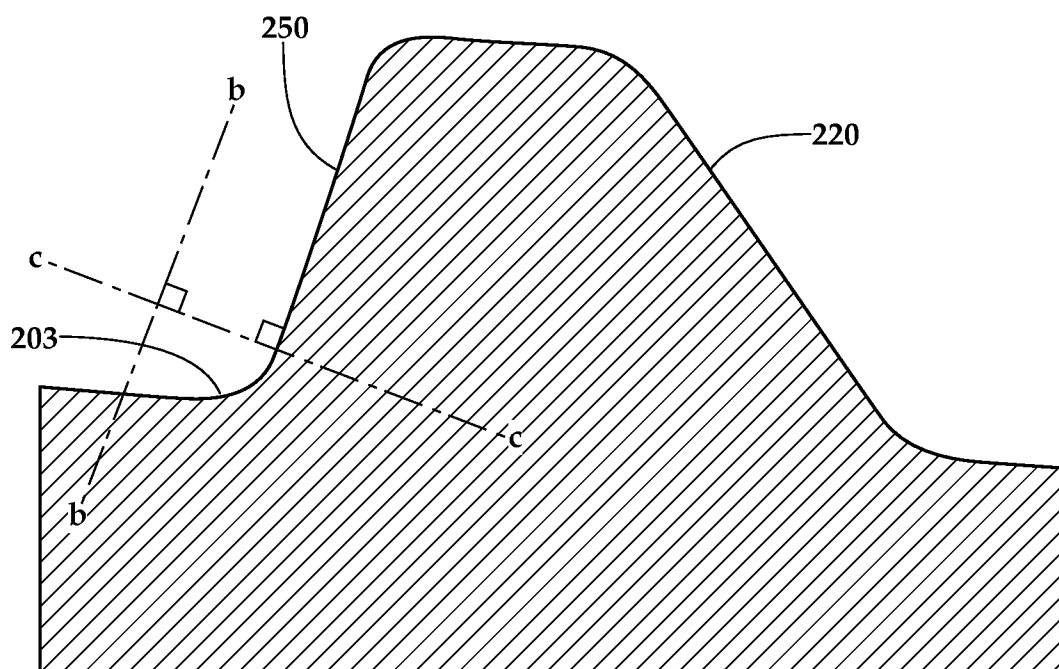
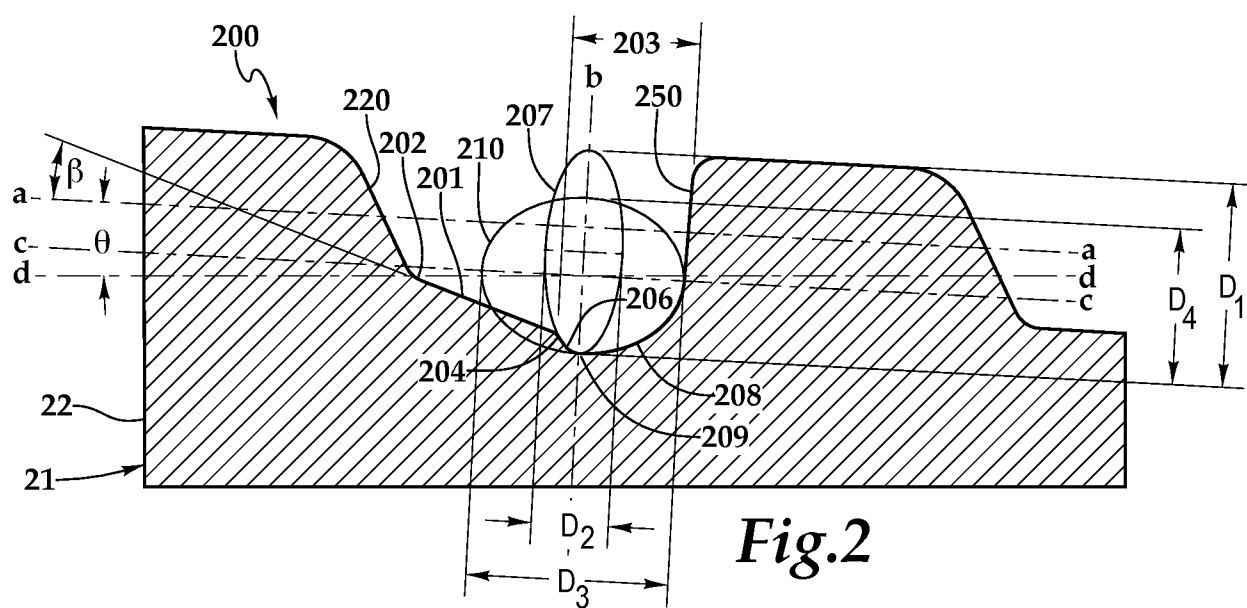


Fig.2A

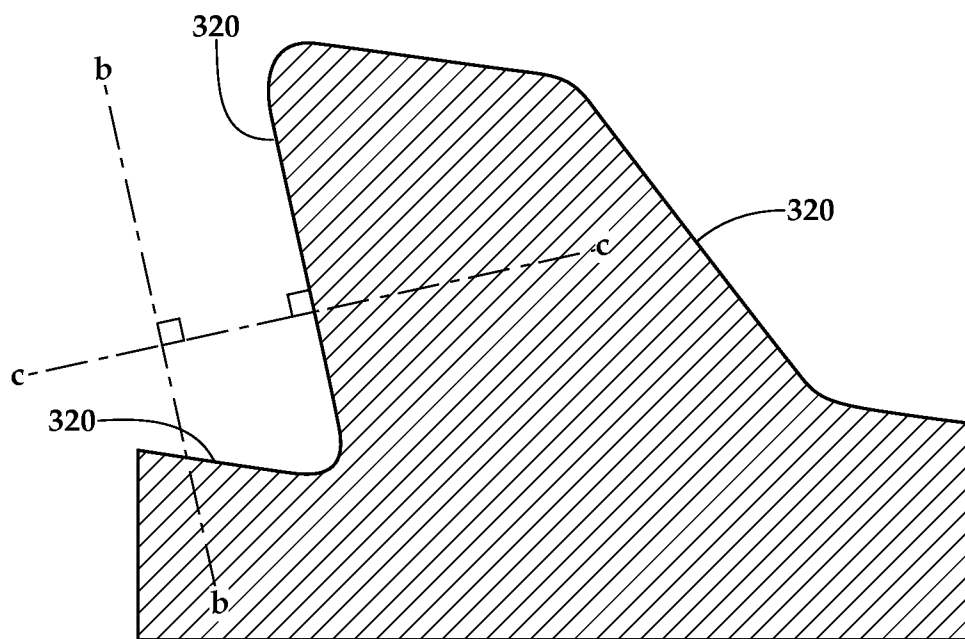
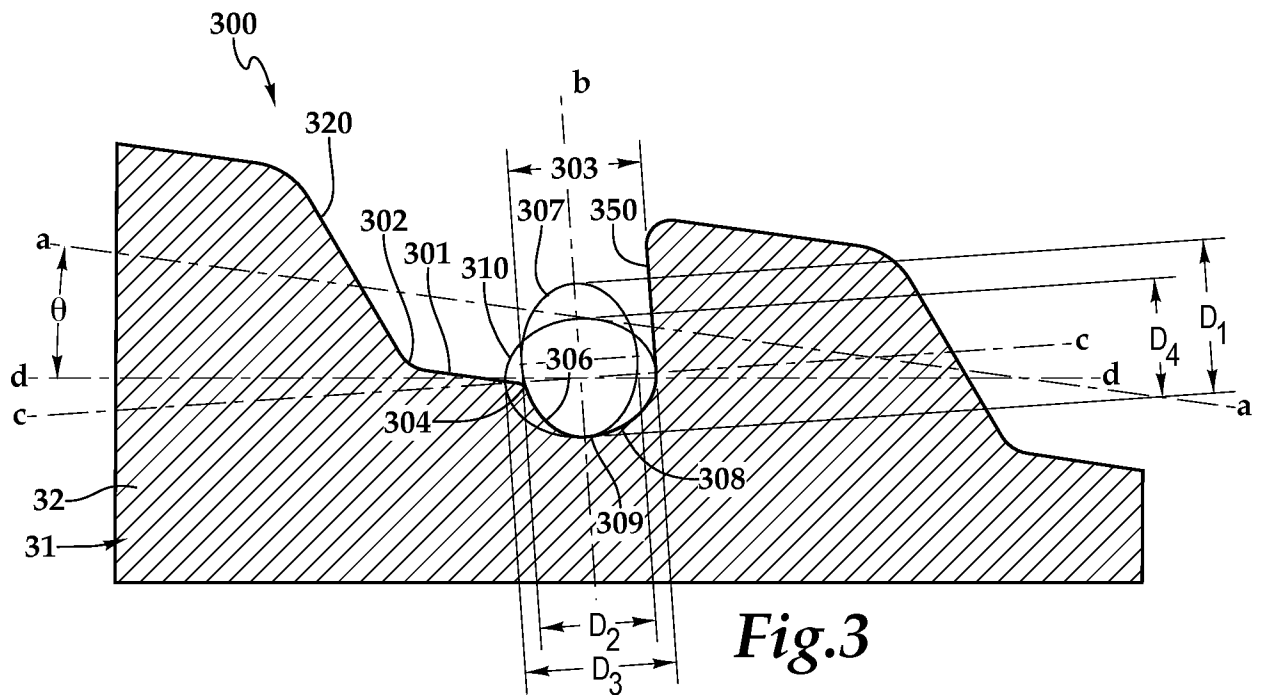
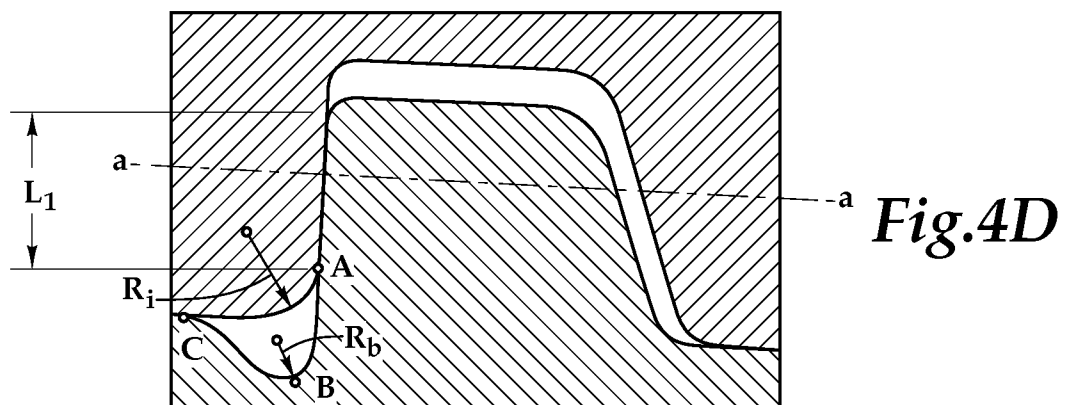
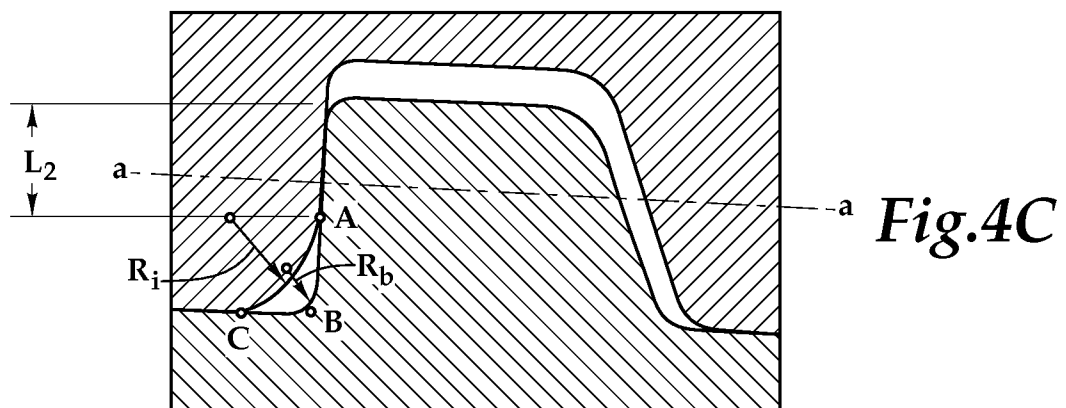
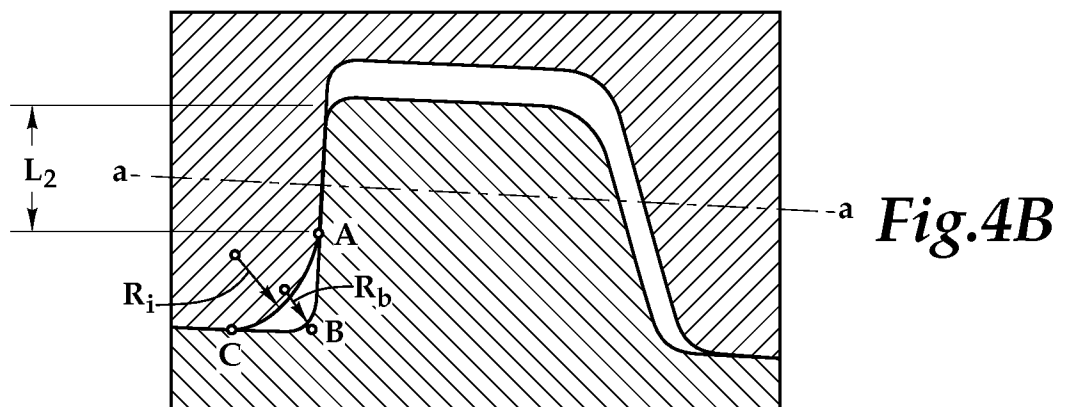
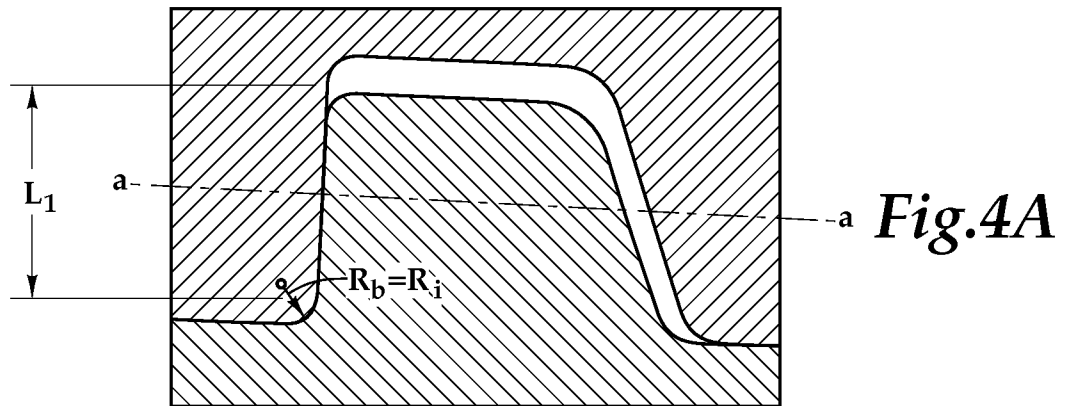


Fig.3A

4/9



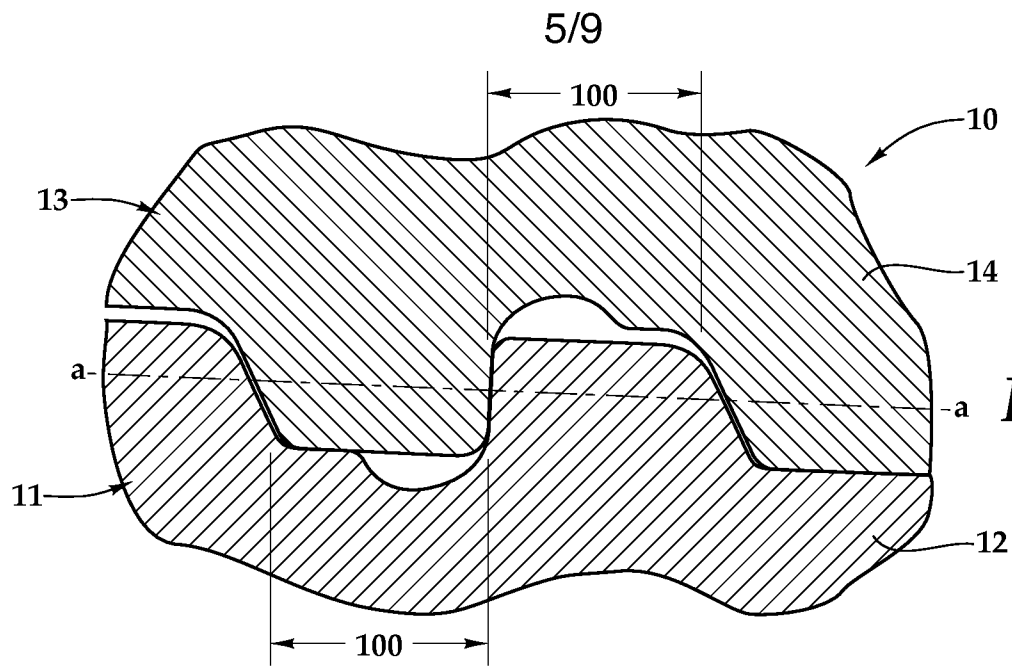


Fig.5

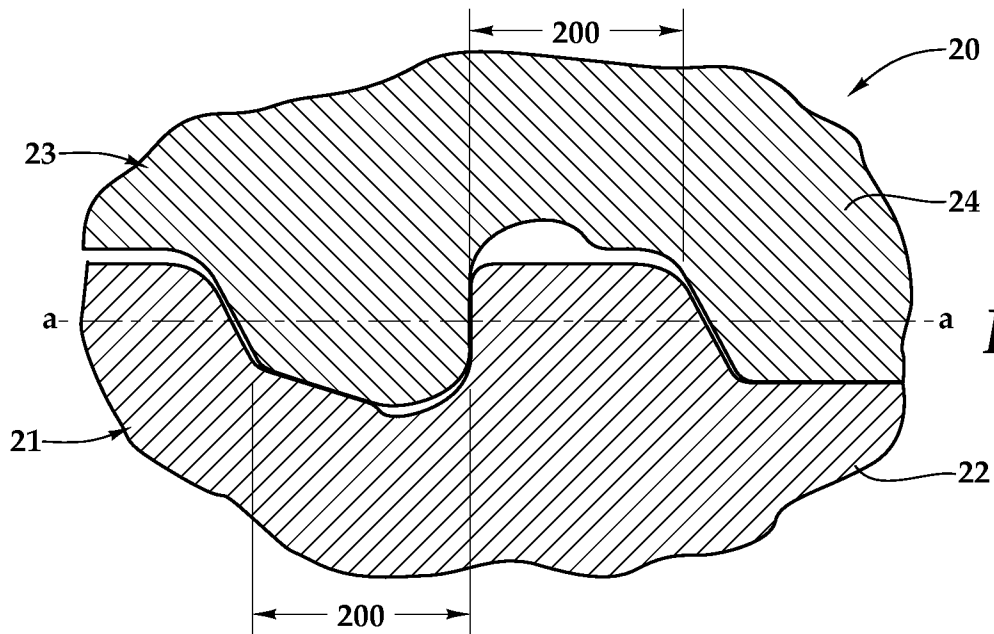


Fig.6

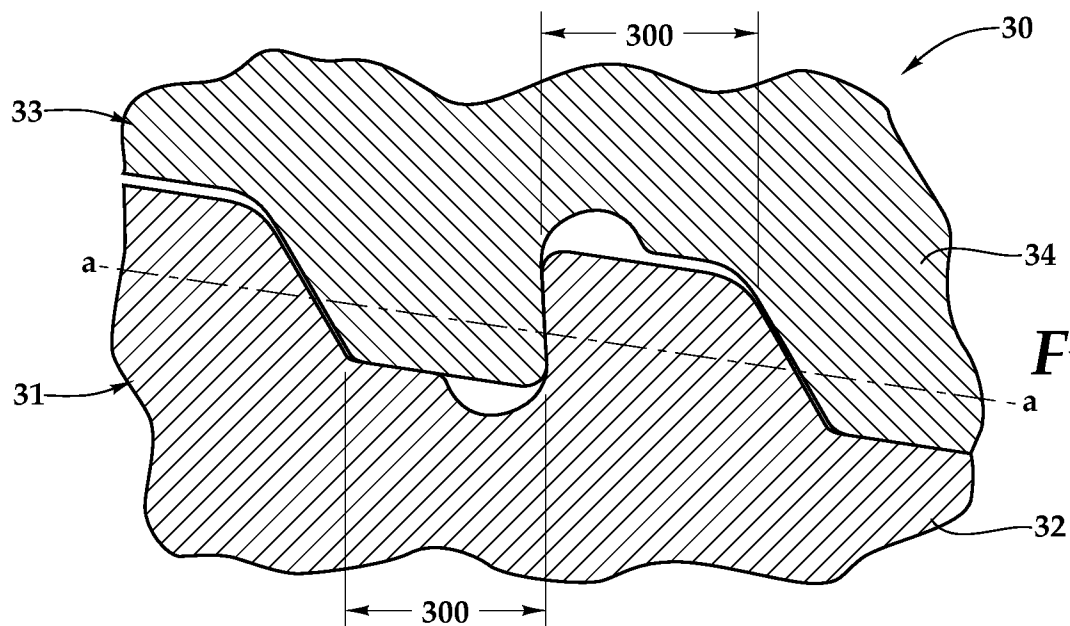


Fig.7

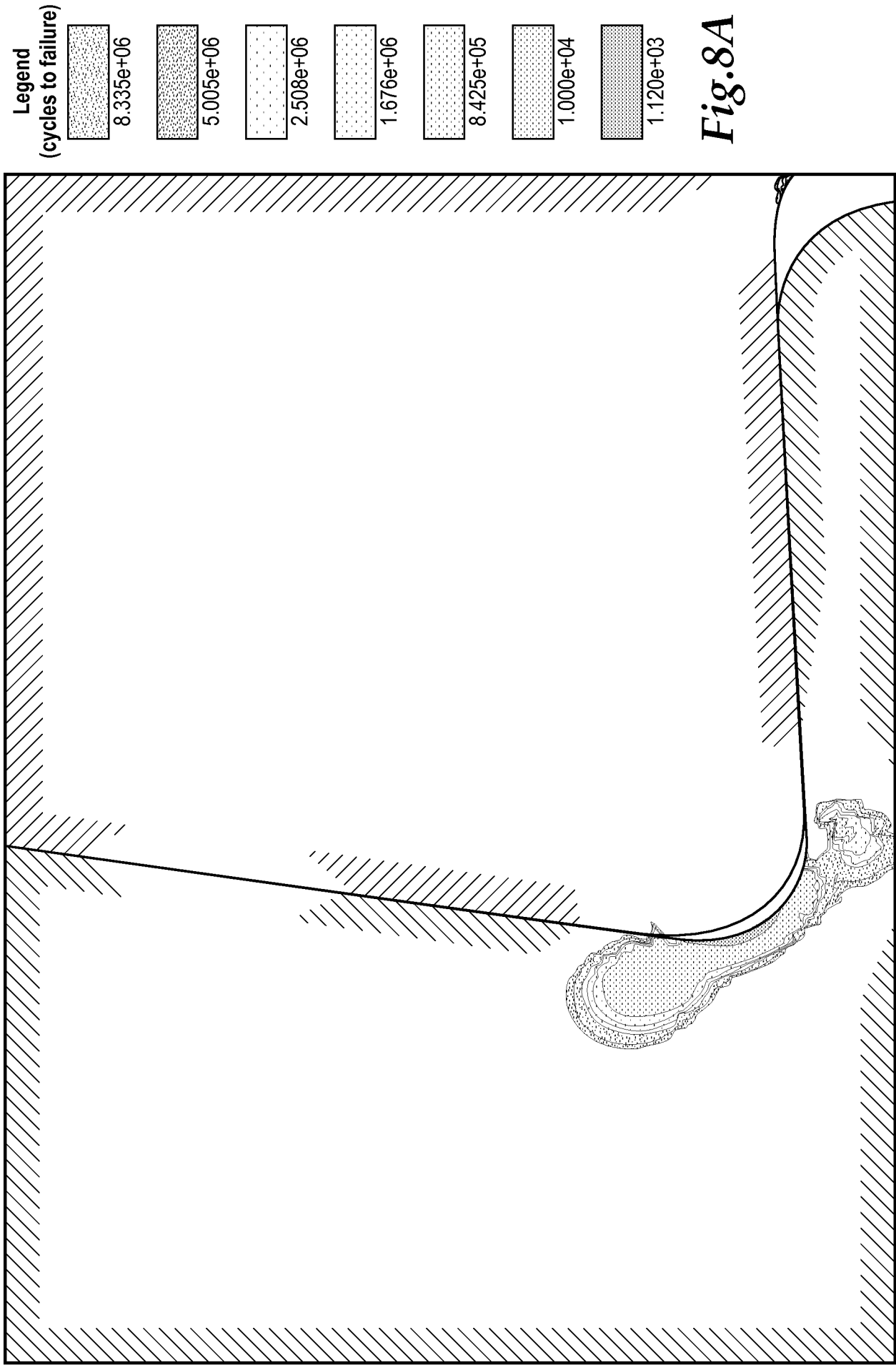
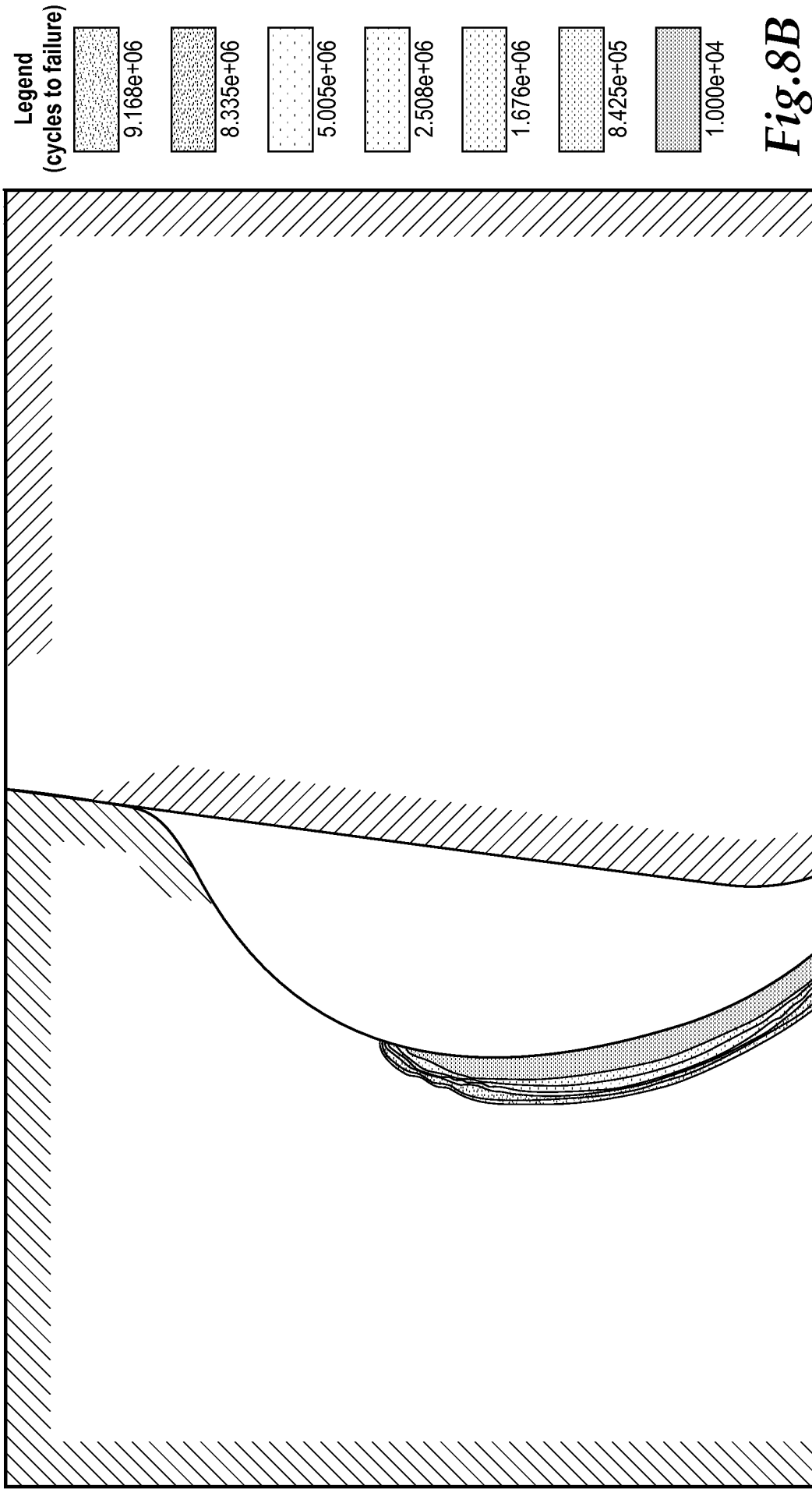
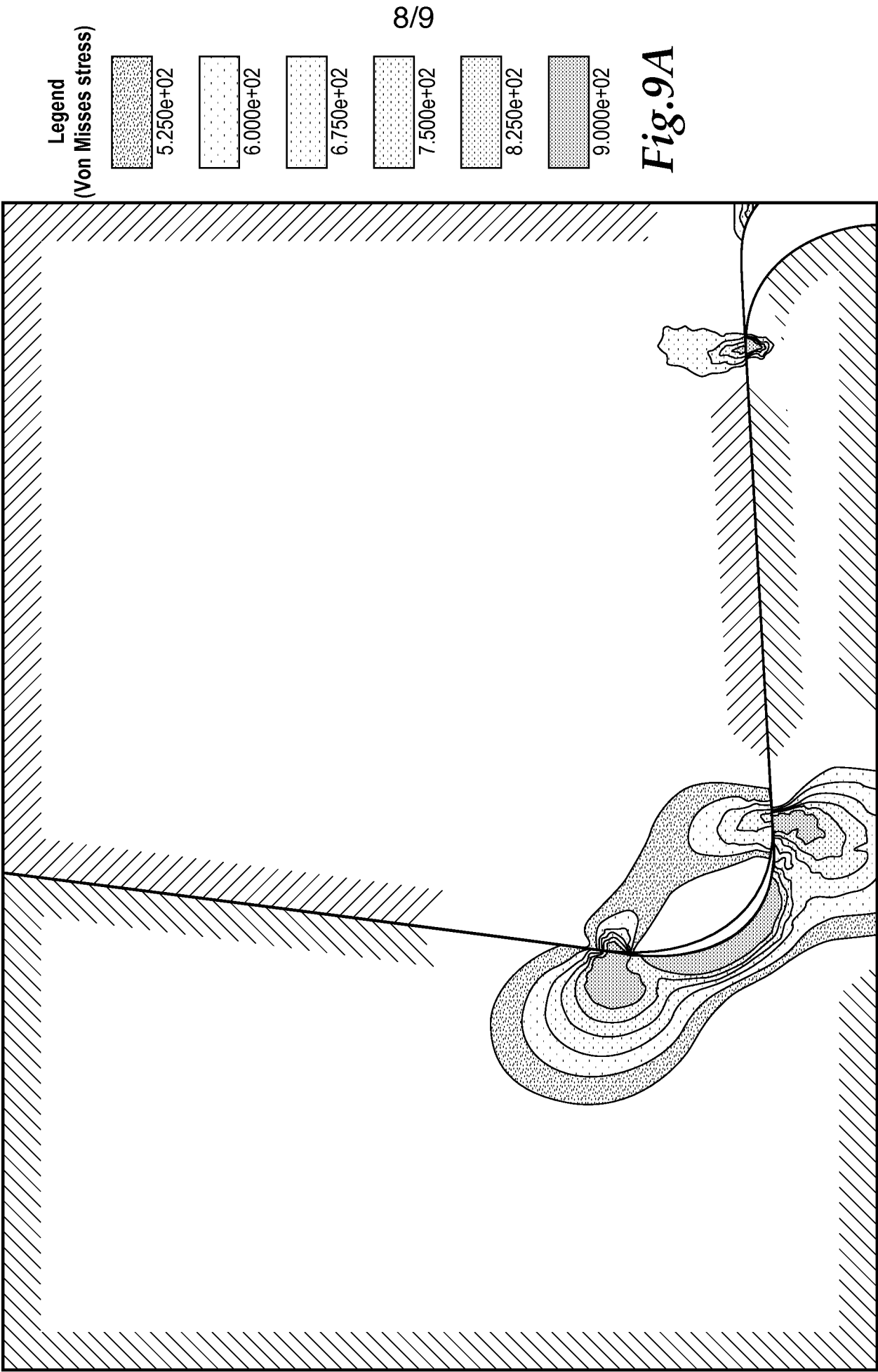


Fig.8A





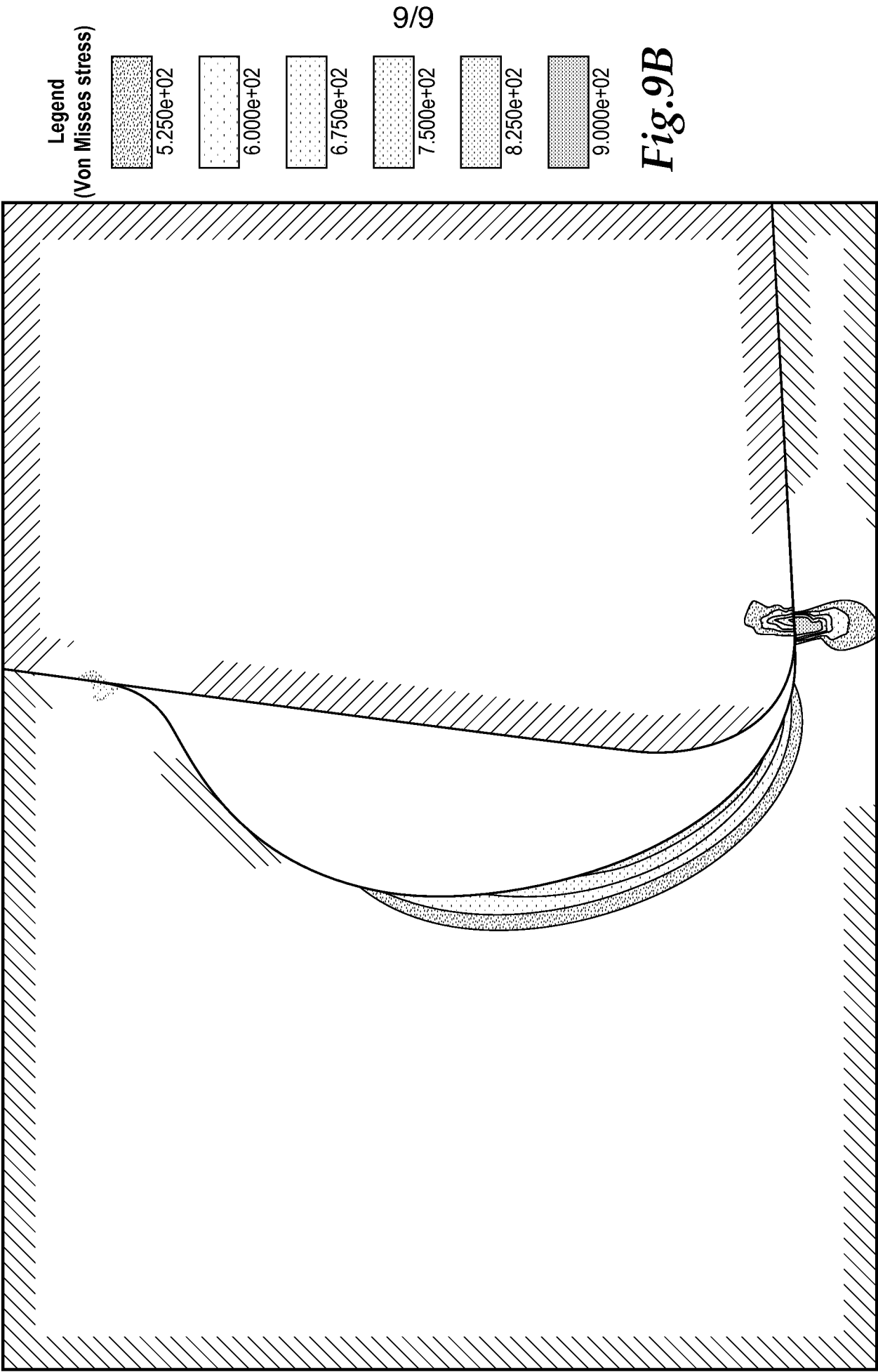


Fig. 9B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB2012/056597

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC: **F16L 15/06** (2006.01) , **E21B 17/042** (2006.01) , **F16B 33/02** (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: **F16L 15/06** (2006.01) , **E21B 17/042** (2006.01) , **F16B 33/02** (2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic database(s) consulted during the international search (name of database(s) and, where practicable, search terms used)

Database: EPOQUE (EPODOC)

Keywords: Ellipse, Ellipses, Elliptical

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US5163523 A (YOUSEF, F. J. et al.) 17 November 1992 (17-11-1992) *Figs. 5-7*	
A	US4549754 A (SAUNDERS, D. D. et al.) 29 October 1985 (29-10-1985) *Fig. 9*	
A	WO2006092649 A1 (WILLIAMSON, J. et al.) 08 September 2006 (08-09-2006) *Fig. 3*	
A	US5060740 A (YOUSEF, F. J. et al.) 29 October 1991 (29-10-1991) *Fig. 4*	

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search

19 February 2013 (19-02-2013)

Date of mailing of the international search report

25 February 2013 (25-02-2013)

Name and mailing address of the ISA/CA

Canadian Intellectual Property Office
Place du Portage I, C114 - 1st Floor, Box PCT
50 Victoria Street
Gatineau, Quebec K1A 0C9
Facsimile No.: 001-819-953-2476

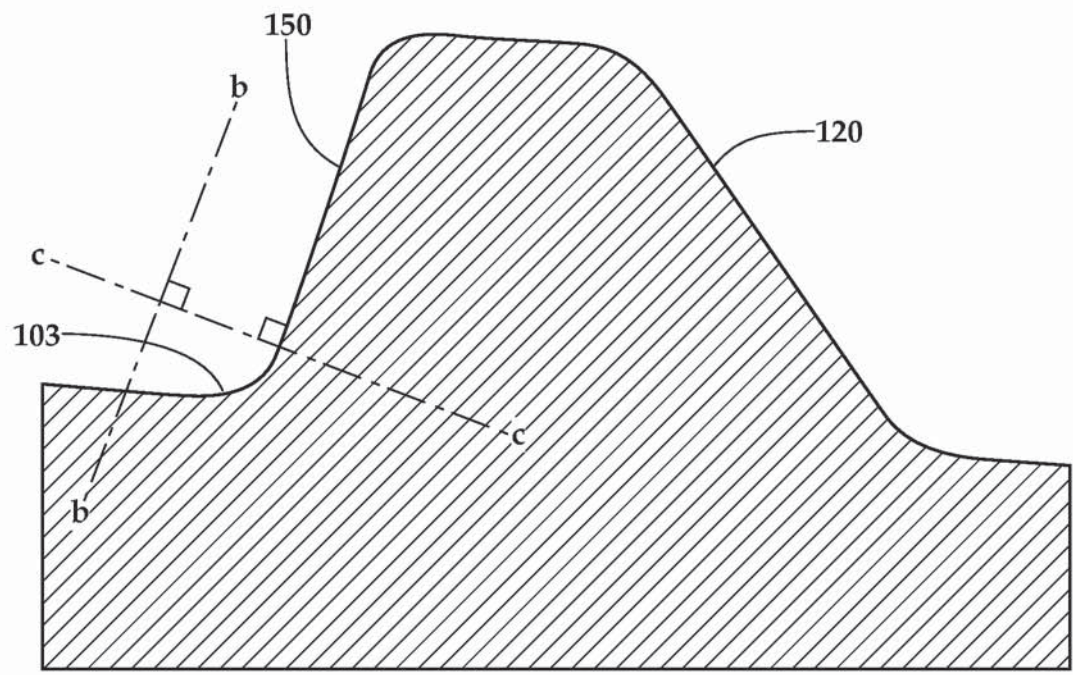
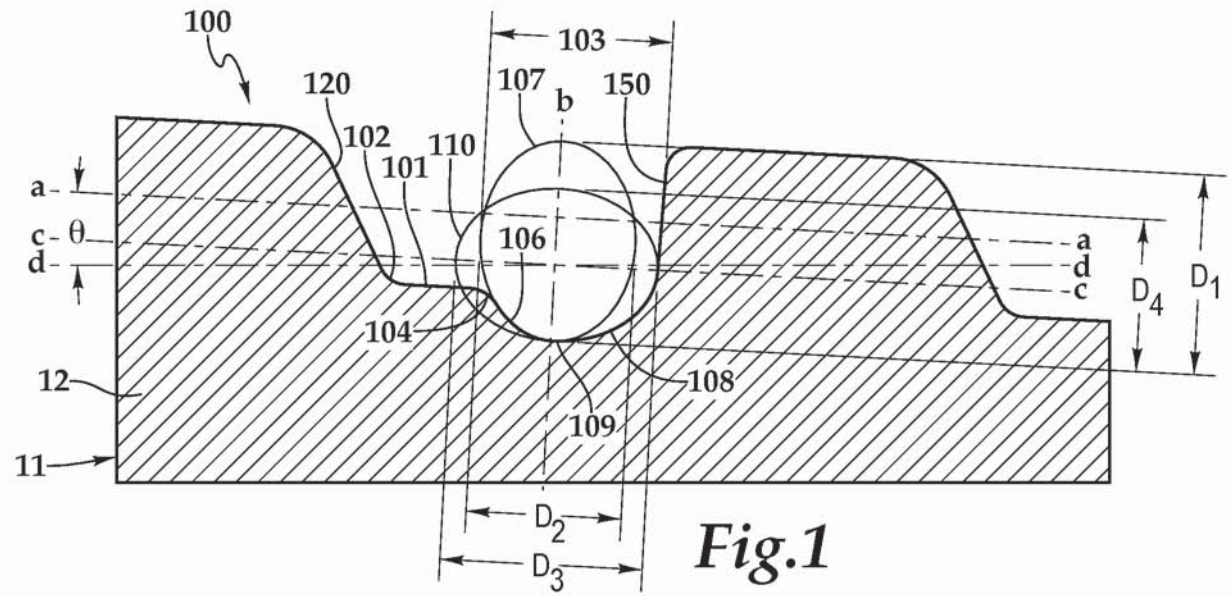
Authorized officer

Zachary Rokosh (819) 956-0848

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2012/056597

Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date
US5163523A	17 November 1992 (17-11-1992)	AU649669B2 AU7701391A CA2042879A1 DE69103090D1 DE69103090T2 EP0459960A1 EP0459960B1 FI912575A FI93763B FI93763C IE911814A1 IE65541B1 JP4231589A US5056611A	02 June 1994 (02-06-1994) 05 December 1991 (05-12-1991) 30 November 1991 (30-11-1991) 01 September 1994 (01-09-1994) 17 November 1994 (17-11-1994) 04 December 1991 (04-12-1991) 27 July 1994 (27-07-1994) 30 November 1991 (30-11-1991) 15 February 1995 (15-02-1995) 26 May 1995 (26-05-1995) 04 December 1991 (04-12-1991) 01 November 1995 (01-11-1995) 20 August 1992 (20-08-1992) 15 October 1991 (15-10-1991)
US4549754A	29 October 1985 (29-10-1985)	DE3426725A1 FR2586749A3 GB8417628D0 GB2161563A GB2161563B	23 January 1986 (23-01-1986) 06 March 1987 (06-03-1987) 15 August 1984 (15-08-1984) 15 January 1986 (15-01-1986) 08 June 1988 (08-06-1988)
WO2006092649A1	08 September 2006 (08-09-2006)	BRPI0520039A2 CA2602473A1 CA2602473C CA2725126A1 CA2725126C CA2759755A1 CN101184903A EA200701865A1 EA010138B1 EP1861578A1 EP1861578A4 JP2008531949A JP4940154B2 MX2007010630A NO20074987A	14 April 2009 (14-04-2009) 08 September 2006 (08-09-2006) 15 May 2012 (15-05-2012) 08 September 2006 (08-09-2006) 11 December 2012 (11-12-2012) 08 September 2006 (08-09-2006) 21 May 2008 (21-05-2008) 28 February 2008 (28-02-2008) 30 June 2008 (30-06-2008) 05 December 2007 (05-12-2007) 25 July 2012 (25-07-2012) 14 August 2008 (14-08-2008) 30 May 2012 (30-05-2012) 15 April 2008 (15-04-2008) 02 October 2007 (02-10-2007)
US5060740A	29 October 1991 (29-10-1991)	None	



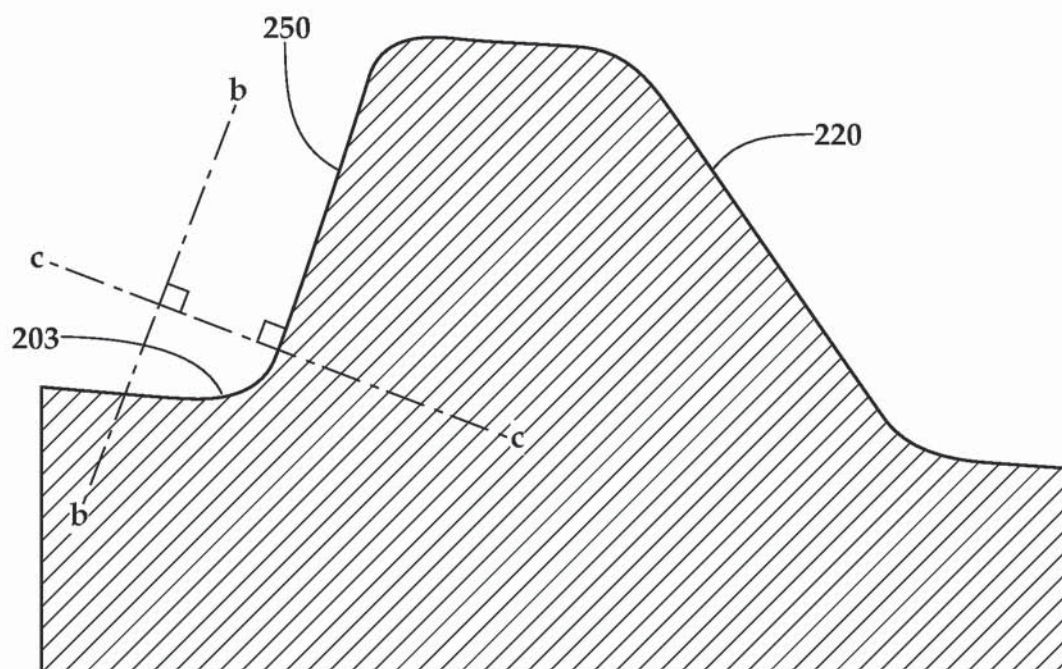
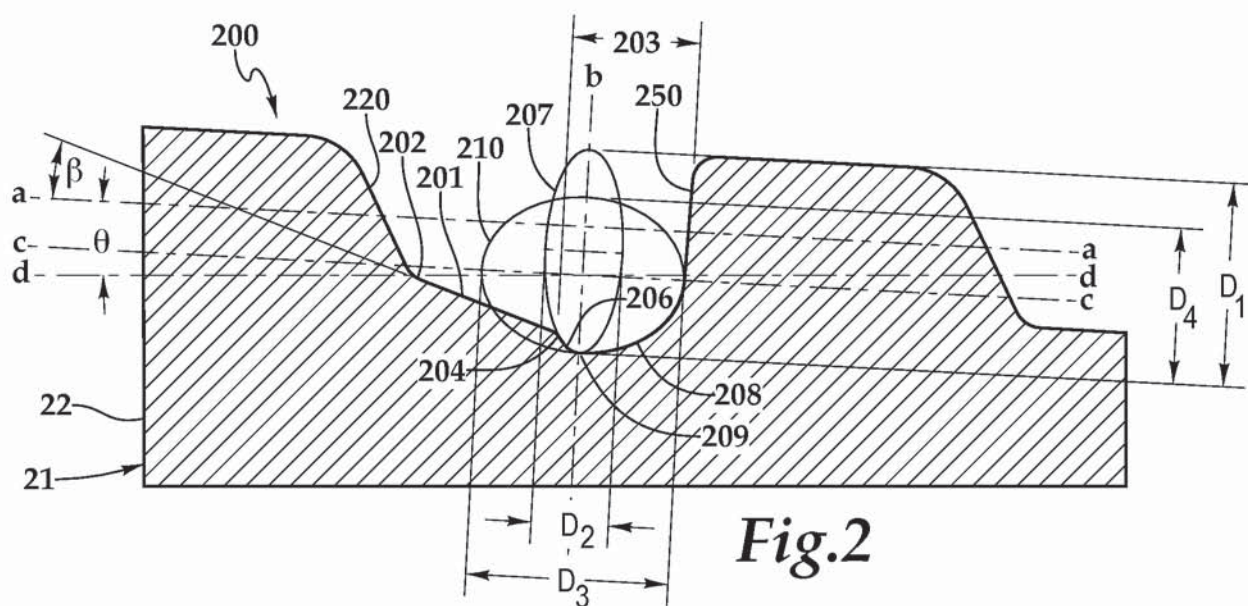
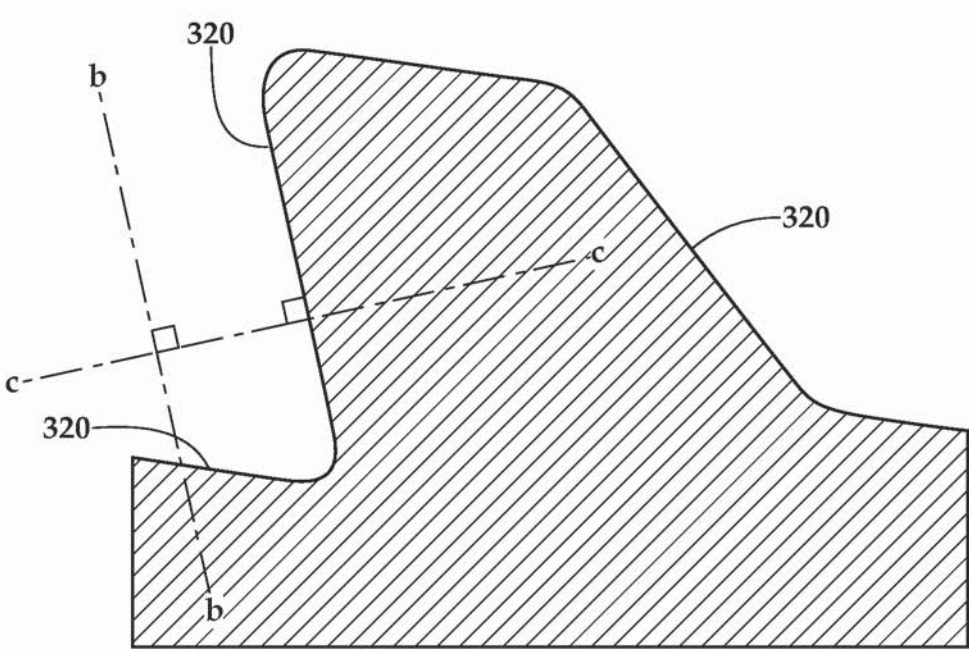
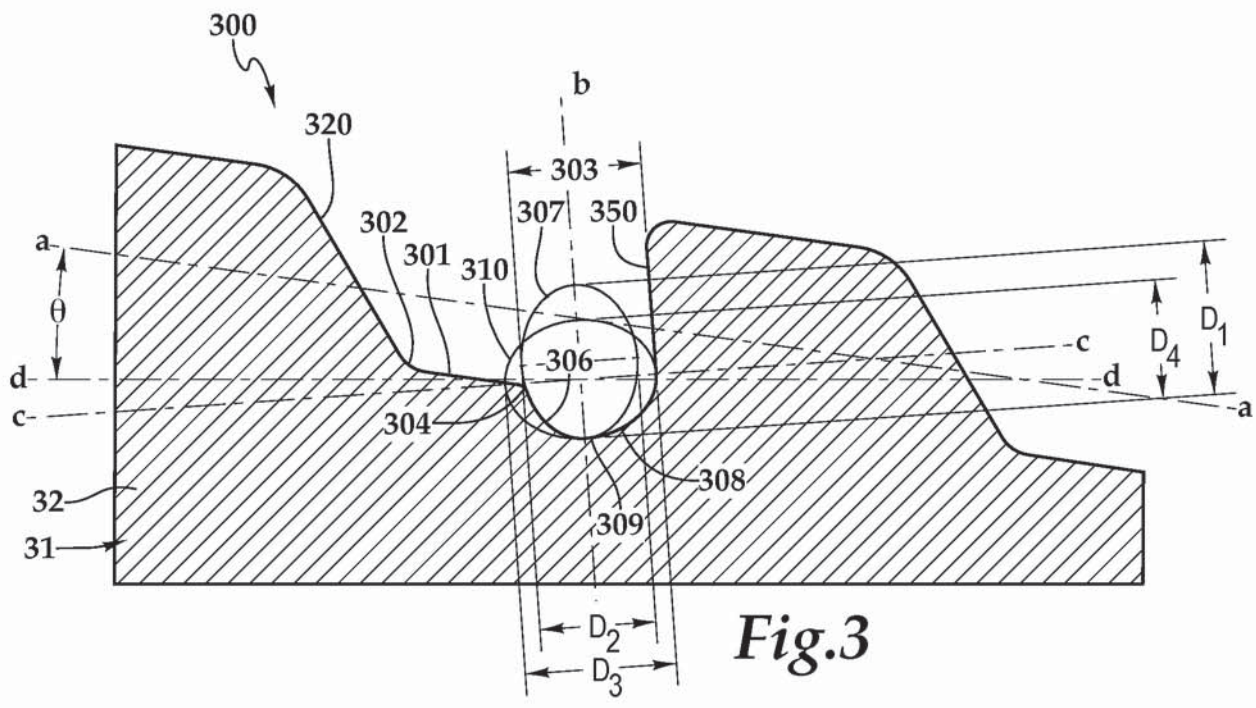


Fig.2A



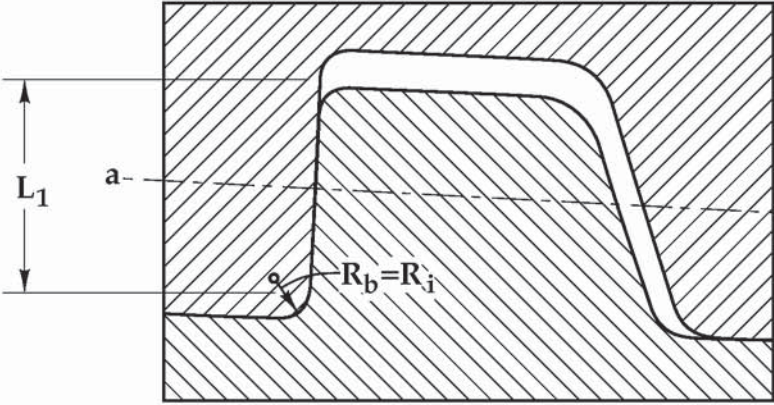


Fig. 4A

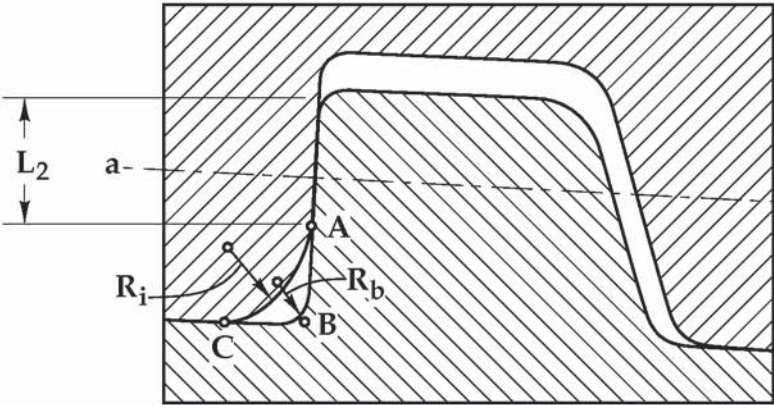


Fig. 4B

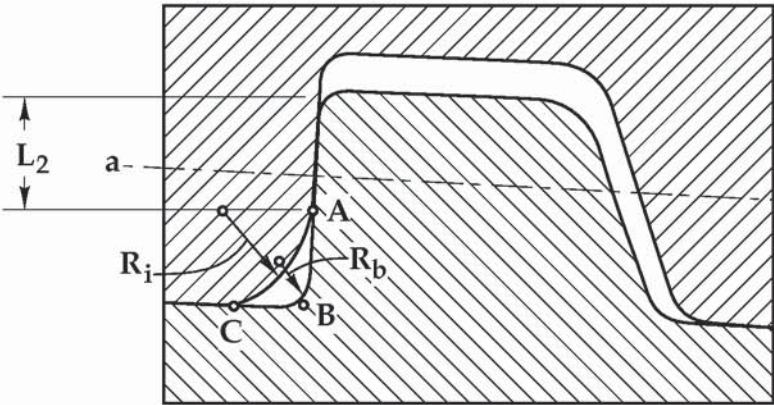


Fig. 4C

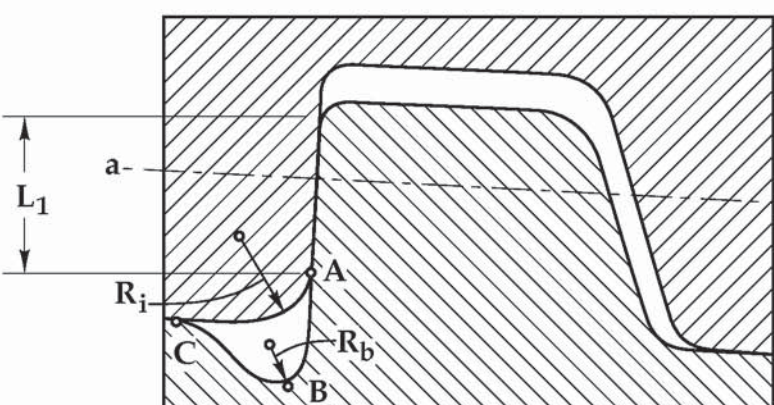


Fig. 4D

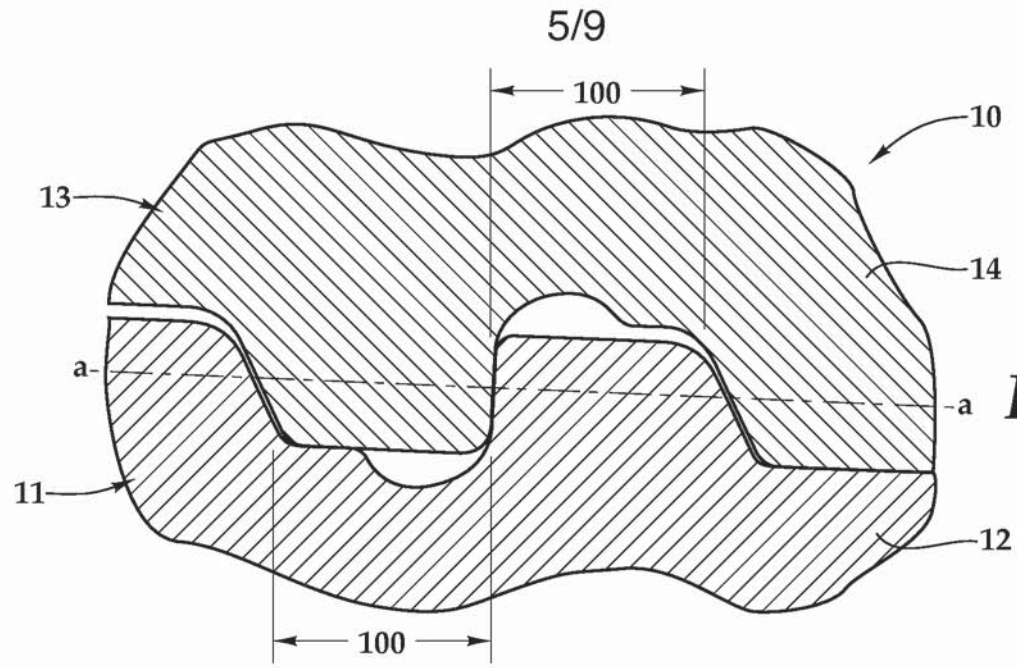


Fig.5

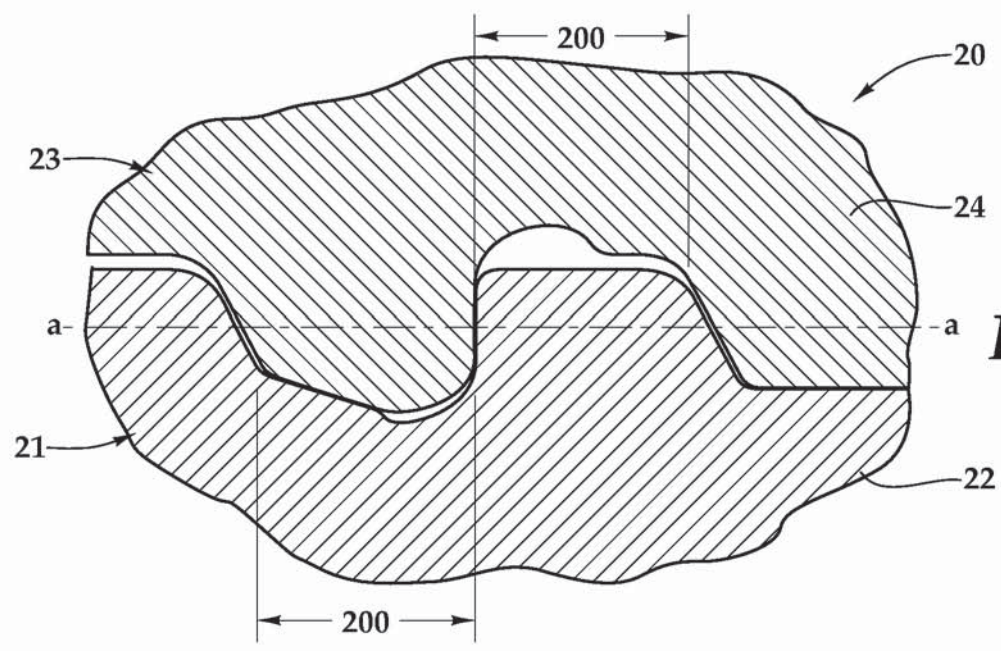


Fig.6

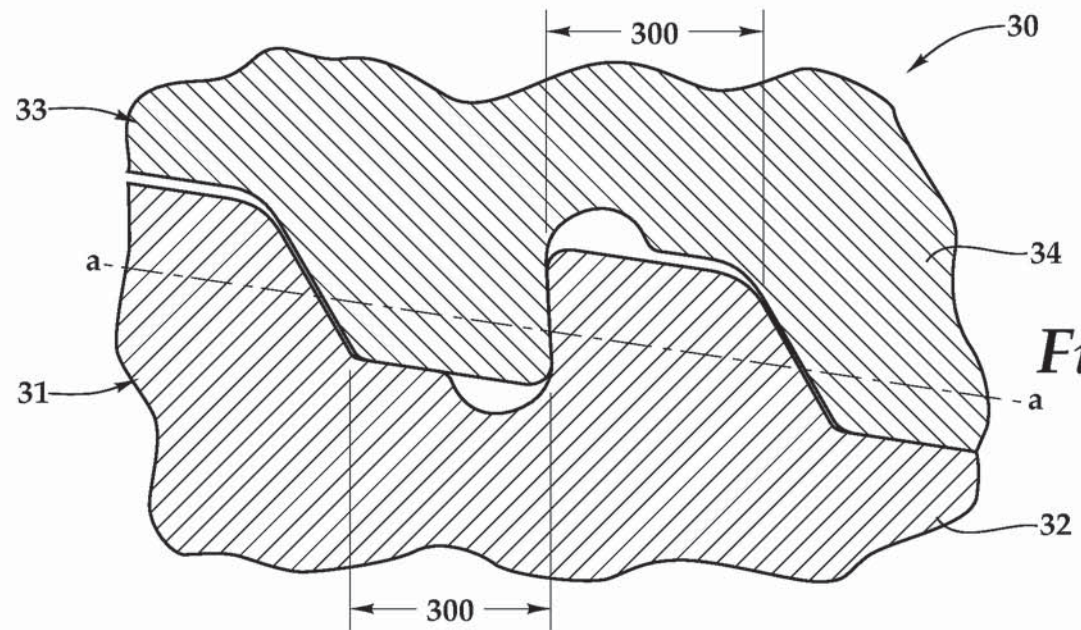
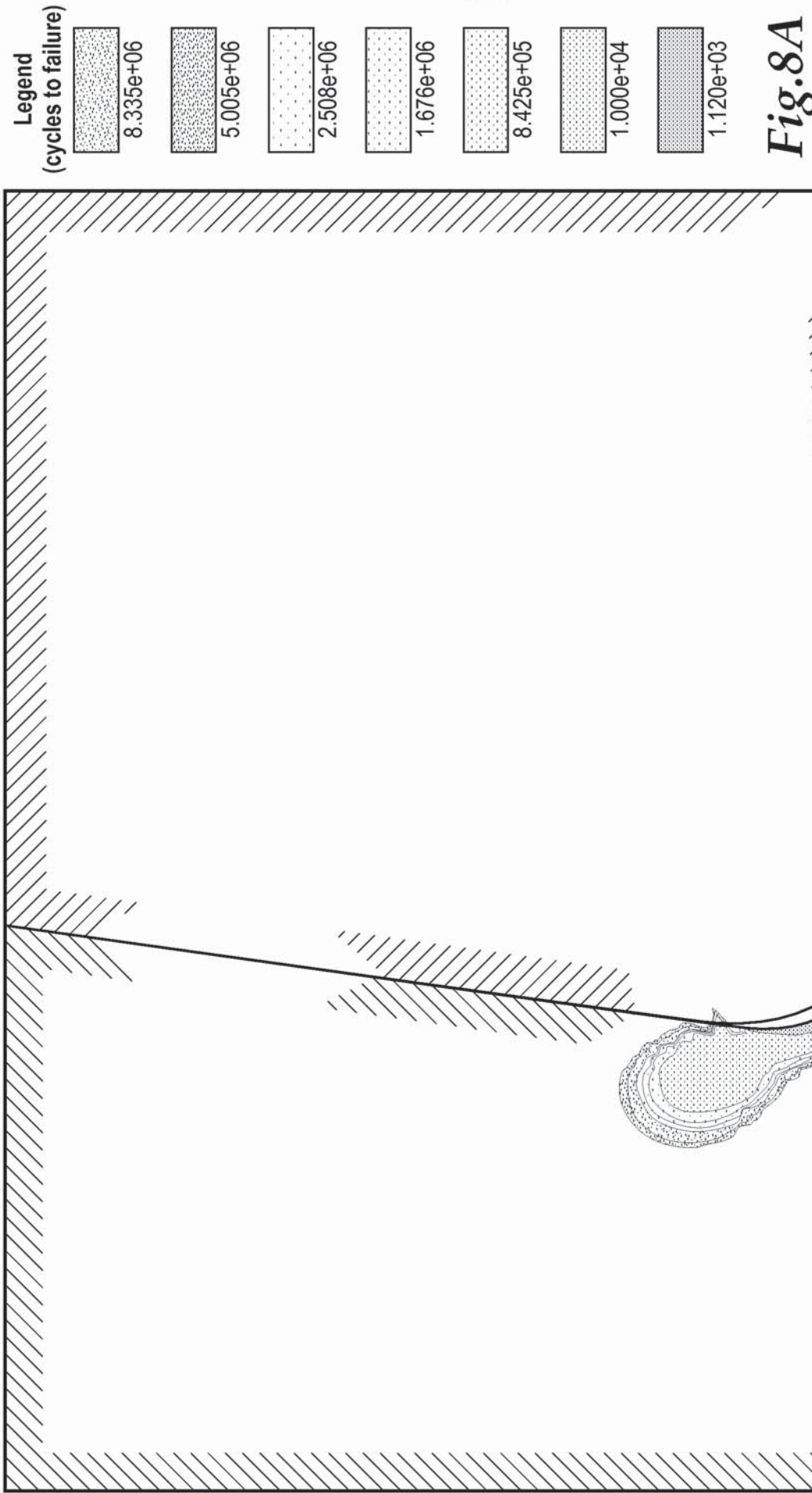
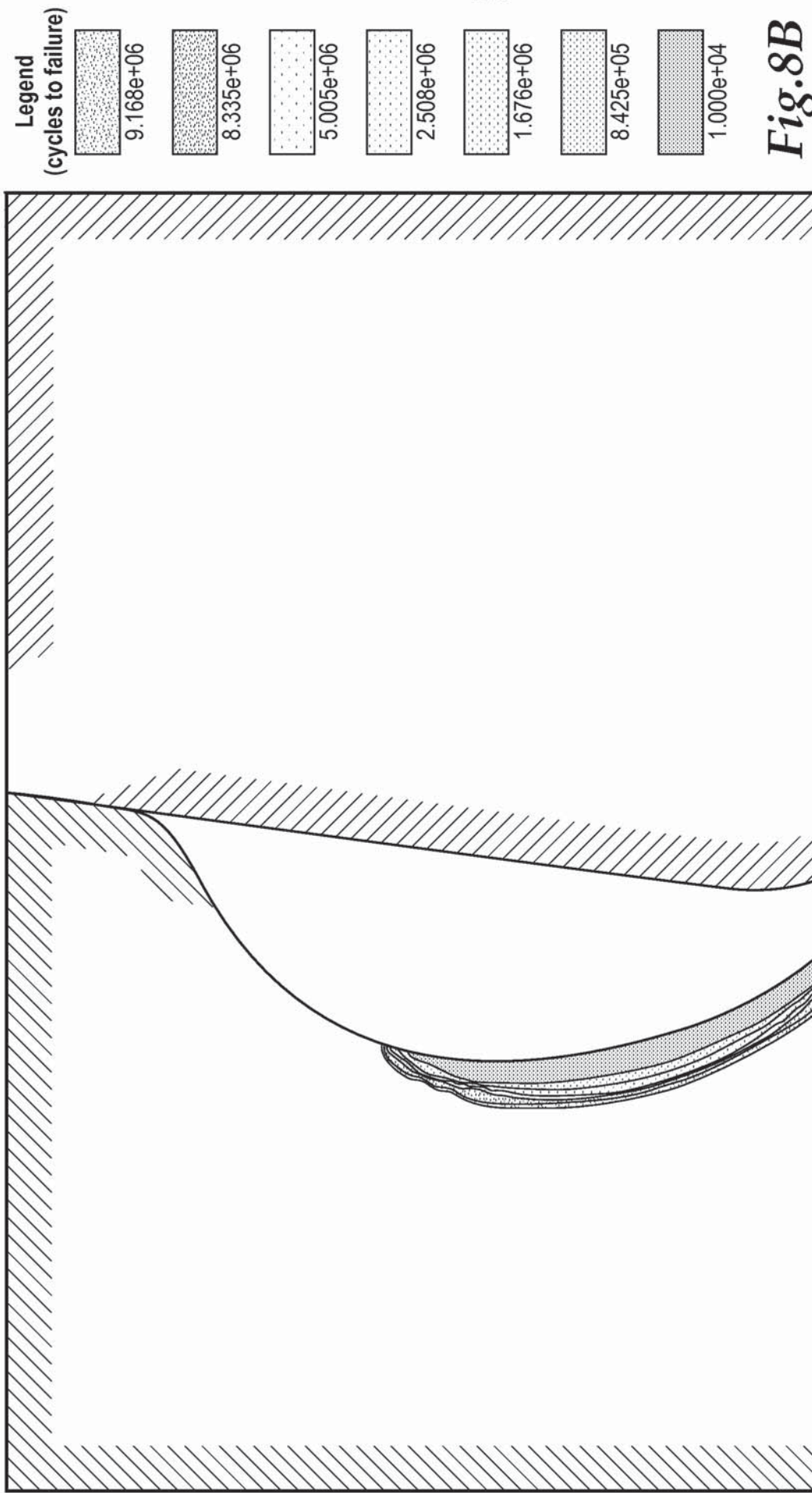
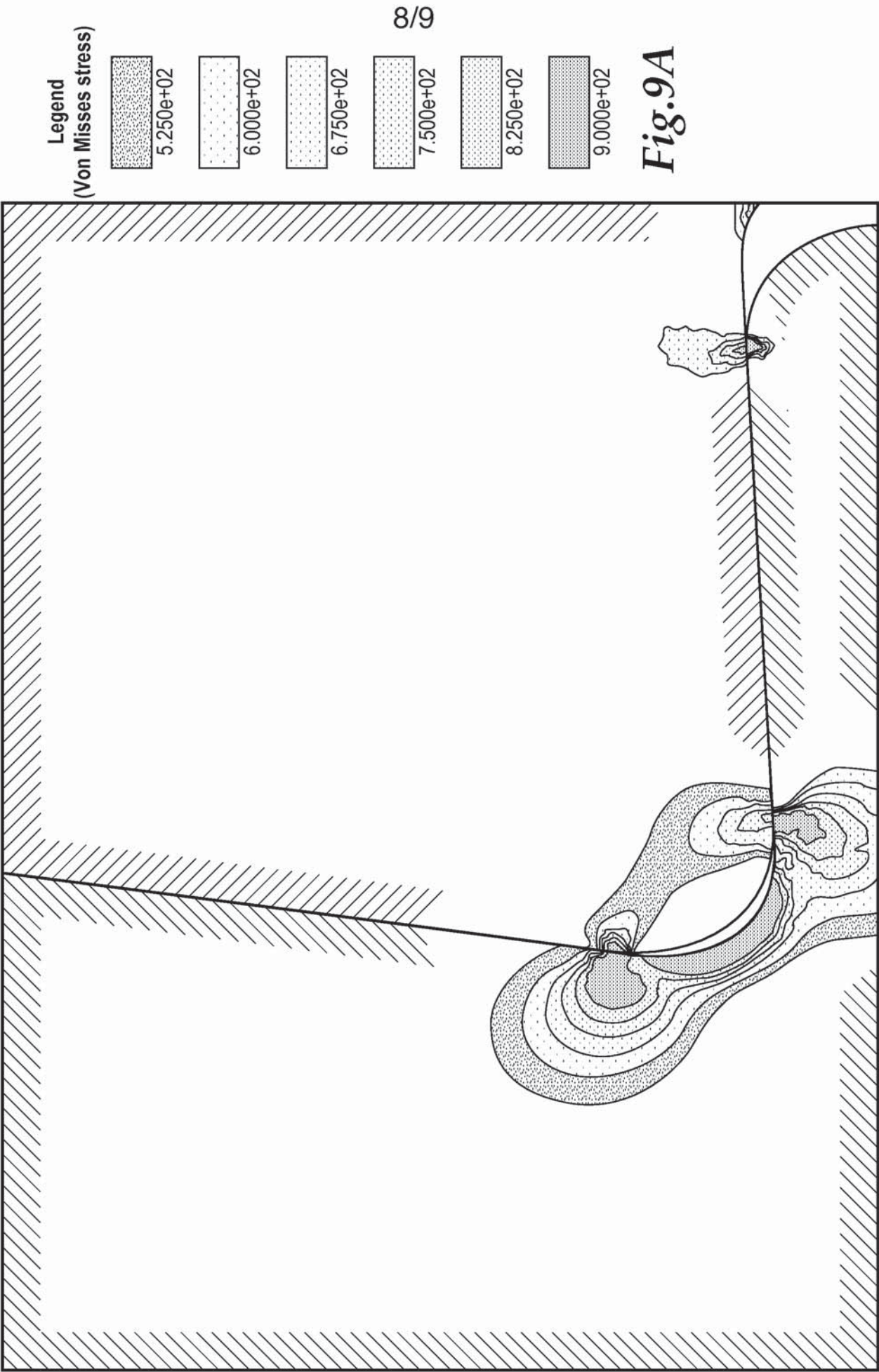


Fig.7

6/9







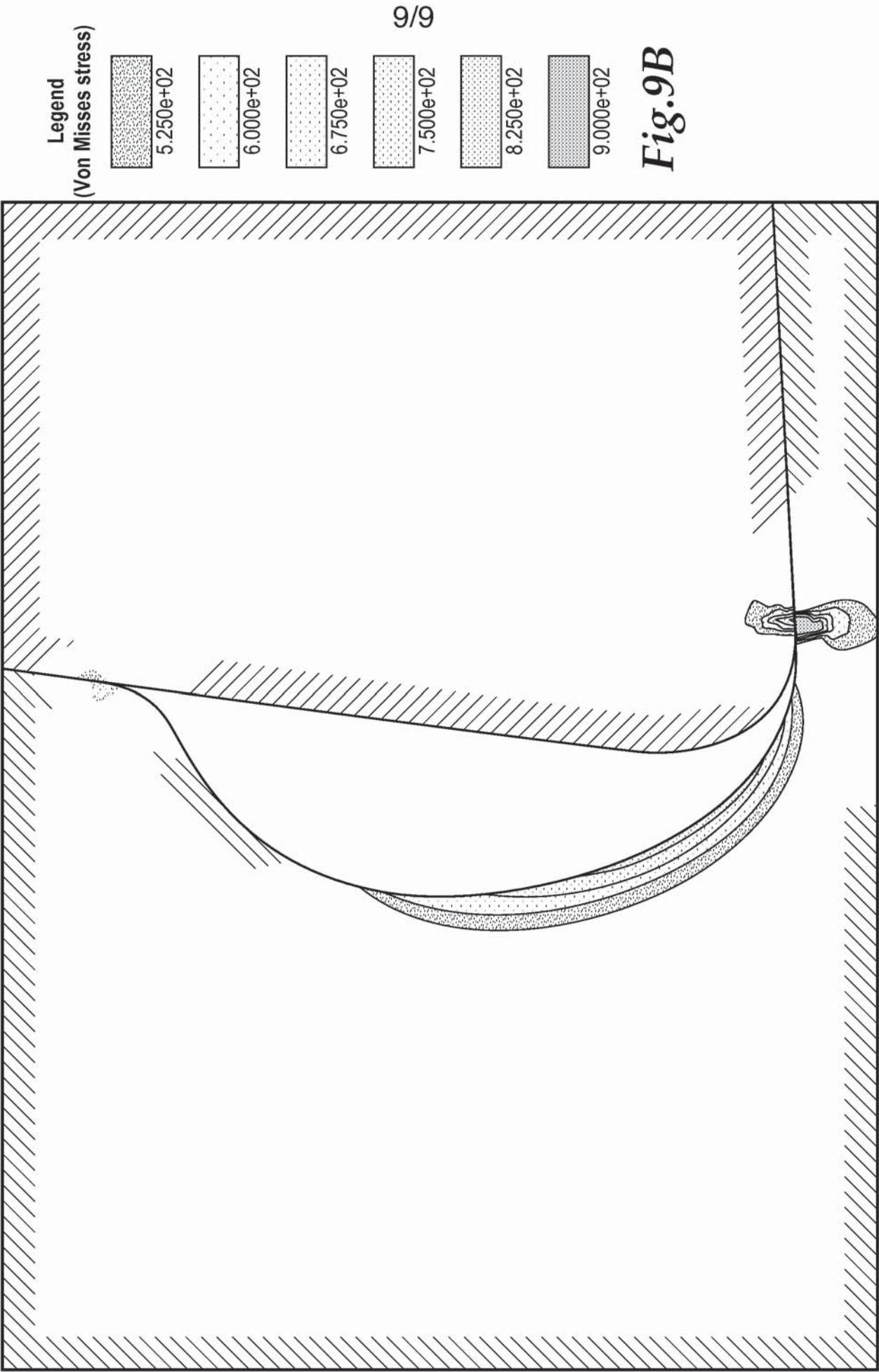


Fig. 9B



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNDER SECRETARY OF COMMERCE FOR INTELLECTUAL PROPERTY AND
DIRECTOR OF THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

JANUARY 4, 2012

PTAS

FISH & RICHARDSON P.C.
P.O. BOX 1022
MINNEAPOLIS, MN 55440-1022

501773523

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE NOTICE OF RECORDATION OF ASSIGNMENT DOCUMENT

THE ENCLOSED DOCUMENT HAS BEEN RECORDED BY THE ASSIGNMENT RECORDATION BRANCH OF THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE. A COMPLETE COPY IS AVAILABLE AT THE ASSIGNMENT SEARCH ROOM ON THE REEL AND FRAME NUMBER REFERENCED BELOW.

PLEASE REVIEW ALL INFORMATION CONTAINED ON THIS NOTICE. THE INFORMATION CONTAINED ON THIS RECORDATION NOTICE REFLECTS THE DATA PRESENT IN THE PATENT AND TRADEMARK ASSIGNMENT SYSTEM. IF YOU SHOULD FIND ANY ERRORS OR HAVE QUESTIONS CONCERNING THIS NOTICE, YOU MAY CONTACT THE ASSIGNMENT RECORDATION BRANCH AT 571-272-3350. PLEASE SEND REQUEST FOR CORRECTION TO: U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE, MAIL STOP: ASSIGNMENT RECORDATION BRANCH, P.O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA 22313.

RECORDATION DATE: 01/03/2012

REEL/FRAME: 027468/0086
NUMBER OF PAGES: 5

BRIEF: ASSIGNMENT OF ASSIGNORS INTEREST (SEE DOCUMENT FOR DETAILS).

DOCKET NUMBER: 24692-0013001

ASSIGNOR:

MAZZAFERRO, GASTON MAURO

DOC DATE: 11/17/2011

ASSIGNOR:

COPPOLA, TOMMASO

DOC DATE: 11/17/2011

ASSIGNOR:

AMATO, STEFANO

DOC DATE: 11/17/2011

ASSIGNOR:

AGUILAR ARMENDARIZ, RAMON ALBERTO

DOC DATE: 11/17/2011

ASSIGNOR:

DARCIS, PHILIPPE PIERRE

DOC DATE: 11/17/2011

ASSIGNEE:

TENARIS CONNECTIONS LIMITED
112 BONADIE STREET
KINGSTOWN, ST. VINCENT, SAINT
VINCENT AND THE GRENADINES

APPLICATION NUMBER: 13315354

FILING DATE: 12/09/2011

PATENT NUMBER:

ISSUE DATE:

TITLE: THREADED CONNECTION WITH IMPROVED ROOT THREAD PROFILE

ASSIGNMENT RECORDATION BRANCH

PUBLIC RECORDS DIVISION

PATENT ASSIGNMENT

Electronic Version v1.1

Stylesheet Version v1.1

SUBMISSION TYPE:	NEW ASSIGNMENT												
NATURE OF CONVEYANCE:	ASSIGNMENT												
CONVEYING PARTY DATA													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th>Execution Date</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gaston Mauro Mazzaferro</td> <td>11/17/2011</td> </tr> <tr> <td>Tommaso Coppola</td> <td>11/17/2011</td> </tr> <tr> <td>Stefano Amato</td> <td>11/17/2011</td> </tr> <tr> <td>Ramon Alberto Aguilar Armendariz</td> <td>11/17/2011</td> </tr> <tr> <td>Philippe Pierre Darcis</td> <td>11/17/2011</td> </tr> </tbody> </table>	Name	Execution Date	Gaston Mauro Mazzaferro	11/17/2011	Tommaso Coppola	11/17/2011	Stefano Amato	11/17/2011	Ramon Alberto Aguilar Armendariz	11/17/2011	Philippe Pierre Darcis	11/17/2011	
Name	Execution Date												
Gaston Mauro Mazzaferro	11/17/2011												
Tommaso Coppola	11/17/2011												
Stefano Amato	11/17/2011												
Ramon Alberto Aguilar Armendariz	11/17/2011												
Philippe Pierre Darcis	11/17/2011												
RECEIVING PARTY DATA													
Name:	Tenaris Connections Limited												
Street Address:	112 Bonadie Street												
City:	Kingstown, St. Vincent												
State/Country:	SAINT VINCENT/GRENADINES												
PROPERTY NUMBERS Total: 1													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Property Type</th> <th>Number</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Application Number:</td> <td>13315354</td> </tr> </tbody> </table>	Property Type	Number	Application Number:	13315354									
Property Type	Number												
Application Number:	13315354												
CORRESPONDENCE DATA													
Fax Number:	(877)769-7945												
Phone:	214-747-5070												
Email:	apsi@fr.com												
<i>Correspondence will be sent to the e-mail address first; if that is unsuccessful, it will be sent via US Mail.</i>													
Correspondent Name:	Fish & Richardson P.C.												
Address Line 1:	P.O. Box 1022												
Address Line 4:	Minneapolis, MINNESOTA 55440-1022												
ATTORNEY DOCKET NUMBER:	24692-0013001												
NAME OF SUBMITTER:	Russell N. Rippamonti												
Total Attachments: 4 source=246920013001Assignment#page1.tif source=246920013001Assignment#page2.tif source=246920013001Assignment#page3.tif source=246920013001Assignment#page4.tif													

CH \$40.00 13315354

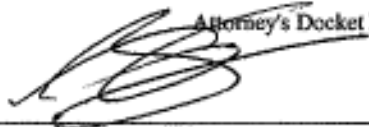
ASSIGNMENT

For valuable consideration, we, GASTÓN MAURO MAZZAFERRO of Dr. Simini 250 B2804MHA Campana, Buenos Aires, Argentina, TOMMASO COPPOLA of Via di Castel Romano, 100 - 00128, Rome, Italy, STEFANO AMATO of Via di Castel Romano, 100 - 00128, Rome, Italy, RAMÓN ALBERTO AGUILAR ARMENDARIZ of Km. 433.7 Carretera México, Veracruz, Via Xalapa, Veracruz, 91697, México, PHILIPPE PIERRE DARCIS of Km. 433.7 Carretera México, Veracruz, Via Xalapa, Veracruz, 91697, México, hereby assign to: Tenaris Connections Limited, a corporation of St. Vincent & the Grenadines having a place of business at:

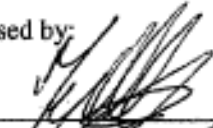
112 Bonadie Street
Kingstown, St. Vincent
Kingstown
St. Vincent & the Grenadines ; and

its successors and assigns (collectively hereinafter called “the Assignee”), the entire right, title and interest throughout the world in the inventions and improvements which are subject of an application for United States Patent signed by us, entitled THREADED CONNECTION WITH IMPROVED ROOT THREAD PROFILE, filed December 9, 2011, and assigned U.S. Serial Number 13/315,354, this assignment including said application, any and all United States and foreign patents, utility models, and design registrations granted for any of said inventions or improvements, and the right to claim priority based on the filing date of said application under the International Convention for the Protection of Industrial Property, the Patent Cooperation Treaty, the European Patent Convention, and all other treaties of like purposes; and we authorize the Assignee to apply in all countries in our name or in its own name for patents, utility models, design registrations and like rights of exclusion and for inventors’ certificates for said inventions and improvements; and we agree for ourselves and our respective heirs, legal representatives and assigns, without further compensation to perform such lawful acts and to sign such further applications, assignments, Preliminary Statements and other lawful documents as the Assignee may reasonably request to effectuate fully this assignment.

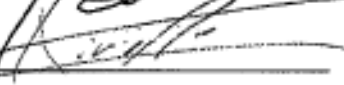
Date: NOVEMBER 17TH 2011


GASTON MAURO MAZZAFERRO

Witnessed by:

Name: 

Date: 17/11/2011

Name: 

Date: 17/11/2011

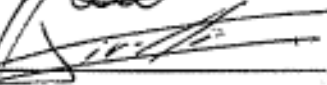
Date: 17/11/2011


TOMMASO COPPOLA

Witnessed by:

Name: 

Date: 17/11/2011

Name: 

Date: 17/11/2011

Date: _____

STEFANO AMATO

Witnessed by:

Name: _____

Date: _____

Name: _____

Date: _____

Date: November the 17th 2011


RAMÓN ALBERTO AGUILAR ARMENDARIZ

Witnessed by:

Name: 

Date: 17/11/2011

Name: 

Date: 17/11/2011

Date: _____

GASTÓN MAURO MAZZAFERRO

Witnessed by:

Name: _____

Date: _____

Name: _____

Date: _____

Date: _____

TOMMASO COPPOLA

Witnessed by:

Name: _____

Date: _____

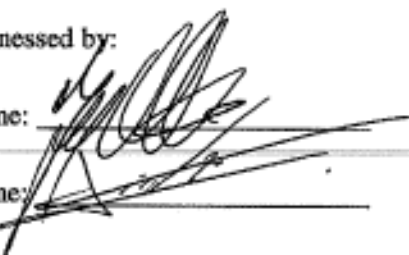
Name: _____

Date: _____

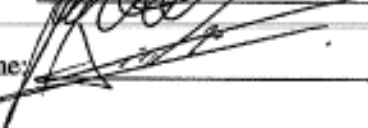
Date: 17.11.2011

Stefano Amato
STEFANO AMATO

Witnessed by:

Name: 

Date: 17.11.2011

Name: 

Date: 17.11.2011

Date: _____

RAMÓN ALBERTO AGUILAR ARMENDARIZ

Witnessed by:

Name: _____

Date: _____

Name: _____

Date: _____

Date: 17/11/2011

Janis
PHILIPPE PIERRE DARCIS

Witnessed by:

Name: [Signature]

Date: 17/11/2011

Name: [Signature]

Date: 17/11/2011

[TRADUCCIÓN DEL INGLÉS:]

[Emblema:] Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos de América – Departamento de Comercio

OFICINA DE PATENTES Y MARCAS DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

SUB SECRETARIO DE COMERCIO EN MATERIA DE PROPIEDAD INTELECTUAL Y DIRECTOR DE LA OFICINA
DE PATENTES Y MARCAS DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

4 DE ENERO DE 2012

SISTEMA DE CESIÓN DE PATENTES Y MARCAS [PTAS]

501773523

FISH & RICHARDSON P.C.

P.O. BOX 1022

MINNEAPOLIS, MN 55440-1022

OFICINA DE PATENTES Y MARCAS DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

NOTIFICACIÓN DE REGISTRO DE DOCUMENTO DE CESIÓN

EL DOCUMENTO ADJUNTO HA SIDO REGISTRADO POR EL SECTOR DE REGISTRO DE CESIONES DE LA OFICINA DE PATENTES Y MARCAS DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA . LA COPIA COMPLETA SE ENCUENTRA DISPONIBLE EN EL CUARTO DE BÚSQUEDA DE CESIONES BAJO EL NÚMERO DE ROLLO Y CUADRO QUE SE CONSIGNAN A CONTINUACIÓN.

POR FAVOR REVISE LA INFORMACIÓN CONSIGNADA EN LA PRESENTE NOTIFICACIÓN. LA INFORMACIÓN CONSIGNADA EN LA PRESENTE NOTIFICACIÓN DE REGISTRO REFLEJA LOS DATOS ALMACENADOS EN EL SISTEMA DE CESIONES DE PATENTES Y MARCAS. EN CASO DE QUE ENCUENTRE ERRORES O DE QUE TENGA ALGUNA CONSULTA RESPECTO DE LA PRESENTE NOTIFICACIÓN, PUEDE CONTACTAR AL SECTOR DE REGISTRO DE CESIONES AL 571-272-3350. POR FAVOR ENVÍE LA SOLICITUD DE CORRECCIÓN A: OFICINA DE PATENTES Y MARCAS DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA, APARTADO POSTAL: SECTOR DE REGISTRO DE CESIONES, P.O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA 22313.

FECHA DE REGISTRO: 03/01/2012

CUADRO / MARCO: 027468 / 0086

CANTIDAD DE PÁGINAS: 5

RESUMEN: CESIÓN DE LA PROPIEDAD DE LOS CEDENTES (PARA MAYOR INFORMACIÓN VER DOCUMENTO)

NÚMERO DE CASO: 24692-0013001

CEDENTE: MAZZAFERRO, GASTON MAURO

FECHA DE DOCUMENTO: 17/11/2011

CEDENTE: COPPOLA, TOMMASO

FECHA DE DOCUMENTO: 17/11/2011

CEDENTE: AMATO, STEFANO

FECHA DE DOCUMENTO: 17/11/2011

CEDENTE: AGUILAR ARMENDARIZ, RAMON ALBERTO

FECHA DE DOCUMENTO: 17/11/2011

CEDENTE: DARCIS, PHILIPPE PIERRE

FECHA DE DOCUMENTO: 17/11/2011

CESIONARIA: TENARIS CONNECTIONS LIMITED

112 BONADIE STREET

KINGSTOWN, SAN VICENTE, SAN VICENTE Y LAS GRANADINAS

[Pie de página:] P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 – www.uspto.gov

[Reverso:] 027468/0086 PÁGINA 2

NÚMERO DE SOLICITUD: 13315354

FECHA DE PRESENTACIÓN: 09/12/2011

NÚMERO DE PATENTE: [en blanco]

FECHA DE EMISIÓN: [en blanco]

TÍTULO: CONEXIÓN ROSCADA CON UN PERFIL DE ROSCA DE RAÍZ MEJORADO

SECTOR DE REGISTRO DE CESIONES

DEPARTAMENTO DE REGISTROS PÚBLICOS

[Adjunto:]

[Margen lateral derecho:] CH \$40 -13315354

501773523 03/01/2012

CESIÓN DE PATENTE

Versión electrónica v1.1

Versión de formulario v1.1

Tipo de presentación:	CESIÓN NUEVA
Naturaleza de la transmisión:	CESIÓN CON EFECTOS RETROACTIVOS

INFORMACIÓN SOBRE LOS CEDENTES:

Nombre	Fecha de suscripción
Gaston Mauro Mazzaferro	17/11/2011
Tommaso Coppola	17/11/2011
Stefano Amato	17/11/2011
Ramon Alberto Aguilar Armendariz	17/11/2011
Philippe Pierre Darcis	17/11/2011

INFORMACIÓN SOBRE LA CESIONARIA:

Nombre:	Tenaris Connections Limited
Domicilio postal:	112 Bonadie Street
Ciudad:	Kingstown, San Vicente
Estado/País:	SAN VICENTE Y LAS GRANADINAS

CANTIDAD TOTAL DE DOCUMENTOS: 1

Tipo de documento	Número
Número de solicitud:	13315354

INFORMACIÓN PARA EL ENVÍO DE CORRESPONDENCIA

Fax: (877)769-7945

Teléfono: 214-747-5070

Correo electrónico: apsi@fr.com

La correspondencia será enviada por Correo de los EE. UU. en caso de que no se logre el envío por correo electrónico.

Nombre del Corresponsal: Fish & Richardson P.C.

Domicilio, Renglón N° 1: P.O. Box 1022

Domicilio, Renglón N° 4: Minneapolis, MINNESOTA, 55440-1022

N° de expediente del agente:	24692-0013001
Nombre del suscriptor:	Russell N. Rippamonti

Cantidad de adjuntos: 4

ArchivoFuente=246920013001Assignment#page1.tif

ArchivoFuente=246920013001Assignment#page2.tif

ArchivoFuente=246920013001Assignment#page3.tif

ArchivoFuente=246920013001Assignment#page4.tif

CESIÓN

Por una contraprestación susceptible de apreciación pecuniaria, los que suscriben, GASTÓN MAURO MAZZAFERRO, con domicilio en Dr. Simini 250 B2804MHA Campana, Buenos Aires, Argentina, TOMMASO COPPOLA, con domicilio en Via di Castel Romano, 100 – 00128, Roma, Italia, STEFANO AMATO, con domicilio en Via di Castel Romano, 100 – 00128, Roma, Italia, RAMÓN ALBERTO AGUILAR ARMENDARIZ, con domicilio en Km. 433,7 Carretera México, Veracruz, Via Xalapa, Veracruz, 91697, México, y PHILIPPE PIERRE DARCIS, con domicilio en Km. 433,7 Carretera México, Veracruz, Via Xalapa, Veracruz, 91697, México por el presente ceden a: Tenaris Connections Limited, sociedad anónima constituida de conformidad con las leyes de San Vicente y las Granadinas, con domicilio en:

112 Bonadie Street,

Kingstown, San Vicente,

Kingstown, San Vicente y las Granadinas; y

sus sucesores y cesionarios (en conjunto, la “Cesionaria”), el derecho, título e interés absoluto a lo largo del mundo sobre las invenciones y mejoras que son objeto de una solicitud de Patente de los Estados Unidos de América suscripta por los que suscriben el presente, titulada CONEXIÓN ROSCADA CON UN PERFIL DE ROSCA DE RAÍZ MEJORADO, presentada el 9 de diciembre de 2011, a la que se le asignó el Número de Acta de los Estados Unidos de América 13/315.354. La presente cesión incluye dicha solicitud, así como todos y cada uno de los registros de diseños, modelos de utilidad y patentes, tanto de los Estados Unidos de América como extranjeros, otorgados en virtud de cualquiera de las invenciones o mejoras mencionadas. Asimismo, incluye el derecho de reivindicar prioridad en base a la fecha de presentación de dicha solicitud en virtud de la Convención Internacional para la Protección de Propiedad Industrial, el Tratado de Cooperación en materia de Patentes, la Convención Europea de Patentes, y todos los demás tratados con fines similares. Los que suscriben autorizan a la Cesionaria a solicitar, respecto de dichas invenciones y mejoras, en cualquier país y en su nombre o en su propio nombre, registros de patentes, modelos de utilidad y diseños, así como derechos de exclusión similares, y certificados de inventores. Asimismo, los que suscriben acuerdan, tanto respecto de ellos como de sus herederos, representantes legales y cesionarios, sin contraprestación adicional alguna, realizar todos los actos y suscribir las solicitudes, cesiones, Declaraciones Preliminares y otros documentos en virtud de ley que la Cesionaria razonablemente solicite para dar cumplimiento total con la presente cesión.

Fecha: 17 de noviembre de 2011 – GASTON MAURO MAZZAFERRO [firma]

Testigos:

Nombre: [firma] – Fecha: 17/11/2011

Nombre: [firma] – Fecha: 17/11/2011

Fecha: 17 de noviembre de 2011 – TOMMASO COPPOLA [firma]

Testigos:

Nombre: [firma] – Fecha: 17/11/2011

Nombre: [firma] – Fecha: 17/11/2011

Fecha: [en blanco] – STEFANO AMATO [en blanco]

Testigos:

Nombre: [en blanco] – Fecha: [en blanco]

Nombre: [en blanco] – Fecha: [en blanco]

Fecha: 17 de noviembre de 2011 – RAMÓN ALBERTO AGUILAR ARMENDARIZ [firma]

Testigos:

Nombre: [firma] – Fecha: 17/11/2011

Nombre: [firma] – Fecha: 17/11/2011

Fecha: [en blanco] – GASTON MAURO MAZZAFERRO [en blanco]

Testigos:

Nombre: [en blanco] – Fecha: [en blanco]

Nombre: [en blanco] – Fecha: [en blanco]

Fecha: [en blanco] – TOMMASO COPPOLA [en blanco]

Testigos:

Nombre: [en blanco] – Fecha: [en blanco]

Nombre: [en blanco] – Fecha: [en blanco]

Fecha: 17 de noviembre de 2011 – STEFANO AMATO [firma]

Testigos:

Nombre: [firma] – Fecha: 17/11/2011

Nombre: [firma] – Fecha: 17/11/2011

Fecha: [en blanco] – RAMÓN ALBERTO AGUILAR ARMENDARIZ [en blanco]

Testigos:

Nombre: [en blanco] – Fecha: [en blanco]

Nombre: [en blanco] – Fecha: [en blanco]

Fecha: 17 de noviembre de 2011 – PHILIPPE PIERRE DARCIS [firma]

Testigos:

Nombre: [firma] – Fecha: 17/11/2011

Nombre: [firma] – Fecha: 17/11/2011

90561302.doc

COLOMBIA

PODER

El (los)

TENARIS CONNECTIONS LIMITED

Domiciliados en **112 Bonadie Street, KINGSTOWN, SAN VICENTE Y LAS GRANADINAS**

Nombran por el presente a **XIMENA CASTELLANOS A. y/o MARGARITA CASTELLANOS A.** abogadas con oficinas en la Calle 94A No. 7A-09, Bogotá-Colombia para

y para obtener la protección de mi (nuestra) propiedad Industrial e intelectual y con este fin autorizamos a dichos apoderados para que nos representen ante cualesquiera autoridades o personas de los órdenes administrativo, contencioso -administrativo y judicial en todo lo relacionado con los siguientes actos y gestiones:

- Obtención de patentes de invención, modelos y dibujos industriales; registro de marcas de fabrica, de servicio, colectivas de certificación o defensivas y de denominaciones de origen, depósito de nombres y enseñas comerciales; su renovación, prórroga, inscripción de traspaso y cambio de nombre o domicilio, cancelación voluntaria y el registro de licencias de uso de esos derechos;
- Para la obtención de protección de variedades vegetales
- Para la obtención de registros sanitarios;
- Para la obtención de registros de derechos de autor.
- Para obtener registros y transferencias de nombres de dominio
- Acciones de oposición, observación, cancelación, nulidad, medidas cautelares y en general los juicios civiles, penales, administrativos o contencioso - administrativos que promovamos o se nos promuevan.

Pudiendo en todos los actos y gestiones arriba mencionados, transigir, desistir, recibir, cancelar, renunciar y aceptar notificaciones

El poder aquí otorgado tiene la limitación de no permitir contestar demandas judiciales, sin previa notificación del otorgante, ni disponer de la propiedad intelectual del otorgante.

Los apoderados no se encuentran facultados para sustituir o delegar los poderes aquí otorgados en todo o en parte.

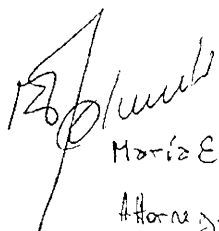
Finalmente, este poder ratifica la validez de todos los actos y solicitudes que, a nombre de la poderdante hubieren realizado los apoderados en relación con las facultades anteriormente enumeradas, antes de la suscripción del presente poder

Dado y firmado hoy

December 3rd, 2012.

en

por


María Elena Palumbo
Attorney-in-fact

CASTELLANOS & Co.
INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM

CALLE 94 A No. 7 A - 09 / P.O. BOX 6349
PHONE (57 1) 756 07 70 / FAX (57 1) 756 01 58
BOGOTÁ D.C. COLOMBIA
info@castellanosyco.co

POWER OF ATTORNEY

I (we) the undersigned

TENARIS CONNECTIONS LIMITED

Of **112 Bonadie Street, Kingstown, SAN VICENTE Y LAS GRANADINAS**

hereby grant(s) Power of Attorney to **XIMENA CASTELLANOS A. and /or MARGARITA CASTELLANOS A.** attorneys residing at Calle 94A No. 7A-09, Bogotá- Colombia, to

and to obtain the protection of my (our) Intellectual Property, for which purpose we authorize the said attorneys to represent us before any authorities, or persons, specially those, administrative, contentious and judicial, in all matters concerning the following:

- Obtainment of patents, models and designs, registration of trademarks, service, collective, certification and defensive marks, and of designations of origin; the deposit of trade names and ensigns; its renewal, extension, recordal of assignments, change of name or domicile, voluntary cancellation, and the registration of licenses of use of the above rights;
- For the obtainment of plant variety protection
- For the obtainment of Sanitary registrations;
- For the obtainment of copyright registrations
- For domain name registrations and assignment
- Actions of opposition, cancellation, nullity, infringement, granting of licenses; and in general the civil, criminal and administrative suits related to those rights; actions and suits instituted by us or against us;

In all the above matters they may compromise, cancel, receive, withdraw, renounce and accept notifications

This power has the limitation of not being able to answer judicial suits, without previous notification of grantor; nor dispose of the intellectual property assets of the owner.

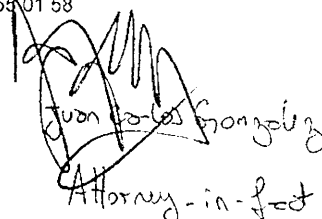
The above representative is not entitled to substitute the powers herein granted, in whole or in part.

Finally, this power of attorney ratifies the validity of all acts and applications made by the representatives in the name of the signatory of this power of attorney, with regard to the faculties above given, before the execution of the present power of attorney.

Given and signed this

in

CASTELLANOS & Co.


Juan Carlos González
Attorney-in-fact

RESUMEN DE LA INVENCION

Se revela un diseño de conexión roscada que tiene una elipse doble en la raíz de la rosca para la reducción de la fatiga por estrés. El canal de raíz incluye una primera porción que comprende una primera superficie elíptica que es parte de una primera elipse. El canal de raíz incluye además una segunda porción que comprende una segunda superficie elíptica, siendo parte de una segunda elipse, y la segunda superficie elíptica se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica en un punto de unión que define la base del canal raíz. La segunda superficie elíptica se une tangencialmente por un segundo extremo al flanco de carga.

Referencias de los Dibujos:

Legend (cycles to failure): Referencia (ciclos hasta la falla)

REIVINDICACIONES

1. Un elemento tubular que tiene una rosca macho dispuesta en un extremo de dicho elemento tubular, caracterizado porque dicha rosca macho comprende:

5 una superficie de raíz cónica que tiene un primer ángulo de conicidad (β) medido entre la superficie de raíz cónica y un eje longitudinal (aa) de la rosca, dicha superficie de raíz cónica se une tangencialmente en un primer extremo por una superficie curva convexa de un radio constante de curvatura a un flanco de enchufe, dicha superficie de raíz cónica se une en un segundo extremo por una superficie curva cóncava de radio de curvatura constante a un canal de raíz;

10 dicho canal de raíz se extiende desde la superficie de raíz cónica hasta un flanco de carga, dicho canal de raíz incluye:

una primera parte que comprende una primera superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura, dicha primera superficie elíptica es parte de una elipse, y

15 dicho canal de raíz incluye además una segunda porción que comprende una segunda superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura, dicha segunda superficie elíptica es parte de una segunda elipse, dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica, y dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente por un segundo extremo al flanco de carga.

2. El elemento tubular de la Reivindicación 1 caracterizado porque el primer ángulo de conicidad (β) es de 0 grados, de tal manera que la superficie de raíz cónica es paralela al eje de roscado (aa).

25

3. El elemento tubular de la Reivindicación 1 caracterizado porque el primer ángulo de conicidad (β) es menor que el valor de medición de un ángulo medido entre un flanco enchufe de la rosca macho y el eje de rosca (aa).

30 4. El elemento tubular de la Reivindicación 1 caracterizado porque un ángulo theta medido entre el eje de rosca (aa) y el eje longitudinal (dd) de la pared lateral del elemento tubular oscila entre 1,5 grados y 12 grados.

5. El elemento tubular de la Reivindicación 1 caracterizado porque un eje mayor (cc) de la segunda elipse está dispuesto perpendicular al flanco de carga.

35

6. El elemento tubular de la Reivindicación 1 caracterizado porque un eje mayor (bb) de la primera elipse es perpendicular al eje principal (cc) de la segunda elipse.

7. El elemento tubular de la Reivindicación 1 caracterizado porque un eje mayor (bb) de la primera elipse está alineado con un eje menor de la segunda elipse.

8. El elemento tubular de la Reivindicación 1 caracterizado porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo del eje mayor (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse, la segunda elipse tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es igual al diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.

9. El elemento tubular de la Reivindicación 1 caracterizado porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse, la segunda elipse tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es mayor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.

10. El elemento tubular de la Reivindicación 1 caracterizado porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es mayor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.

11. El elemento tubular de la Reivindicación 1 caracterizado porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es menor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.

12. El elemento tubular de la Reivindicación 1 caracterizado porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor, y en el que el diámetro (D3) a lo largo del eje mayor (cc) de la segunda elipse es menor que el diámetro D1 a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse.
13. El elemento tubular de la Reivindicación 1 caracterizado porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor, y en el que el diámetro (D3) a lo largo del eje mayor (cc) de la segunda elipse es mayor que el diámetro (D1) a lo largo de la mayor eje (bb) de la primera elipse.
14. El elemento tubular de la Reivindicación 1 caracterizado porque el flanco de carga está dispuesto en relación a un ángulo medido entre el flanco de carga y una línea perpendicular a un eje de la rosca (aa), en tanto dichos ángulos oscilan entre -9 y 5 grados.
15. El elemento tubular de la Reivindicación 1 caracterizado porque la segunda superficie elíptica se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica en un punto de unión que define la parte inferior del canal de raíz.
16. El elemento tubular de la reivindicación 15 caracterizado porque la base del canal está dispuesto en la pared lateral del elemento tubular por debajo del nivel de la superficie de raíz cónica.
17. Una conexión roscada tubular, caracterizada que comprende:
- un elemento tubular macho que incluye una rosca macho cónica que tiene un eje de ahusamiento (aa), y
 - un elemento tubular hembra que incluye una rosca hembra cónica que tiene un eje de ahusamiento (aa), dicha rosca hembra coopera con la rosca macho cuando la conexión roscada se compone;

en tanto la superficie de la raíz en al menos una de la rosca macho cónica y la rosca cónica hembra comprende: una superficie de raíz cónica que tiene un primer ángulo de conicidad (β) medido entre la superficie de raíz cónica y un eje longitudinal (aa) de la rosca, dicha superficie de raíz cónica se une tangencialmente en un primer extremo por una superficie curva convexa de un radio de curvatura constante a un flanco de enchufe, dicha superficie de raíz cónica se une en un segundo extremo por una superficie curva cóncava de radio de curvatura constante a un canal de la raíz;

dicho canal de la raíz se extiende desde la superficie de raíz cónica hasta un flanco de carga, dicho canal de raíz incluye:

una primera parte que comprende una primera superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura, dicha primera superficie elíptica es parte de una elipse, y

dicho canal de raíz incluye además una segunda porción que comprende una segunda superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura, dicha segunda superficie elíptica es parte de una segunda elipse, dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica, y dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente por un segundo extremo al flanco de carga.

18. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 caracterizada porque el primer ángulo de conicidad (β) es de 0 grados, de tal manera que la superficie de raíz cónica es paralela al eje de roscado (aa).

19. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 caracterizada porque el primer ángulo de conicidad (β) es menor que el valor de medición de un ángulo medido entre un flanco enchufe de la rosca macho y el eje de rosca (aa).

20. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 caracterizada porque un ángulo theta medido entre el eje de rosca (aa) y el eje longitudinal (dd) de la pared lateral del elemento tubular oscila entre 1,5 grados y 12 grados.

21. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 caracterizada porque un eje mayor (cc) de la segunda elipse está dispuesto perpendicular al flanco de carga.

22. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 caracterizada porque un eje mayor (bb) de la primera elipse es perpendicular al eje principal (cc) de la segunda elipse.

23. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 caracterizada porque un eje mayor (bb) de la primera elipse está alineado con un eje menor de la segunda elipse.

24. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 caracterizada porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo del eje mayor (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse, la segunda elipse tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es igual a la diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.

25. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 caracterizada porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse, la segunda elipse tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es mayor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.

26. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 caracterizada porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es mayor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse (207).

27. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 caracterizada porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es menor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.

28. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 caracterizada porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse

tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor, y en el que el diámetro (D3) a lo largo del eje mayor (cc) de la segunda elipse es menor que el diámetro D1 a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse.

5

29. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 caracterizada porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor, y en el que el diámetro (D3) a lo largo del eje mayor (cc) de la segunda elipse es mayor que el diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse.

10

30. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 caracterizada porque el flanco de carga está dispuesto en relación a un ángulo medido entre el flanco de carga y una línea perpendicular a un eje de la rosca (aa), en tanto dichos ángulos oscilan entre -9 y 5 grados.

15

31. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 caracterizada porque la segunda superficie elíptica se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica en un punto de unión que define la parte inferior del canal de raíz.

20

32. Un método de corte de una rosca macho cónica en un extremo de un elemento tubular, caracterizado porque comprende:

25

proporcionar un elemento tubular;

cortar una rosca cónica macho en un extremo de dicho elemento tubular en el que dicha rosca cónica comprende: una superficie de raíz cónica que tiene un primer ángulo de conicidad (β) medido entre la superficie de raíz cónica y un eje longitudinal (aa) de roscado, dicha superficie cónica de la raíz se une tangencialmente en un primer extremo por una superficie curva convexa de un radio de curvatura constante a un flanco de enchufe, dicha superficie de raíz cónica se une en un segundo extremo por una superficie curva cóncava de radio de curvatura constante a un canal de raíz;

30

dicho canal de raíz se extiende desde la superficie de raíz cónica hasta un flanco de carga, dicho canal de raíz incluye:

35

una primera parte que comprende una primera superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura, dicha primera superficie elíptica es parte de una elipse, y

dicho canal de raíz incluye además una segunda porción que comprende una segunda superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura, dicha segunda superficie elíptica es parte de una segunda elipse, dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica, y dicha
5 segunda superficie elíptica se une tangencialmente por un segundo extremo al flanco de carga.

33. El método de corte de una rosca macho cónica de la Reivindicación 32 caracterizado porque el primer ángulo de conicidad (β) es de 0 grados, de tal manera que la superficie
10 de raíz cónica es paralela al eje de roscado (aa).

34. El método de corte de una rosca macho cónica de la Reivindicación 32 caracterizado porque el primer ángulo de conicidad (β) es menor que el valor de medición de un ángulo medido entre un flanco enchufe de la rosca macho y el eje de rosca (aa).
15

35. El método de corte de una rosca macho cónica de la Reivindicación 32 caracterizado porque un ángulo theta medido entre el eje de rosca (aa) y el eje longitudinal (dd) de la pared lateral del elemento tubular oscila entre 1,5 grados y 12 grados.

20 36. El método de corte de una rosca macho cónica de la Reivindicación 32 caracterizado porque un eje mayor (cc) de la segunda elipse está dispuesto perpendicular al flanco de carga.

37. El método de corte de una rosca macho cónica de la Reivindicación 32 caracterizado porque un eje mayor (bb) de la primera elipse es perpendicular al eje principal (cc) de la segunda elipse.
25

38. El método de corte de una rosca macho cónica de la Reivindicación 32 caracterizado porque un eje mayor (bb) de la primera elipse está alineado con un eje menor de la segunda elipse.
30

39. El método de corte de una rosca macho cónica de la Reivindicación 32 caracterizado porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor y en la que tiene la segunda elipse un diámetro predeterminado (D3) a lo largo del eje mayor
35 (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse, la

segunda elipse tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es igual al diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.

40. El método de corte de una rosca macho cónica de la Reivindicación 32 caracterizado porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor y en la que tiene la segunda elipse un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse, la segunda elipse tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es mayor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.

41. El método de corte de una rosca macho cónica de la Reivindicación 32 caracterizado porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor y en la que tiene la segunda elipse un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es mayor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.

42. El método de corte de una rosca macho cónica de la Reivindicación 32 caracterizado porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor y en la que tiene la segunda elipse un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es menor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.

43. El método de corte de una rosca macho cónica de la Reivindicación 32 caracterizado porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor y en la que tiene la segunda elipse un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor, y en el que el diámetro (D3) a lo largo del eje mayor (cc) de la segunda elipse es menor que el diámetro D1 a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse.

44. El método de corte de una rosca macho cónica de la Reivindicación 32 caracterizado porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor y en

la que tiene la segunda elipse un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor, y en el que el diámetro (D3) a lo largo del eje mayor (cc) de la segunda elipse es mayor que el diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse.

5

45. El método de corte de una rosca macho cónica de la Reivindicación 32 caracterizado porque el flanco de carga está dispuesto en relación a un ángulo medido entre el flanco de carga y una línea perpendicular a un eje de la rosca (aa), en tanto dichos ángulos oscilan entre -9 y 5 grados.

10

46. El método de corte de una rosca macho cónica de la Reivindicación 32 caracterizado porque la segunda superficie elíptica se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica en un punto de unión que define la parte inferior del canal de raíz.

15

47. Un método de corte de una rosca hembra cónica en un extremo de un elemento tubular, caracterizado porque comprende:

proporcionar un elemento tubular;

cortar una rosca hembra cónica en un extremo de dicho elemento tubular en tanto

20

dicha rosca cónica hembra comprende:
una superficie de raíz cónica que tiene un primer ángulo de conicidad (β) medido entre la superficie de raíz cónica y un eje longitudinal (aa) roscado, dicha superficie de raíz cónica se une tangencialmente en un primer extremo por una superficie curva convexa de un radio de curvatura constante a un flanco de enchufe, dicha superficie de raíz cónica se une en un segundo extremo por una superficie curva cóncava de radio de curvatura constante a un canal de raíz;

25

dicho canal de raíz se extiende desde la superficie de raíz cónica hasta un flanco de carga, dicho canal de raíz incluye:

una primera parte que comprende una primera superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura, dicha primera superficie elíptica es parte de una elipse, y

30

dicho canal de raíz incluye además una segunda porción que comprende una segunda superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura, dicha segunda superficie elíptica es parte de una segunda elipse, dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica, y dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente por un segundo extremo al flanco de carga.

35

48. El método de corte de una rosca hembra cónica de la Reivindicación 47 caracterizado porque el primer ángulo de conicidad (β) es de 0 grados, de tal manera que la superficie de raíz cónica es paralela al eje de roscado (aa).

5

49. El método de corte de una rosca hembra cónica de la Reivindicación 47 caracterizado porque el primer ángulo de conicidad (β) es menor que el valor de medición de un ángulo medido entre un flanco enchufe de la rosca macho y el eje de rosca (aa).

10

50. El método de corte de una rosca hembra cónica de la Reivindicación 47 caracterizado porque un ángulo theta medido entre el eje de rosca (aa) y el eje longitudinal (dd) de la pared lateral del elemento tubular oscila entre 1,5 grados y 12 grados.

15

51. El método de corte de una rosca hembra cónica de la Reivindicación 47 caracterizado porque un eje mayor (cc) de la segunda elipse está dispuesto perpendicular al flanco de carga.

20

52. El método de corte de una rosca hembra cónica de la Reivindicación 47 caracterizado porque un eje mayor (bb) de la primera elipse es perpendicular al eje principal (cc) de la segunda elipse.

25

53. El método de corte de una rosca hembra cónica de la Reivindicación 47 caracterizado porque un eje mayor (bb) de la primera elipse está alineado con un eje menor de la segunda elipse.

30

54. El método de corte de una rosca hembra cónica de la Reivindicación 47 caracterizado porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo del eje mayor (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse, la segunda elipse tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es igual al diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.

35

55. El método de corte de una rosca hembra cónica de la Reivindicación 47 caracterizado porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la

segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse, la segunda elipse tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es mayor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.

5

56. El método de corte de una rosca hembra cónica de la Reivindicación 47 caracterizado porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es mayor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.

10

57. El método de corte de una rosca hembra cónica de la Reivindicación 47 caracterizado porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es menor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.

15

58. El método de corte de una rosca hembra cónica de la Reivindicación 47 caracterizado porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor, y en el que el diámetro (D3) a lo largo del eje mayor (cc) de la segunda elipse es menor que el diámetro D1 a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse.

20

25

59. El método de corte de una rosca hembra cónica de la Reivindicación 47 caracterizado porque la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor, y en el que el diámetro (D3) a lo largo del eje mayor (cc) de la segunda elipse es mayor que el diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse.

30

35

60. El método de corte de una rosca hembra cónica de la Reivindicación 47 caracterizado porque el flanco de carga está dispuesto en relación a un ángulo medido entre el flanco de carga y una línea perpendicular a un eje de la rosca (aa), en tanto dichos ángulos oscilan entre -9 y 5 grados.

5

61. El método de corte de una rosca hembra cónica de la Reivindicación 47 caracterizado porque la segunda superficie elíptica se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica en un punto de unión que define la parte inferior del canal de raíz.

10