



TÍTULO DE PATENTE NO. 342092

Titular(es): UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
Domicilio: Lascuráin de Retana No. 5, 36000, Guanajuato, Guanajuato, MÉXICO
Denominación: SECUENCIA DE APLICACIÓN DE SOLDADURA EN ESTRUCTURAS PARA REDUCIR ESFUERZOS RESIDUALES, DISTORSIONES O AMBOS.
Clasificación: Int.Cl.8: B23K11/24
Inventor(es): EDUARDO AGUILERA GÓMEZ; ISAAC HERNÁNDEZ ARRIAGA; PIOTR RUSEK PIELA; HECTOR PLASCENCIA MORA; ELÍAS RIGOBERTO LEDESMA OROZCO

SOLICITUD

Número:	Fecha de presentación:	Hora:
MX/a/2010/007304	30 de junio de 2010	16:03

PRIORIDAD

País:	Fecha:	Número:

Vigencia: Veinte años
Fecha de Vencimiento: 30 de junio de 2030

La patente de referencia se otorga con fundamento en los artículos 1º, 2º fracción V, 6º fracción III, y 59 de la Ley de la Propiedad Industrial.

De conformidad con el artículo 23 de la Ley de la Propiedad Industrial, la presente patente tiene una vigencia de veinte años improrrogables, contada a partir de la fecha de presentación de la solicitud y estará sujeta al pago de la tarifa para mantener vigentes los derechos.

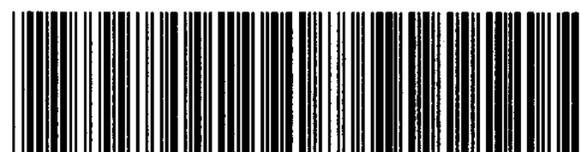
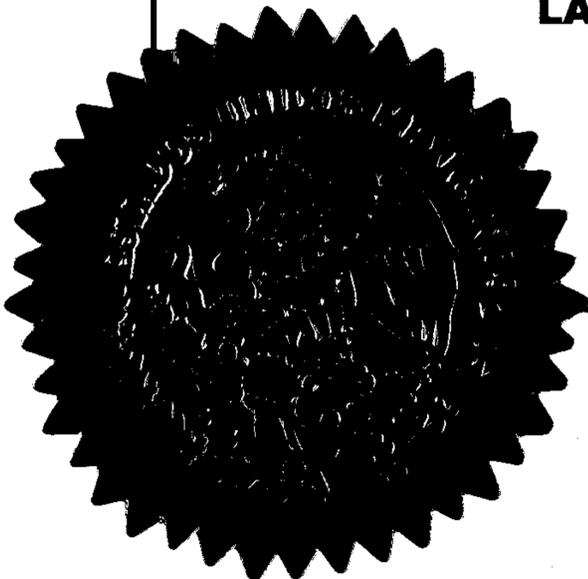
Quien suscribe el presente título lo hace con fundamento en lo dispuesto por los artículos 6º fracciones III y 7º bis 2 de la Ley de la Propiedad Industrial (Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) 27/06/1991, reformada el 02/08/1994, 25/10/1996, 26/12/1997, 17/05/1999, 26/01/2004, 16/06/2005, 25/01/2006, 06/05/2009, 06/01/2010, 18/06/2010, 28/08/2010, 27/01/2012 y 09/04/2012); artículos 1º, 3º fracción V inciso a), 4º y 12º fracciones I y III del Reglamento del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (D.O.F. 14/12/1999, reformado el 01/07/2002, 15/07/2004, 28/07/2004 y 7/09/2007); artículos 1º, 3º, 4º, 5º fracción V inciso a), 16 fracciones I y III y 30 del Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (D.O.F. 27/12/1999, reformado el 10/10/2002, 29/07/2004, 04/08/2004 y 13/09/2007); 1º, 3º y 5º inciso a) del Acuerdo que delega facultades en los Directores Generales Adjuntos, Coordinador, Directores Divisionales, Titulares de las Oficinas Regionales, Subdirectores Divisionales, Coordinadores Departamentales y otros subalternos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. (D.O.F. 15/12/1999, reformado el 04/02/2000, 29/07/2004, 04/08/2004 y 13/09/2007).

Fecha de expedición: 25 de agosto de 2016

LA DIRECTORA DIVISIONAL DE PATENTES



NAHANNY CANAL REYES





5

SECUENCIA DE APLICACIÓN DE SOLDADURA EN ESTRUCTURAS PARA
REDUCIR ESFUERZOS RESIDUALES, DISTORSIONES O AMBOS

DESCRIPCIÓN

10 OBJETO DE LA INVENCION

Se presenta un proceso para determinar la secuencia de aplicación de soldaduras por fusión en estructuras con el fin de reducir los esfuerzos residuales o la distorsión o una combinación de ambas

15 ANTECEDENTES

Durante el ciclo de calentamiento y enfriamiento en el proceso de soldadura, ocurren deformaciones debidas a cambios térmicos en el metal de la soldadura y en regiones del metal base cercanas a la soldadura; las deformaciones que llegan al estado plástico conducen a esfuerzos residuales. Los esfuerzos residuales producen distorsión y reducen el desempeño mecánico de las estructuras soldadas. La formación de los esfuerzos residuales y distorsión en estructuras soldadas depende de varios factores interrelacionados tales como: ciclo térmico, propiedades del material, condiciones de frontera estructurales (restricciones), condiciones de soldadura y parámetros geométricos. De estos parámetros, el ciclo térmico es el parámetro que tiene más influencia sobre las cargas térmicas en las estructuras soldadas. En otras palabras, la formación de esfuerzos residuales y distorsión es

25

afectada principalmente por la magnitud y distribución de la temperatura en las componentes soldadas. Al mismo tiempo, el campo de temperaturas es una función de parámetros tales como secuencia de soldadura, velocidad de aplicación de la soldadura, energía de la fuente y condiciones ambientales. Los esfuerzos residuales en regiones cercanas a la soldadura pueden producir fractura frágil, agrietamiento por esfuerzos de corrosión y pérdida de resistencia a la fatiga; mientras que en el metal base pueden reducir la resistencia al pandeo de miembros que componen la estructura soldada. Los efectos principales de la distorsión son la pérdida de tolerancia en el ensamble de componentes soldados y la desalineación de elementos estructurales que proporcionan un soporte inadecuado para transferir cargas aplicadas. Por lo tanto, los esfuerzos residuales y la distorsión deben ser reducidos para satisfacer los requerimientos industriales. Existen varios métodos desarrollados con el fin de reducir los esfuerzos residuales o las distorsiones en los elementos debidos a la aplicación de soldadura, algunos de los métodos más utilizados en la industria son; modificación de la secuencia de soldadura, cambio de parámetros de soldadura como se presenta en la patente US 4,028,522 en que se regula el tiempo de duración del proceso de soldadura y la separación de los electrodos de acuerdo a la expansión de la soldadura; la patente US 4,317,980 incluye el control del ciclo en la aplicación de la soldadura por resistencia; la patente US 4,772,336 describe un método para mejorar los esfuerzos residuales en la zona de una soldadura circunferencial; otros métodos usados en la industria incluyen selección de diferentes tipos del proceso de soldadura, pre-curvado (pre-cambering), pre-doblado (pre-bending), tensión térmica (thermal tensioning), disipadores de calor (heat sink), uso de sujetadores y precalentamiento; la patente US 5,550,347 describe un método para reducir la distorsión

para placas que se sueldan por un solo lado. También se utilizan métodos ~~por calor o vibración~~ después de la soldadura, tales como relevado de esfuerzos ~~por calor o vibración~~, enderezado caliente, chorro de partículas (shot peening), impacto por láser (laser shot peening), o martilleo (hammer peening). La mayoría de estos métodos son costosos, consumen energía y/o tiempo. El método de la secuencia de soldadura es uno de los métodos más económicos e importantes, debido a que afecta directamente el historial de temperaturas de la estructura soldada y consecuentemente la distorsión y esfuerzos residuales. La Sociedad Americana de Soldadura (American Welding Society, AWS) define la secuencia de soldadura como el orden en el cual los cordones de soldaduras son depositados en una estructura. En investigaciones y aplicaciones en la industria se ha demostrado que la secuencia de soldadura es un método eficiente para reducir los esfuerzos residuales y la distorsión. La secuencia de soldadura óptima depende del número y tipo de restricciones así como de la geometría de las uniones, lo cual implica que para cada estructura se requiere definir la secuencia óptima; sin embargo, esto presenta muchas dificultades en la práctica ya que el número de posibles secuencias se incrementa enormemente cuando se incrementa el número de uniones soldadas. Exceptuando muy pocas reglas empíricas, no se tiene hasta ahora un proceso que ayude a definir la secuencia para reducir uno o ambos parámetros.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

En la Figura 1 se presenta una estructura tipo “celda unitaria” tridimensional.

En la figura 2 se presentan esferas concéntricas de una estructura tridimensional.

En la figura 3 se presenta una estructura plana tipo “marco simétrico reforzado” bidimensional con 10 soldaduras.

En la figura 4 se presentan círculos concéntricos y ejes de simetría de una estructura plana tipo “marco simétrico reforzado”

5

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Para determinar la secuencia de soldadura se tratan cuatro posibilidades, la secuencia que reduce los esfuerzos residuales, la que reduce la distorsión, la que reduce ambos favoreciendo la reducción de esfuerzos, y la que reduce ambos favoreciendo la reducción de distorsión.

Para determinar la secuencia de soldadura que reduce los esfuerzos residuales, la distorsión ó una relación entre ambos en estructuras tridimensionales, se requiere encontrar el centro de gravedad de la estructura y dibujar esferas concéntricas, en donde el centro de las esferas coincide con el centro de gravedad de la estructura y los radios de las esferas se miden a partir del centro de gravedad de la estructura hasta el centroide de cada uno de los cordones de soldadura, los cordones de soldadura que estén ubicados a una distancia igual a partir del centro de gravedad de la estructura pertenecerán a una misma esfera. Por ejemplo, en la estructura de la Figura 1 se muestra en a) una vista en isométrico en donde se remarca una celda unitaria, en b) una vista superior de la celda y en c) una vista lateral de la celda, en b) y c) se muestra la ubicación del centro de gravedad (1) de la celda unitaria. En la figura 2 se muestra la celda unitaria con el centro de gravedad en (1) y las esferas de diferentes diámetros (2), (3), (4) y (5).

Los procesos que a continuación se describen, hacen referencia al ejemplo mostrado en la

Figura 2

Proceso 1.- Para reducir los esfuerzos residuales; soldar primero los cordones de soldadura pertenecientes a la esfera de menor radio (2), después se sueldan los cordones de soldadura pertenecientes a la esfera adyacente de mayor radio (3) hasta llegar a la esfera exterior (5). La selección de los cordones de soldadura pertenecientes a una misma esfera debe hacerse en forma diametralmente opuesta; primero se aplican los cordones diametralmente opuestos, en el caso de que se haya soldado previamente el cordón diametralmente opuesto al cordón actual, se suelda el cordón de soldadura más alejado, luego se aplica nuevamente el criterio de seleccionar el cordón diametralmente opuesto. Para pasar de una esfera a otra, se suelda el cordón de soldadura más alejado al cordón de soldadura actual. Se adopta el método de la dirección contraria entre cordones de soldadura.

Proceso 2.- Para reducir la distorsión; puntar toda la estructura y soldar primero los cordones de soldadura pertenecientes a la esfera de mayor radio (5), después se sueldan los cordones de soldadura pertenecientes a la esfera adyacente de menor radio (4), (3), (2), hasta llegar a la esfera de menor radio. La aplicación de los cordones de soldadura pertenecientes a una misma esfera debe ser en forma diametralmente opuesta, primero se aplican los cordones diametralmente opuestos, si ya se ha soldado previamente el cordón diametralmente opuesto al cordón actual, se aplica el cordón de soldadura más alejado. Para pasar de una esfera a otra, se suelda el cordón de soldadura más alejado al cordón de soldadura actual. Se adopta el método de la dirección contraria entre cordones de soldadura.

Proceso 3.- Para obtener reducción del esfuerzo residual y la distorsión, favoreciendo la disminución del esfuerzo residual; soldar primero los cordones de soldadura pertenecientes

a la esfera de menor radio (2), después soldar los cordones de soldadura pertenecientes a la esfera adyacente de mayor radio (3), (4), hasta llegar a la esfera de mayor radio (5). Para pasar de una esfera a otra se aplica el cordón de soldadura más cercano al cordón de soldadura actual y se repite el proceso.

- 5 Proceso 4.- Para obtener una reducción del esfuerzo residual y la distorsión, favoreciendo la disminución de la distorsión; iniciar en la esfera de menor diámetro (2), puntear únicamente las soldaduras situadas en la esfera adyacente de radio mayor (3) y soldar los cordones de soldadura pertenecientes a la esfera menor (2), puntear las soldaduras situadas en la esfera siguiente de radio mayor a la adyacente (4) es decir, la adyacente a la que en ese momento se encuentra punteada (3) y entonces aplicar los cordones de soldadura de la esfera punteada adyacente de menor radio (3) y repetir este proceso hasta llegar a la esfera de mayor radio (5) y terminar aplicando los cordones de soldadura de la esfera de mayor radio (5).

15 La aplicación de los cordones de soldadura pertenecientes a una misma esfera debe hacerse en forma diametralmente opuesta, primero se aplican los cordones diametralmente opuestos, si ya se ha aplicado previamente el cordón diametralmente opuesto al cordón actual, se aplica el cordón de soldadura más alejado. Para pasar de una esfera a otra se aplica el cordón de soldadura más alejado al cordón de soldadura actual.

20 En el caso de estructuras planas por ejemplo la que se muestra en la Figura 3, las esferas se reducen a círculos, por ejemplo en la Figura 4 se muestra una estructura plana en donde (6) es el centro de gravedad, (7), (8) y (9) son círculos concéntricos en (6), también se muestra el centroide (10) de una de las soldaduras. En este tipo de estructuras se puede aplicar

cualquiera de los cuatro procesos descritos para estructuras tridimensionales reduciendo la geometría de tres a dos dimensiones.

Los procesos descritos pueden llevarse a cabo con el uso de otras figuras geométricas sin perder por ello generalidad, tales como poliedros (caso tridimensional) o polígonos (caso

5 bidimensional) en lugar de esferas y círculos.

Habiendo descrito suficiente nuestra invención, consideramos ~~como una novedad y por lo~~
tanto reclamamos como de nuestra exclusiva propiedad, lo contenido en las siguientes
cláusulas:

- 5 1. Un proceso para determinar la secuencia de soldadura en estructuras con el fin de
reducir los esfuerzos residuales, el cual se caracteriza por tener los siguientes pasos:
- 10 a) encontrar el centro de gravedad de la estructura y dibujar esferas concéntricas,
donde el centro de las esferas coincide con el centro de gravedad de la estructura
y los radios de las esferas se miden a partir del centro de gravedad de la estructura
hasta el centroide de cada uno de los cordones de soldadura.
- b) ubicar los centroides de los cordones de soldadura que se encuentren a una
distancia igual a partir del centro de gravedad de la estructura, y establecer que
pertenecen a una misma esfera.
- c) numerar las esferas iniciando con la de menor radio a la de mayor radio.
- 15 d) soldar primero los cordones de soldadura pertenecientes a la esfera de menor radio
(2),
- e) después se sueldan los cordones de soldadura pertenecientes a la esfera adyacente
de mayor radio (3) hasta llegar a la esfera exterior (5).
- f) La selección de los cordones de soldadura pertenecientes a una misma esfera debe
20 hacerse en forma diametralmente opuesta; primero se aplican los cordones
diametralmente opuestos, en el caso de que se haya soldado previamente el cordón
diametralmente opuesto al cordón actual, se suelda el cordón de soldadura más

alejado, luego se aplica nuevamente el criterio de selección del cordón diametralmente opuesto.

- 5 g) Para pasar de una esfera a otra, se suelda el cordón de soldadura más alejado al cordón de soldadura actual. Se adopta el método de la dirección contraria entre cordones de soldadura.
2. Un proceso para determinar la secuencia de soldadura en estructuras con el fin de reducir la distorsión, el cual se caracteriza por tener los siguientes pasos:
- 10 a) encontrar el centro de gravedad de la estructura y dibujar esferas concéntricas, donde el centro de las esferas coincide con el centro de gravedad de la estructura y los radios de las esferas se miden a partir del centro de gravedad de la estructura hasta el centroide de cada uno de los cordones de soldadura.
- 15 b) ubicar los centroides de los cordones de soldadura que se encuentren a una distancia igual a partir del centro de gravedad de la estructura, y establecer que pertenecen a una misma esfera.
- c) numerar las esferas iniciando con la de menor radio a la de mayor radio.
- d) puntear toda la estructura
- e) soldar primero los cordones de soldadura pertenecientes a la esfera de mayor radio (5),
- 20 f) después se sueldan los cordones de soldadura pertenecientes a la esfera adyacente de menor radio (4), (3), (2), hasta llegar a la esfera de menor radio.
- g) La aplicación de los cordones de soldadura pertenecientes a una misma esfera debe ser en forma diametralmente opuesta, primero se aplican los cordones diametralmente opuestos, si ya se ha soldado previamente el cordón

diametralmente opuesto al cordón actual, se aplica el cordón de soldadura más alejado.

- 5 h) Para pasar de una esfera a otra, se suelda el cordón de soldadura más alejado al cordón de soldadura actual. Se adopta el método de la dirección contraria entre cordones de soldadura.
3. Un proceso para determinar la secuencia de soldadura en estructuras con el fin de reducir los esfuerzos residuales tal como se reivindica en 1, el cual se caracteriza porque también ayuda a disminuir la distorsión sustituyendo los pasos d), e), f) y g) de la siguiente manera:
- 10 d) iniciar en la esfera de menor diámetro (2), puntear únicamente las soldaduras situadas en la esfera adyacente de radio mayor (3) y soldar los cordones de soldadura pertenecientes a la esfera menor (2),
- e) puntear las soldaduras situadas en la esfera siguiente de radio mayor a la adyacente (4) es decir, la adyacente a la que en ese momento se encuentra punteada (3) y entonces aplicar los cordones de soldadura de la esfera punteada
- 15 adyacente de menor radio (3)
- f) repetir el paso e) incrementando en cada iteración las esferas, hasta llegar a la esfera de mayor radio (5) y terminar aplicando los cordones de soldadura de la esfera de mayor radio (5).
- 20 g) La aplicación de los cordones de soldadura pertenecientes a una misma esfera debe hacerse en forma diametralmente opuesta, primero se aplican los cordones diametralmente opuestos, si ya se ha aplicado previamente el cordón

diametralmente opuesto al cordón actual, se aplica el cordón de soldadura más alejado.

h) Para pasar de una esfera a otra se aplica el cordón de soldadura más alejado al cordón de soldadura actual.

5 4. Un proceso para determinar la secuencia de soldadura en estructuras con el fin de reducir la distorsión tal como se reivindica en 2, el cual se caracteriza porque también ayuda a disminuir los esfuerzos residuales, sustituyendo los pasos d), e), f), g) y h) de la siguiente manera:

10 d. iniciar en la esfera de mayor diámetro (5), puntear únicamente las soldaduras situadas en la esfera adyacente de radio menor (4) y soldar los cordones de soldadura pertenecientes a la esfera mayor (5),

15 e. puntear las soldaduras situadas en la esfera siguiente de radio menor a la adyacente (3) es decir, la adyacente a la que en ese momento se encuentra punteada (4) y entonces aplicar los cordones de soldadura de la esfera punteada adyacente de mayor radio (4)

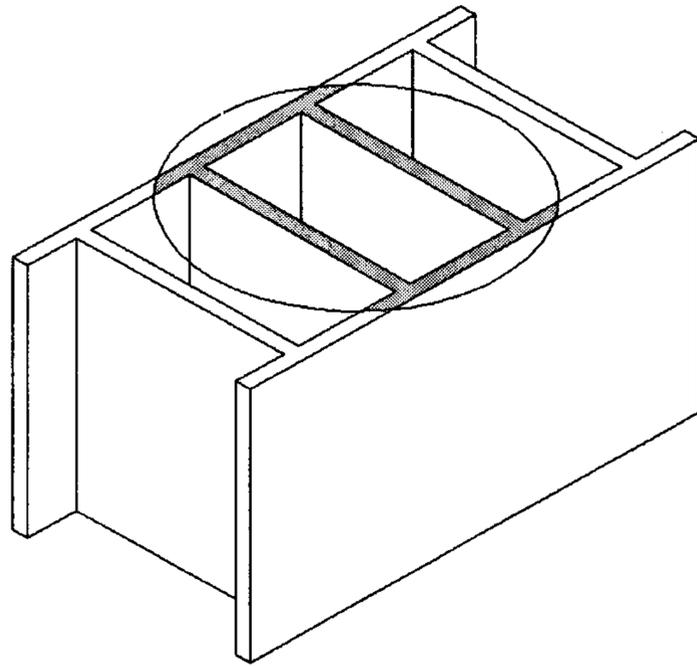
f. repetir el paso e) disminuyendo en cada iteración las esferas, hasta llegar a la esfera de menor radio (1) y terminar aplicando los cordones de soldadura de la esfera de menor radio (1).

20 g. La aplicación de los cordones de soldadura pertenecientes a una misma esfera debe hacerse en forma diametralmente opuesta, primero se aplican los cordones diametralmente opuestos, si ya se ha aplicado previamente el cordón diametralmente opuesto al cordón actual, se aplica el cordón de soldadura más alejado.

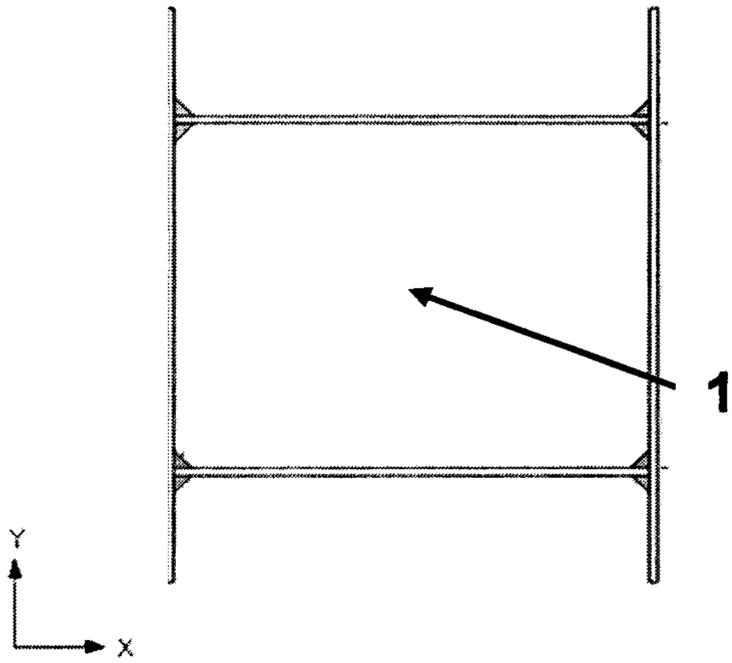
h. Para pasar de una esfera a otra se aplica el cordón de soldadura al cordón de soldadura actual.

5. Un proceso para determinar la secuencia de soldadura en estructuras con el fin de reducir los esfuerzos residuales como el descrito en 1, caracterizado porque las esferas se reducen a círculos permitiendo así la aplicación de la secuencia en estructuras planas.
6. Un proceso para determinar la secuencia de soldadura en estructuras con el fin de reducir la distorsión como el descrito en 2, caracterizado porque las esferas se reducen a círculos permitiendo así la aplicación de la secuencia en estructuras planas
7. Un proceso para determinar la secuencia de soldadura en estructuras con el fin de reducir los esfuerzos residuales y la distorsión como el descrito en 3, caracterizado porque las esferas se reducen a círculos permitiendo así la aplicación de la secuencia en estructuras planas
8. Un proceso para determinar la secuencia de soldadura en estructuras con el fin de reducir la distorsión y los esfuerzos residuales como el descrito en 4, caracterizado porque las esferas se reducen a círculos permitiendo así la aplicación de la secuencia en estructuras planas

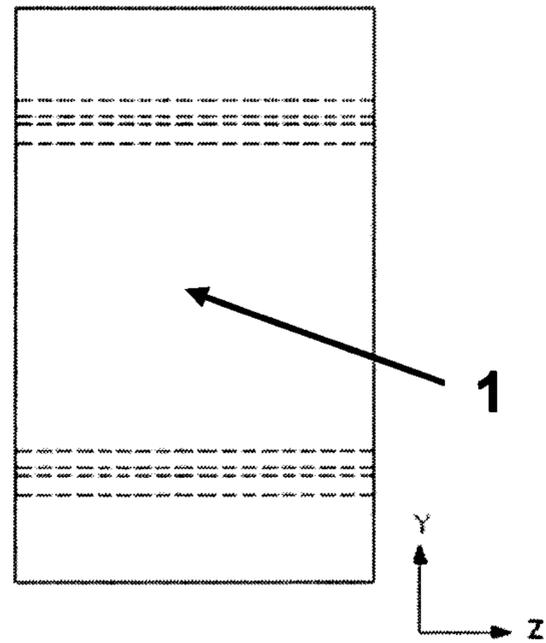
Se presenta un proceso para reducir los esfuerzos residuales, la distorsión o ambos en
estructuras soldadas determinando la secuencia en que deben aplicarse los cordones de
soldadura, el proceso es aplicable tanto en soldadura de estructuras planas como en
5 soldadura en estructuras tridimensionales.



a)



b)



c)

Figura 1

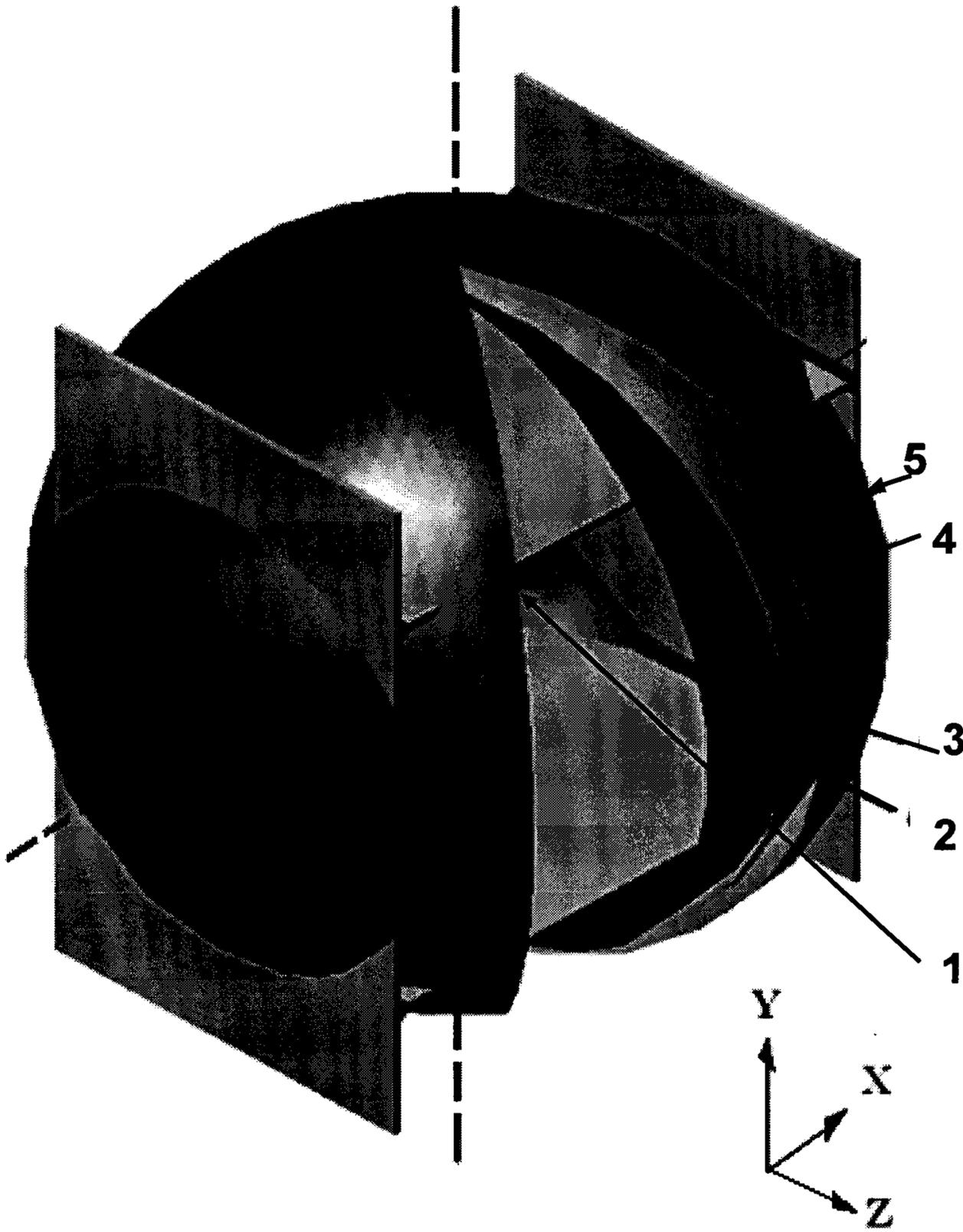
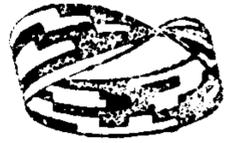


Figura 2

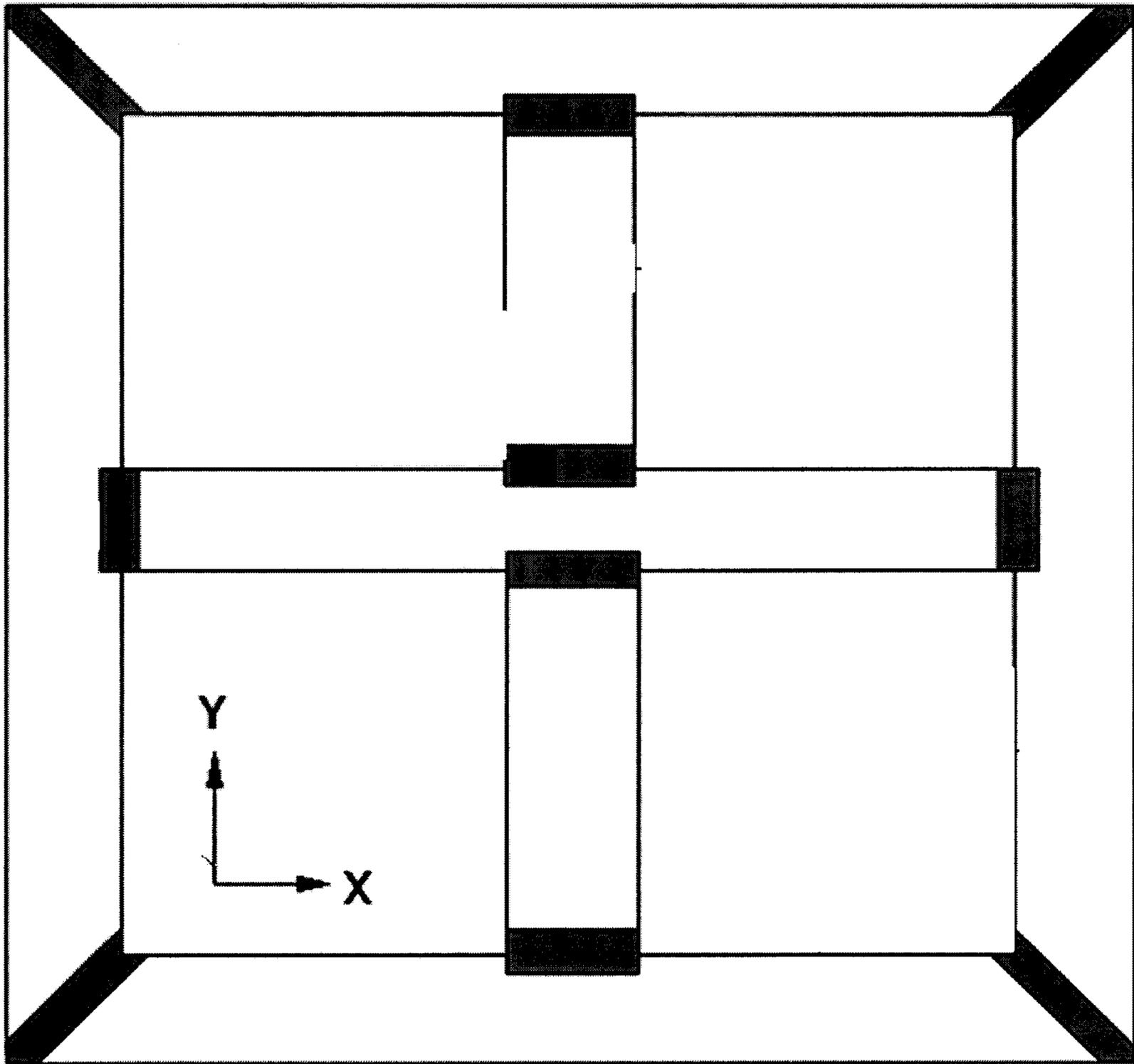


Figura 3

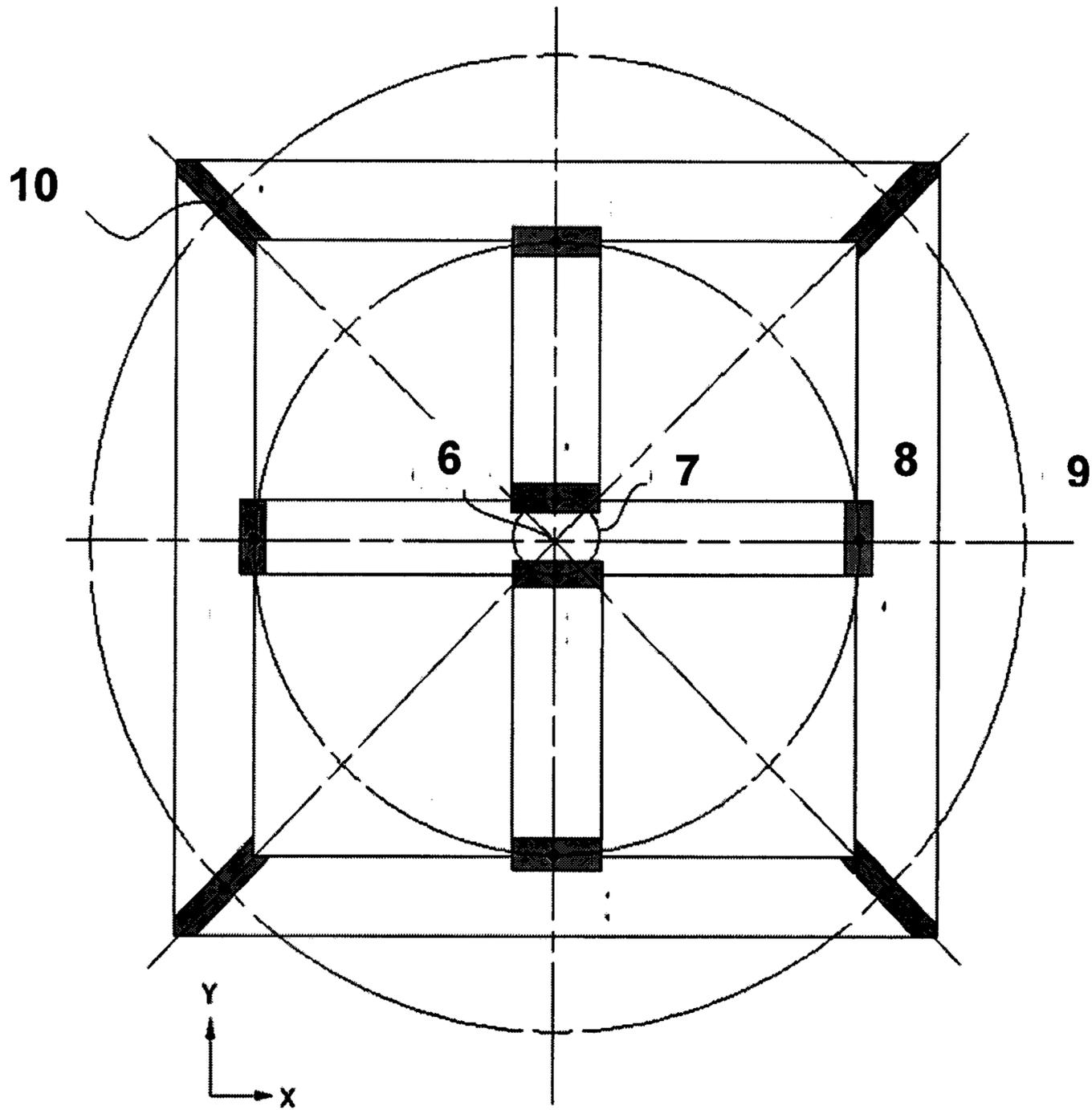
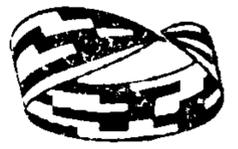


Figura 4