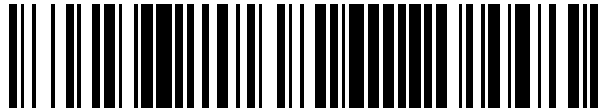


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 477**

51 Int. Cl.:

H01Q 15/18 (2006.01)

G02B 5/122 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.01.2012 PCT/EP2012/050927**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.08.2012 WO12101072**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.01.2012 E 12700705 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018 EP 2668699**

54 Título: **Reflector pasivo de onda electromagnética para medir la deformación local de una estructura en la superficie terrestre**

30 Prioridad:

25.01.2011 FR 1150564

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

22.06.2018

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
25, Rue Leblanc, Bâtiment "Le Ponant D"
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**LOREAU, PHILIPPE y
QUIN, GUILLAUME**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 673 477 T3

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

DESCRIPCIÓN

Reflector pasivo de onda electromagnética para medir la deformación local de una estructura en la superficie terrestre

5 **Campo técnico y técnica anterior**

La presente invención se refiere a un reflector pasivo de onda electromagnética para medir la deformación local de una estructura situada en la superficie terrestre.

10 Los reflectores pasivos de onda electromagnética, también denominados reflectores radar o reflectores permanentes ("permanent scatterers" en inglés), se utilizan para medir la deformación de suelos y objetos colocados sobre la superficie terrestre.

15 Se envía una onda electromagnética, desde un satélite, hacia un reflector radar situado en la superficie de la Tierra. La onda electromagnética reflejada por el reflector radar se reenvía entonces hacia el satélite. La medición de la deformación se efectúa, en el sentido de la línea de visión del satélite, utilizando imágenes tomadas en fechas sucesivas. La medición de la deformación puede alcanzar una precisión submilimétrica.

20 Se utilizan cuatro modos diferentes de línea de visión del satélite para medir las deformaciones. Las figuras 1-4 representan estos cuatro modos:

- la figura 1 representa el modo ascendente con línea de visión a la derecha,
- la figura 2 representa el modo ascendente con línea de visión a la izquierda,
- 25 - la figura 3 representa el modo descendente con la línea de visión a la derecha, y
- la figura 4 representa el modo descendente con línea de visión a la izquierda.

30 Como aparece en las figuras 1-4, el modo ascendente o descendente se define en función de que la trayectoria del satélite S "suba" o "baje" por el eje Norte-Sur de la Tierra T y la línea de visión a la derecha o a la izquierda está definida por la orientación del haz F que emite el satélite con respecto al plano definido por la trayectoria del satélite.

35 Los reflectores radar existen en estado natural o en estado artificial. En estado natural, los reflectores radar se encuentran la mayoría de las veces en las infraestructuras humanas. En las regiones desprovistas de infraestructuras humanas o escasamente equipadas con tales infraestructuras, unos reflectores radar en estado artificial están particularmente diseñados para medir deformaciones.

40 Los reflectores radar más conocidos generalmente tienen forma de esquina de cubo, estando la esquina de cubo posicionada de manera adaptada a una toma de vistas por parte del satélite. Para este fin, la diagonal principal de la esquina de cubo está, preferentemente, dirigida hacia el satélite. Esta orientación de la esquina del cubo con respecto al satélite limita la captura de imágenes útiles, tanto debido a la trayectoria del satélite como al modo de toma de vistas del satélite. Estos reflectores están así dedicados a un satélite y a un modo de visión, ascendente o descendente. Se conoce tal reflector, por ejemplo, a partir del documento FR-A-2 948 188. El reflector radar de la invención no presenta este inconveniente.

45 **Descripción de la invención**

De hecho, la invención se refiere a un reflector pasivo de onda electromagnética para medir la deformación local de una estructura situada en la superficie terrestre, siendo el reflector adecuado para reflejar, hacia un satélite en órbita alrededor de la Tierra, una onda electromagnética que recibe procedente de dicho satélite. El reflector pasivo comprende:

- un elemento plano sustancialmente vertical con respecto a la superficie terrestre, teniendo el elemento plano un lado rectilíneo en contacto con la estructura situada en la superficie terrestre y alineado según el eje de los polos de la Tierra, y
- 55 - fijada al elemento plano, una estructura mecánica que tiene una primera parte situada sobre un primer lado del elemento plano y una segunda parte situada sobre un segundo lado del elemento plano, opuesto al primer lado, formando la estructura mecánica, a un lado y a otro del elemento plano, una arista rectilínea, estando la arista rectilínea y el lado rectilíneo situados sustancialmente en un mismo plano perpendicular al plano definido por el elemento plano y constituyendo unos medios de retención del reflector sobre la estructura, siendo la primera parte de la estructura mecánica y la segunda parte de la estructura mecánica adecuadas, cada una, para reflejar
- 60 en dirección al satélite la onda electromagnética que recibe procedente del satélite.

Al contrario de los reflectores radar pasivos existentes, el reflector radar pasivo de la invención es ventajosamente visible por todos los satélites, sea cual sea el modo de toma de vistas del satélite. Permite medir las deformaciones verticales y horizontales según el eje de visión del satélite.

Breve descripción de las figuras

Otras ventajas y características se pondrán de manifiesto a la luz de los modos de realización hechos con referencia a las figuras adjuntas, entre las cuales:

- 5 - las figuras 1 a 4, ya descritas, representan los cuatros modos diferentes de línea de visión de un satélite que se utilizan para medir deformaciones;
- las figuras 5-7 representan unos elementos constituyentes de un reflector según el modo de realización preferente de la invención y el reflector obtenido por la asociación de estos elementos constituyentes;
- 10 - las figuras 8-10 representan una realización particular del reflector según el modo de realización preferente de la invención.

Descripción detallada del modo de realización preferente de la invención

15 El reflector según el modo de realización preferente de la invención comprende tres elementos planos o placas P1, P2, P3. La figura 5 representa la placa P1 y la figura 6 las placas P2 y P3.

La placa P1 tiene un lado rectilíneo a1 y un lado a2 que de cualesquiera forma que delimita un sector angular plano enfrente del lado rectilíneo a1. Dos aberturas rectilíneas en forma de ranuras f1, f2 se practican en la placa P1 a partir de un mismo punto M situado sobre el lado a1. De manera preferente, las ranuras están a 90° la una de la otra y forman cada una un ángulo de 45° con el lado a1. No obstante, de manera más general, los ángulos θ_1 , θ_2 que forman las ranuras respectivas f1, f2 con el lado a1 se sitúan libremente entre 35° y 55° (por "libremente", hay que entender que las ranuras f1, f2 ya no están "vinculadas" por un ángulo de 90° entre sí). La ranura f1 tiene una longitud l1 y la ranura f2 tiene una longitud l2.

25 La figura 6 representa las placas P2 y P3. Cada placa P2, P3 tiene un lado rectilíneo a3 y un lado a4 de cualesquiera forma que delimita un sector angular plano. Una abertura rectilínea en forma de ranura f se practica en cada placa P2, P3 a partir del lado a4. El eje de la ranura f es perpendicular al lado rectilíneo a3. Para la placa P2, la distancia d1 que separa la ranura f del lado rectilíneo a3 es igual a la longitud l1 de la ranura f1. Asimismo, para la placa P3, la distancia d2 que separa la ranura f del lado rectilíneo a3 es igual a la longitud l2 de la ranura f2.

La figura 7 representa el reflector de la invención que es resultado del ensamblaje de las placas P1, P2 y P3. Las placas P1 y P2 están imbricadas la una en la otra, al igual que las placas P1 y P3. Para este fin, la ranura f de la placa P2 y la ranura f1 de la placa P1 se posicionan la una en la otra, hasta su extremo y se alinean, la ranura f de la placa P3 y la ranura f2 de la placa P1 se posicionan asimismo la una en la otra, hasta su extremo y se alinean. Como resultado de este ensamblaje los dos lados rectilíneos a3 de las placas P2 y P3 están en contacto la una con la otra y definen una arista que constituye, en combinación con el lado a1, unos medios de retención al suelo del reflector. El reflector de la invención es así ventajosamente autoportante. Posado en el suelo, el reflector de la invención no precisa de este modo ninguna infraestructura particular. Basta con que el emplazamiento en el suelo cuyas deformaciones hay que vigilar disponga de una superficie equivalente a la definida por los lados a1, a3. Cuando el reflector está posado en el suelo, la placa P1 es sustancialmente vertical. Con el fin de que el reflector sea visible para todos los satélites, el lado a1 está alineado según el eje de los polos geográficos.

Una vez fijados a la placa P1, las placas P2 y P3 definen una estructura mecánica que forma dos cavidades situadas a un lado y otro de la placa P1, siendo cada cavidad adecuada para reflejar, en dirección del satélite, la onda electromagnética que recibe procedente del satélite.

Según un perfeccionamiento de la invención, se practica una muesca e sobre la arista a3 de cada placa P2, P3, sustancialmente en la alineación de la ranura f, de manera que, una vez montado el reflector, aparezca un orificio en la parte baja de cada cavidad. Entonces, ventajosamente es posible, por ejemplo, evacuar las aguas pluviales.

Las figuras 8 a 10 representan una realización particular del modo de realización preferente de la invención.

Según esta realización particular, la placa P1 es rectangular con un lado grande y un lado pequeño, formando uno de los dos lados grandes el lado a1, y las placas P1 y P2 forman un triángulo isósceles cuya base forma el lado a3. Las ranuras f1 y f2 tienen una misma longitud l. están posicionadas a 90° la una de la otra y a 45° cada una con respecto al lado a1. La distancia d que separa la ranura f de la base del triángulo es igual a la longitud l de las ranuras f1, f2.

Según un perfeccionamiento, dos agujeros pasantes i1, i2 están previstos en la placa P1 con el fin, si esto resultara necesario, de poder fijar al suelo el reflector mediante unas sujeciones. Según otro perfeccionamiento, el reflector comprende una estructura transparente a las ondas electromagnéticas que rodea las placas P1, P2, P3 con el fin de proteger las placas de las agresiones medioambientales.

65 El reflector de la invención presenta un gran número de ventajas, a saber:

- es pasivo y autónomo y no necesita, por tanto, ninguna fuente de energía eléctrica para alimentarlo como es el caso de los receptores GPS (GPS siglas de "Global Positioning System"),
- no precisa un mantenimiento particular y puede colocarse para un seguimiento de varios años,
- es permanente y no es necesario establecer una ruta a cada punto de medición, con frecuencia de difícil acceso, como en el caso de las técnicas topográficas con línea de visión óptica o antena GPS,
- 5 - es autoportante y, en consecuencia, no precisa la construcción de pilares específicos estables como en el caso de las técnicas topográficas o GPS,
- puede utilizarse en contextos de seguimiento de masas muebles tales como la nieve, el hielo o los suelos blandos,
- 10 - es fácilmente transportable, lo que permite su implantación en lugares aislados de difícil acceso,
- es poco costoso, lo que permite colocar un gran número de dispositivos en una misma zona, permitiendo así hacer un gran número de mediciones en esa zona,
- es visible para todo tipo de satélites, sea cual sea la frecuencia de este, permitiendo de este modo:
- 15 a) realizar mediciones de deformación muy precisas (se puede obtener una precisión submilimétrica con unos satélites que trabajan en banda X (8-12 GHz)) y,
- b) trabajar con una recurrencia importante, lo que es ventajoso en el caso de una deformación que evolucione rápidamente (en ese caso, todas las imágenes de una misma zona que adquieren los diferentes satélites son analizadas con la misma referencia en el suelo),
- 20 - es rústico y, debido a ello, no es objeto de una curiosidad que podría acarrear actos vandálicos por parte de paseantes (deterioro o robo).

Se encuentran aplicaciones para la invención en numerosos campos, tales como, por ejemplo, la ingeniería civil y las ciencias de la Tierra.

Las aplicaciones en ingeniería civil son, por ejemplo:

- el seguimiento de obras tales como presas, puentes, edificios, diques, islas artificiales, terraplenes de carreteras, vías ferroviarias, etc.,
- 30 - el seguimiento de la estabilidad de acantilados costeros, de las líneas costeras, de barrancos,
- la evolución de la superficie de antiguas minas.

Las aplicaciones en ciencias de la Tierra son, por ejemplo:

- la medición de las deformaciones antes y después de un sismo,
- el seguimiento de la deformación de los volcanes, de la subsidencia continental o tectónica, de la evolución de las fallas y de los deslizamientos de terreno,
- el seguimiento del avance de los glaciares y de la evolución de nevizas en los macizos con nieves permanentes,
- 40 - la formación de un punto de referencia de estabilidad terrestre para el cálculo del cero hidrográfico en los puertos,
- el estudio de los fondos marinos posando el reflector sobre el fondo marino (transposición de la técnica de formación de imágenes radar por satélite).

REIVINDICACIONES

1. Reflector pasivo de onda electromagnética para medir la deformación local de una estructura situada en la superficie terrestre, siendo el reflector adecuado para reflejar, hacia un satélite en órbita alrededor de la Tierra, una onda electromagnética que recibe procedente de dicho satélite, **caracterizado por que** comprende:
- una placa (P1) que tiene un lado rectilíneo (a1) adecuado para ponerse en contacto con la estructura, y
 - fijada a dicha placa (P1), una estructura mecánica (P2, P3) constituida por una primera placa (P2) y una segunda placa (P3) insertadas en dicha placa y teniendo, cada una, un lado rectilíneo (a3) distribuido de un lado a otro de dicha placa, estando el lado rectilíneo de la primera placa en contacto con el lado rectilíneo de la segunda placa para formar una arista rectilínea (a3) de la estructura mecánica distribuida a un lado y otro de dicha placa, formando la primera placa (P2), la segunda placa (P3) y dicha placa (P1), a un lado y a otro de dicha placa, una cavidad adecuada para reflejar, en dirección del satélite, la onda electromagnética que recibe procedente del satélite, estando la arista rectilínea (a3, a3) de la estructura mecánica y el lado rectilíneo (a1) de dicha placa situados en un mismo plano perpendicular a un plano definido por dicha placa y constituyendo, en combinación, unos medios de retención del reflector sobre la estructura.
2. Reflector según la reivindicación 1, en el que dicha placa (P1) comprende dos aberturas rectilíneas en forma de ranura (f1, f2) practicadas, a partir de un mismo punto (M1) situado sobre el lado rectilíneo (a1) de dicha placa, a un lado y a otro de un eje perpendicular al lado rectilíneo de dicha placa, estando cada ranura alineada según un eje que forma un ángulo comprendido entre 35° y 55° con respecto a dicho eje perpendicular, una primera ranura (f1) que tiene una primera longitud (l1) y una segunda ranura (f2) que tiene una segunda longitud (l2), comprendiendo la primera placa (P2) un lado que delimita un sector angular plano enfrente del lado rectilíneo de la primera placa y comprendiendo la segunda placa (P3) un lado que delimita un sector angular plano enfrente del lado rectilíneo de la segunda placa, estando practicada una abertura rectilínea en forma de ranura (f), en cada una de la primera y la segunda placas (P2, P3), a partir del lado que delimita el sector angular plano, siendo el eje de cada ranura (f) practicada en cada primera y segunda placas perpendicular al lado rectilíneo de dicha placa, siendo la distancia que separa la ranura practicada en la primera placa del lado rectilíneo de la primera placa igual a la longitud de la primera ranura practicada en dicha placa y siendo la distancia que separa la ranura practicada en la segunda placa del lado rectilíneo de la segunda placa igual a la longitud de la segunda ranura practicada en dicha placa, estando la ranura practicada en la primera placa posicionada hasta su extremo en la primera ranura de dicha placa y alineada con dicha primera ranura y estando la ranura practicada en la segunda placa posicionada hasta su extremo en la segunda ranura de dicha placa y alineada con dicha segunda ranura.
3. Reflector según la reivindicación 2, en el que el eje de primera ranura (f1) y el eje de la segunda ranura (f2) forman, cada uno, un ángulo de 45° con el eje perpendicular al lado rectilíneo de dicha placa y las longitudes (l1, l2) de la primera y la segunda ranuras son sustancialmente iguales.
4. Reflector según una cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3, en el que se practica una muesca (e) sobre el lado rectilíneo de cada una de la primera y la segunda placas, sustancialmente en la alineación del eje de la ranura (f) practicada en cada una de la primera y de la segunda placas.
5. Reflector según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que unos agujeros pasantes (i1, i2) están previstos en dicha placa (P1) con el fin de permitir una fijación del reflector sobre la estructura.

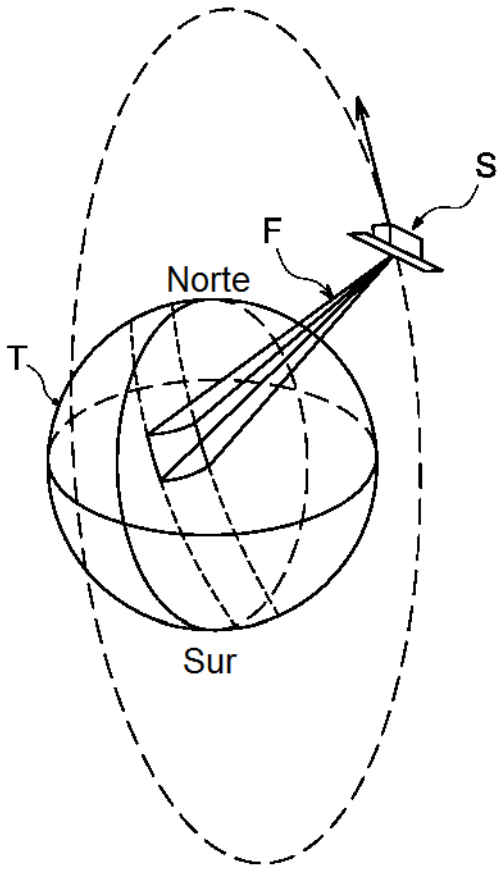


FIG. 1

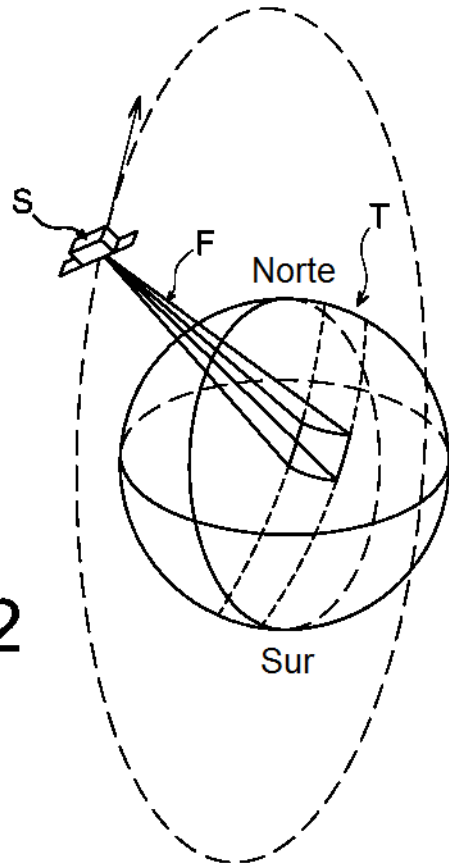


FIG. 2

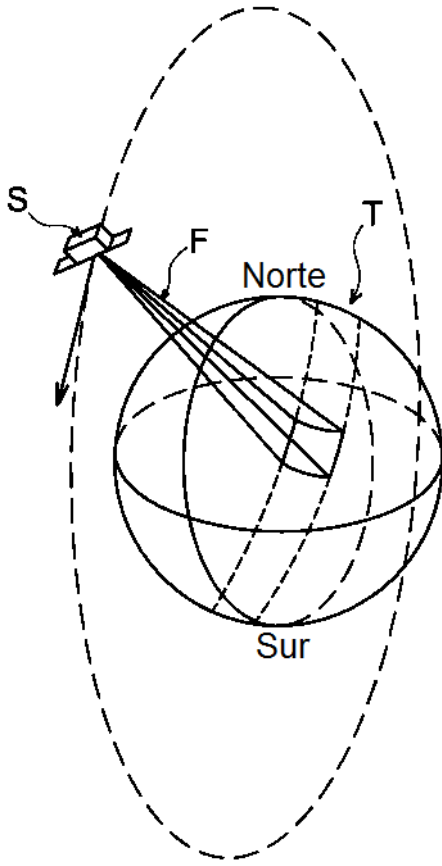


FIG. 3

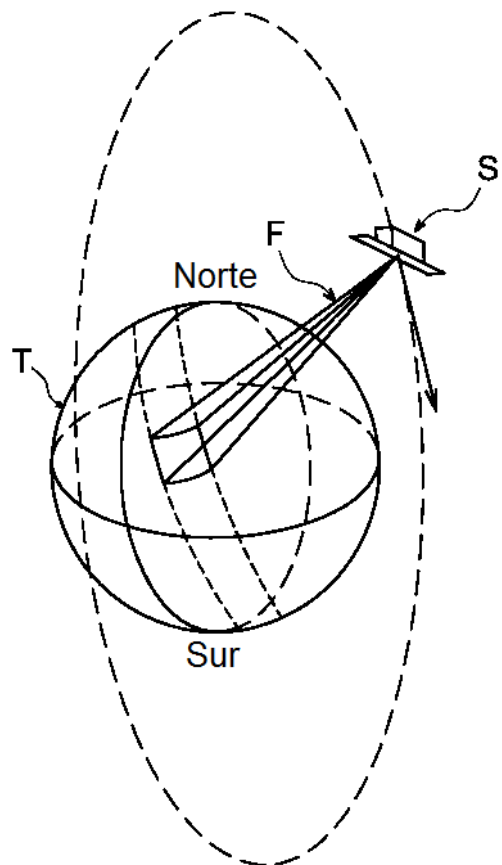


FIG. 4

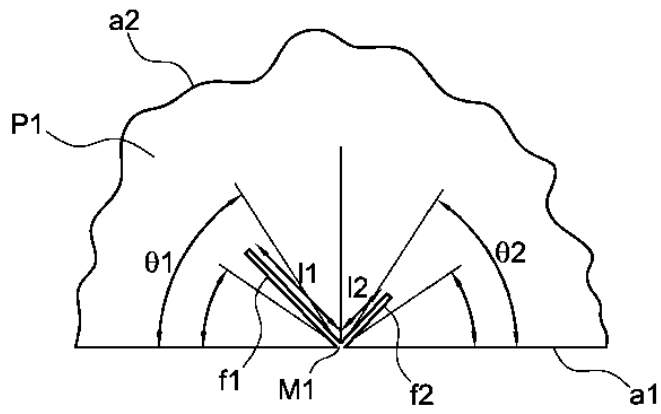


FIG. 5

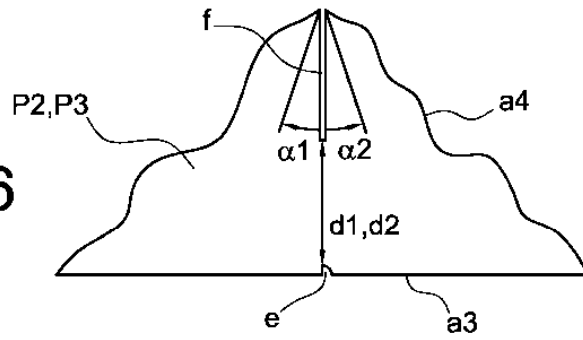


FIG. 6

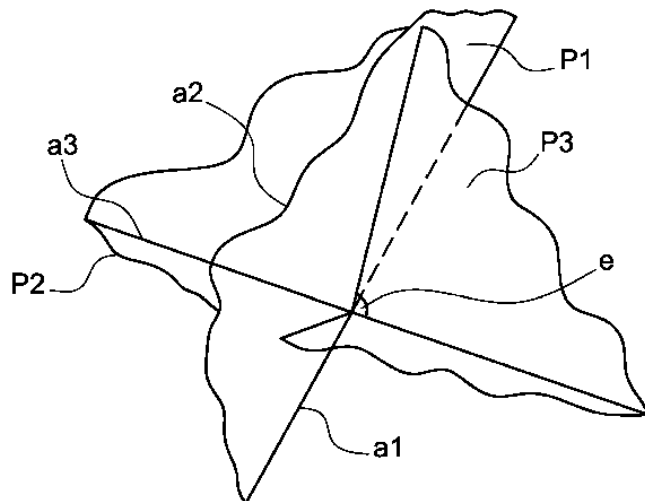


FIG. 7

