

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 671 707**

51 Int. Cl.:

**F03B 13/18** (2006.01)

**B63B 21/50** (2006.01)

**B63B 35/44** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.05.2008 PCT/US2008/006477**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.07.2009 WO09094000**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2008 E 08754592 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.03.2018 EP 2268917**

54 Título: **Amarre de múltiples matrices de wecs tipo boya**

30 Prioridad:  
**22.01.2008 US 9798**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.06.2018**

73 Titular/es:  
**OCEAN POWER TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)**  
**1590 Red Road**  
**Pennington, NJ 08534, US**

72 Inventor/es:  
**DRAPER, MARK, R. y**  
**SILCOCK, DAVID, HENRY**

74 Agente/Representante:  
**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 671 707 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**

Amarre de múltiples matrices de wecs tipo boya

5 Campo de la invención

Esta invención se refiere a convertidores de energía de las olas (WECs) para convertir la energía DE las olas en la superficie de los cuerpos de agua en energía útil, y particularmente al amarre o anclaje de múltiples grupos o matrices de WECs del tipo de boya flotante.

10

Un tipo conocido de WEC, al que se refiere principalmente la presente invención, comprende una boya que incluye partes que se mueven en respuesta a ondas superficiales que pasan. Dichos movimientos se usan para conducir un transductor de energía para generar energía útil. Para retener la boya en su lugar, una práctica es conectar la boya a tres anclajes separados alrededor de la boya. Un problema con esto, sin embargo, es que si se usa una pluralidad de WECs para aumentar la cantidad de energía generada, la necesidad de tres anclajes para cada WEC (que proporciona una relación de boya a anclaje de 1:3) es costosa y requiere mucho espacio.

15

Un objeto de esta invención es la provisión de disposiciones de amarre donde la relación de boyas WEC con respecto a los anclajes aumente significativamente.

20

El documento WO 02/085697 A1 describe un sistema de amarre que puede consistir en una pluralidad de carriles conducidos al fondo del mar en un patrón de rejilla, los carriles soportan vigas transversales fijas y las vigas transversales se unen entre sí por placas de refuerzo triangulares.

25

Estos anclajes pueden soportar boyas de amarre para embarcaciones. Las boyas de amarre pueden configurarse con un mecanismo de bombeo para extraer energía a partir del movimiento de las olas.

30

El documento US 5889336 describe WECs que pueden agruparse con enlaces mecánicos entre ellos lo que permite un movimiento ascendente y descendente relativo. Cada boya WEC se ancla individualmente al lecho marino. El documento JP2004 176626 describe una disposición de amarre para turbinas eólicas flotantes.

Resumen de la invención

35

La invención proporciona un conjunto de convertidores de energía de las olas (WECs) que se amarra a una plataforma de un cuerpo de agua que se caracteriza por:

una pluralidad de celdas poligonales que tienen cada una un WEC en un vértice de celda respectivo, y cada WEC incluye un flotador y un mástil que se mueven fuera de fase uno con respecto al otro en respuesta a las olas para producir energía eléctrica;

40

un ancla central por celda dispuesta en la plataforma del cuerpo de agua debajo del centroide de cada celda; todos los WECs de cada una de dichas celdas se conectan a través de líneas de amarre respectivas al anclaje para esa celda;

cada WEC se conecta a través de tres líneas de amarre a tres anclajes centrales diferentes; y dichas celdas se disponen en un patrón teselado de celdas contiguas.

45

Una pluralidad de WECs se dispone preferentemente dentro de un cuerpo de agua en dos patrones. El primer patrón comprende una agrupación de los WECs en celdas poligonales, preferentemente hexagonales u octogonales, con un WEC en cada una de las esquinas de la celda. El segundo patrón comprende una agrupación de las celdas poligonales en un patrón teselado de celdas contiguas con los WECs en la interfaz entre pares contiguos de celdas que son comunes a ambas celdas. Una pluralidad de anclajes se dispone en la plataforma del cuerpo de agua con un anclaje respectivo subyacente a cada celda y se conecta a todos los WECs que forman la celda. Con algunos patrones, por ejemplo, celdas de forma hexagonal, el anclaje dispuesto debajo de cada celda se conecta solo a los WECs incluidos en la celda superpuesta. Con otros patrones, por ejemplo, celdas de forma octogonal, el anclaje dispuesto debajo de cada celda se conecta a los WECs tanto dentro como fuera de la celda superpuesta.

50

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos esquemáticos acompañantes, que no están a escala, los caracteres de referencia similares denotan componentes similares; y

60

La Figura 1 muestra un ejemplo de un WEC con el que se puede usar la presente invención;

La Figura 2 muestra un diseño de anclaje (amarre) para una pluralidad de WECs dispuestos en cuatro celdas hexagonales contiguas dentro de un cuerpo de agua;

65

La Figura 2A muestra las conexiones de anclaje para una boya que se muestra en la Figura 2;

La Figura 3 muestra un diseño de campo de boya hexagonal similar al que se muestra en la Figura 2, pero que incluye un mayor número de componentes y muestra los anclajes de borde de campo;

5 La Figura 4 muestra un diseño de campo hexagonal general;

La Figura 5 es similar a la Figura 3, pero muestra los WECs dispuestos en un diseño de campo cuadrado/octágono básico;

10 La Figura 5A muestra las conexiones de amarre para una boya mostrada en la Figura 5; y la Tabla 1 enumera las relaciones de boya (B) a anclaje (A) (B/A) para los diseños hexagonales seleccionados.

#### Descripción detallada

15 La presente invención se refiere a la disposición de una pluralidad de convertidores de energía de las olas (WECs) en una masa de agua. Un ejemplo de un WEC adecuado para usar con la presente invención se muestra, esquemáticamente, en la Figura 1. El WEC incluye un flotador 2 generalmente plano que tiene una abertura central 4 que le atraviesa y un flotador alargado 6, denominado "mástil", que se extiende de forma deslizable a través de la abertura central del flotador plano 4. Los dos flotadores se balancean hacia arriba y hacia abajo en respuesta a las ondas superficiales que pasan, pero en diferentes relaciones de fase con las ondas, por lo tanto, en una relación desfasada entre sí. Dichos movimientos relativos desfasados entre los dos flotadores se usan para generar energía útil mediante el accionamiento de un dispositivo de toma de fuerza (PTO), por ejemplo, un cilindro hidráulico para presurizar un fluido usado para accionar una turbina para accionar un generador eléctrico.

20 Para aumentar la cantidad de energía generada, los grupos de WECs se interconectan en "granjas" de WECs dispuestas dentro de un cuerpo de agua. De acuerdo con esta invención, los grupos de WECs se interconectan en patrones para forrar el área superficial donde se ubican. Un mosaico de una superficie consiste en una disposición de polígonos que juntos cubren toda el área de una superficie bidimensional. Muchos de estos mosaicos son posibles mediante el uso de uno o más tipos de polígonos regulares y/o irregulares. Sin embargo, para una mayor simplicidad, solo se describen en la presente descripción mosaicos periódicos (teselaciones), que usan polígonos regulares. En los dibujos adjuntos y en la descripción a continuación, un WEC también se denomina boya y se identifica por la letra "B".

Dado una plataforma de cuerpo de agua bidimensional, un conjunto de reglas que gobiernan la colocación de boyas y anclajes es como sigue:

35 1. Las boyas se disponen en la superficie del cuerpo de agua en una pluralidad de celdas contiguas de forma poligonal, cada boya está en un vértice de celda respectivo.

2. Una pluralidad de anclajes se dispone en el lecho marino uno debajo del centroide de cada celda.

40 3. Cada anclaje debajo de una celda de boyas se conecta a todas las boyas dentro de la celda y, en algunos casos, a las boyas dentro de las celdas adyacentes.

45 La disposición de boyas y anclajes de acuerdo con estas reglas es eficiente en el sentido de que da como resultado valores relativamente altos para la "relación de boya a anclaje" agregada del campo de boya, y también proporciona un amarre estable para cada boya. La relación de boya a anclaje es el cociente B/A, donde B es el número total de boyas y A es el número total de anclajes en el campo de la boya.

#### Ejemplo usando el mosaico hexagonal

50 El mosaico periódico de un plano que usa una pluralidad de polígonos idénticos puede lograrse mediante el uso de un triángulo equilátero, cuadrado o hexágono. De estos, la colocación hexagonal produce el valor más alto para B/A, es decir, requiere la menor cantidad de anclajes por boya. La Figura 2 muestra parte de un diseño de campo de boya generado al aplicar las reglas de colocación anteriores a un mosaico hexagonal. En el diseño, las boyas WEC (B) se disponen en un cuerpo de agua en "celdas" hexagonales y las celdas se agrupan en un patrón teselado de celdas contiguas. Las líneas de tablero se usan para mostrar la forma hexagonal de las celdas. Se muestran cuatro celdas C1, C2, C3 y C4. Las celdas adyacentes comparten lados comunes, por ejemplo, el lado que se extiende entre los puntos marcados 16 y 18 es común a las celdas C1 y C2.

60 Una boya, indicada (Figura 2) por un círculo etiquetado B, se coloca en cada vértice del hexágono, por ejemplo en los vértices 12, 14, 16, 18, 20 y 22 de la celda C1. Un anclaje, indicado por un punto con la etiqueta A, se coloca en la plataforma del cuerpo de agua debajo de cada centroide hexagonal. Cada anclaje A se conecta a seis boyas B en los vértices del hexágono correspondiente por medio de conexiones de amarre 30. Cada boya dentro del interior del campo de la boya (por ejemplo, las boyas ubicadas en los vértices 18 y 20) está en tres hexágonos. Por ejemplo, la boya en el vértice 18 se ubica en los tres hexágonos C1, C2 y C3. El resultado es que cada boya interior tiene, como se muestra en la Figura 2A para la boya en el vértice 20, un amarre simétrico estable de tres puntos formado por conexiones a los anclajes en los tres hexágonos (C1, C3 y C4 en la Figura 2) que contienen el vértice correspondiente.

Las boyas en los bordes exteriores del campo de la boya que se muestran en la Figura 2, por ejemplo, las boyas en los vértices 12, 14, 16, etc. también se proporcionan de amarres de tres puntos. La manera de lograr esto resultará evidente en relación con la siguiente descripción de la Figura 3.

Una medida de la eficiencia de una disposición de boya se da por el valor asintótico de B/A, es decir, el valor para un campo de boya de extensión infinita. Para el diseño de campo que se muestra en la Figura 2, el valor asintótico de B/A es 2. Para cualquier realización práctica específica (finita) de este diseño, el valor de B/A será menor que el valor asintótico. En general, cuanto más grande es el campo, más cerca está B/A del valor asintótico.

La Figura 3 muestra un diseño de campo de boya con 32 boyas (B) y 24 anclajes (A). Como en la Figura 2, las líneas de amarre reales se muestran mediante líneas continuas y las líneas discontinuas delimitan los polígonos hexagonales. Tenga en cuenta que en el límite del campo están presentes anclajes adicionales para proporcionar un amarre estable para las boyas en los bordes del campo. Para este diseño, el valor de B/A es 1.33. (Aunque no se muestra, anclajes adicionales similares están presentes preferentemente en los bordes del campo que se muestra en la Figura 2).

La Figura 4 muestra el diseño genérico de un campo de boya basado en un mosaico hexagonal regular. Este diseño tiene una fila de M hexágonos en el límite superior, (M - 1) hexágonos en la siguiente fila, y así sucesivamente, y va en aumento hasta N hexágonos en el centro del campo y disminuye de nuevo a M en el límite inferior. Para esta disposición, el número total de boyas y anclajes en el campo viene dado por:

$$B = N^2 + 4N + 4 - M^2 - M$$

$$A = 2N^2 + 4N + 2 - 2M^2$$

La Tabla 1 (incluida en el dibujo) muestra los valores de A, B y B/A para los valores seleccionados de M y N.

El valor de B/A se aproxima al valor teórico asintótico máximo a medida que aumenta el tamaño del campo de la boya.

Ejemplo usando un mosaico cuadrado/octágono

Otros diseños más eficientes pueden basarse en mosaicos más complejos. Como ejemplo, la Figura 5 muestra un diseño basado en un mosaico de un plano mediante el uso de dos tipos de polígonos regulares: el cuadrado y el octágono. Como en las Figuras 2 y 3, las líneas discontinuas se usan para delinear los polígonos; específicamente, cuatro octágonos contiguos O1-O4 en una matriz anular alrededor de un cuadrado central S1. En este ejemplo, una boya B se ubica en cada vértice, y un anclaje A se ubica en la plataforma del cuerpo de agua en el centroide de cada octágono. Cada anclaje se conecta a doce boyas; ocho en el octágono circundante, y cuatro más, uno en cada uno de los cuadrados adyacentes. Cada boya tiene, como se muestra en la Figura 5A, un amarre de tres puntos asimétrico pero estable.

Esta configuración logra un valor B/A asintótico de 4.

Reivindicaciones

1. Un conjunto de convertidores de energía de las olas (WECs) amarrado a la plataforma de un cuerpo de agua caracterizado por:  
 5 una pluralidad de celdas poligonales (C1, C2, C3, C4) que tiene cada una un WEC en un vértice de celda respectivo, y cada WEC incluye un flotador (2) y un mástil (6) que se desplazan fuera de fase uno respecto al otro en respuesta a las olas para producir energía eléctrica;  
 un anclaje central (A) por celda dispuesta en la plataforma del cuerpo de agua debajo del centroide de cada celda;  
 10 todos los WECs de cada una de dichas celdas se conectan a través de las respectivas líneas de amarre (30) al anclaje de esa celda;  
 cada WEC se conecta a través de tres líneas de amarre (30) a tres anclajes centrales diferentes (A); y  
 dichas celdas se disponen en un patrón teselado de celdas contiguas.
- 15 2. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los pares de dichas celdas son contiguos entre sí a lo largo de los límites de las celdas, con WECs en los límites entre pares respectivos de celdas que son comunes a ambas celdas de dichos pares.
3. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada uno de dichos anclajes centrales (A) se conecta solo a los WECs que se incluyen dentro de cada celda.  
 20
4. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 3, en donde los WECs en cada una de dichas celdas se disponen en un patrón de forma hexagonal.
- 25 5. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada uno de dichos anclajes centrales (A) se conecta a WECs dispuestos tanto dentro como fuera de cada una de dichas celdas.
6. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 5, en donde los WECs en cada una de dichas celdas se disponen en un patrón de forma octogonal.  
 30
7. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los primeros WECs dispuestos en las interfaces entre pares de celdas, dichos primeros WECs que son comunes a ambas celdas de dichos pares de celdas, se conectan mediante líneas de amarre (30) a los anclajes centrales de ambas celdas de dicho par de celdas.
- 35 8. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 7, en donde dichas celdas tienen cada una forma hexagonal e incluyen lados y esquinas, dichos WECs están dispuestos en las respectivas esquinas de dichas celdas.
9. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 8, en donde cada uno de dichos anclajes se conecta solo a WECs dentro de una respectiva de dichas celdas.  
 40
10. Un conjunto según la reivindicación 7, en donde cada uno de dichos anclajes se conecta a WECS dispuestos tanto dentro como fuera de dicha celda respectiva.
- 45 11. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 1, en donde un WEC ubicado en el vértice de tres celdas diferentes se conecta a los anclajes de las tres celdas.
- 50 12. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el flotador (2) de cada WEC tiene una abertura central (4) y el mástil (6) de cada WEC es un flotador alargado que se extiende a través de la abertura central, dicho flotador se mueve generalmente en fase con las olas y dicho mástil se mueve generalmente desfasado con las olas.

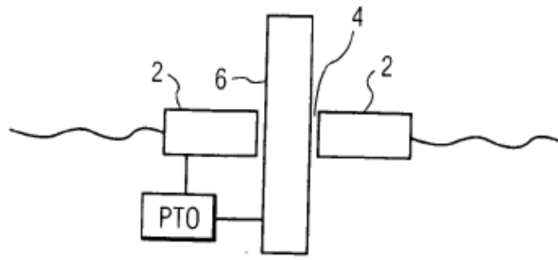


FIG. 1

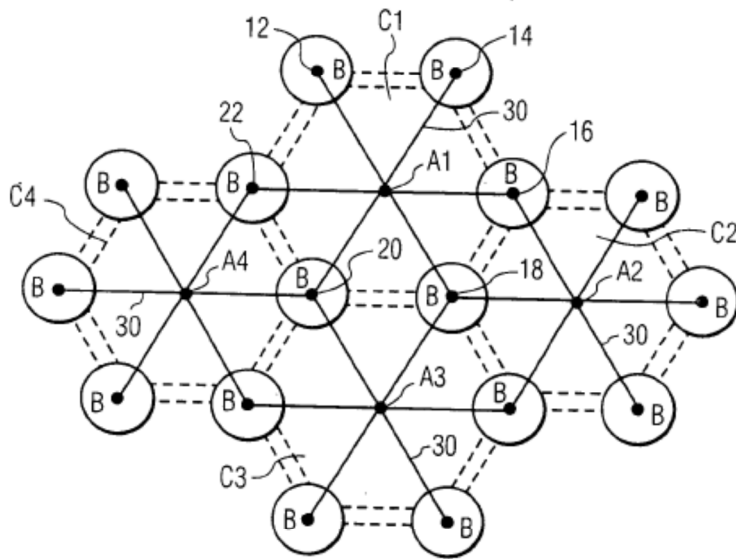


FIG. 2



FIG. 2A

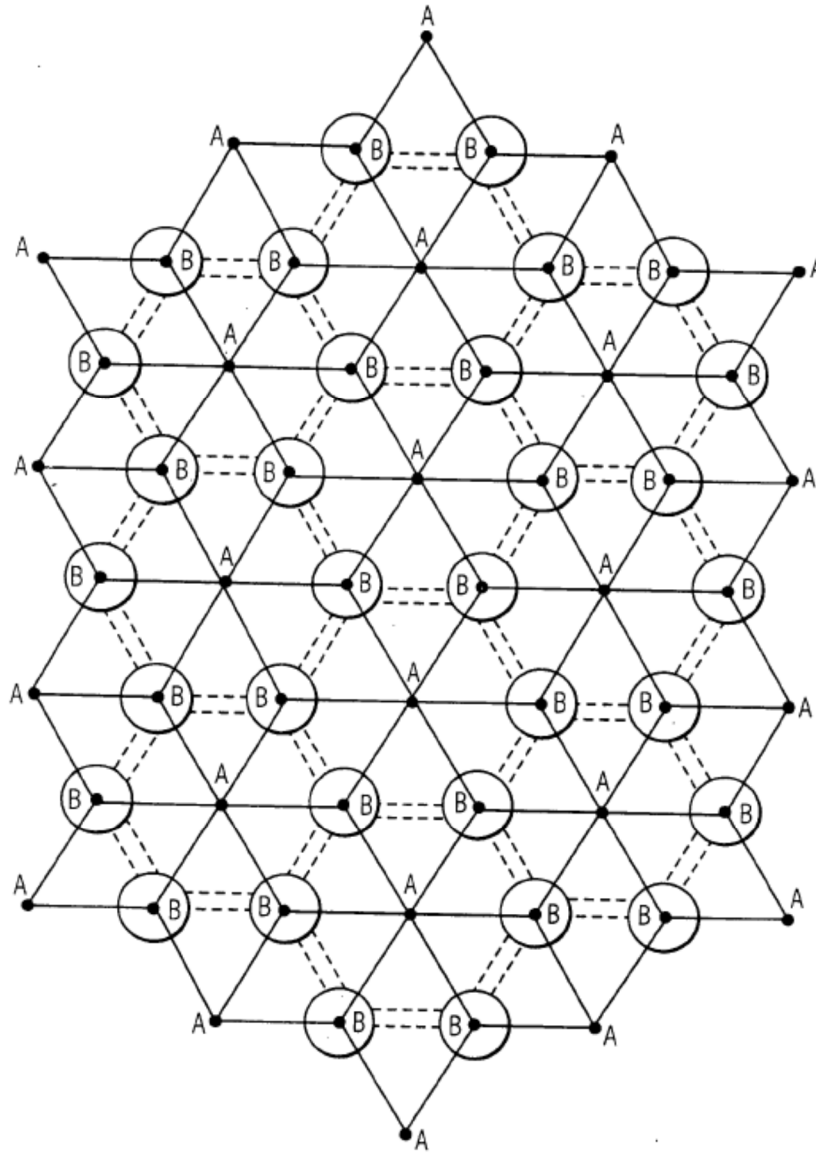


FIG. 3

NÚMERO DE  
HEXÁGONOS EN LA  
FILA

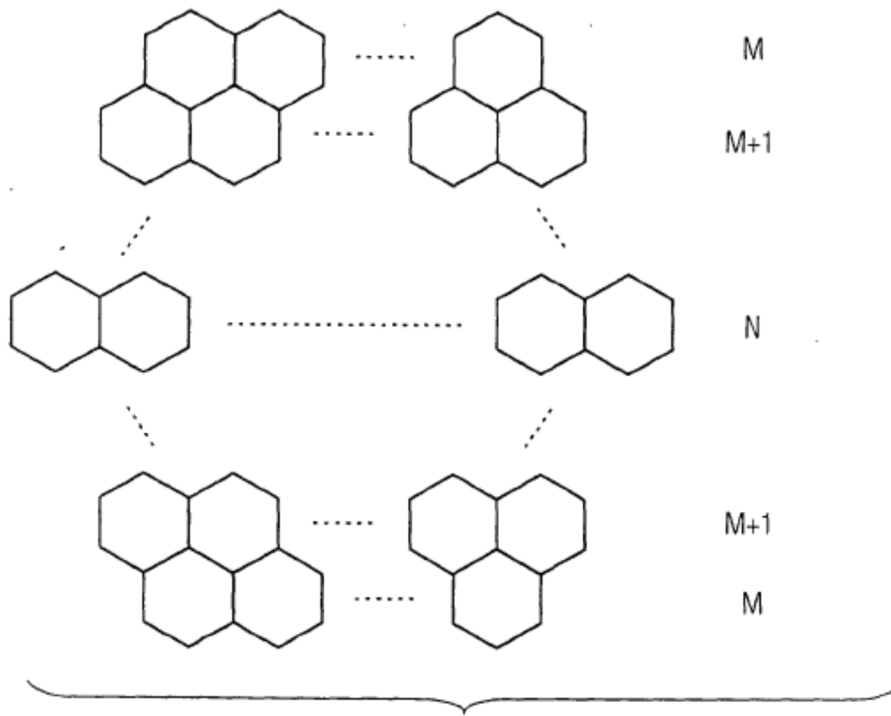


FIG. 4



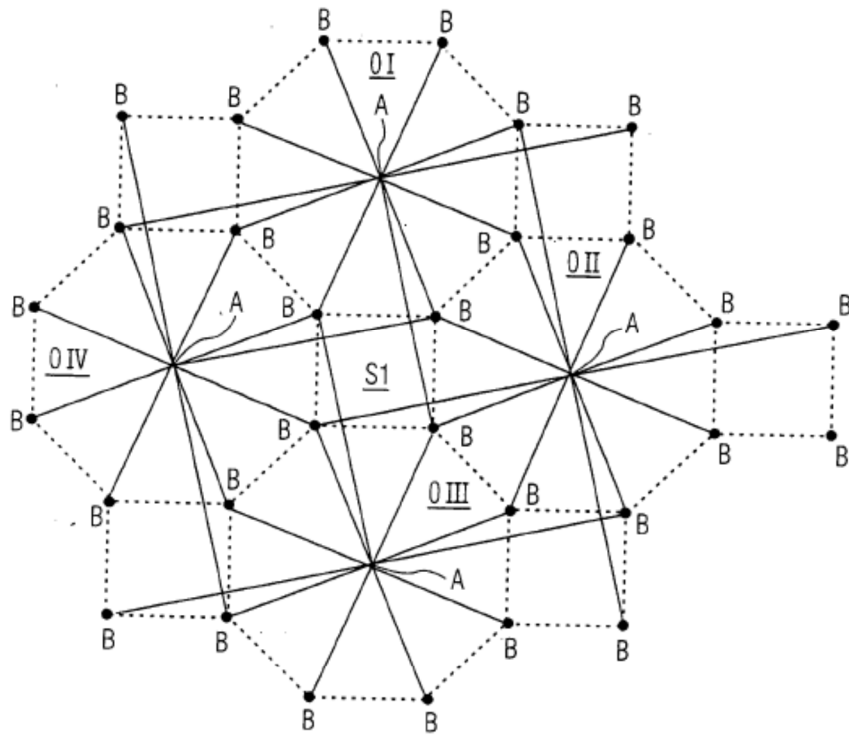


FIG. 5

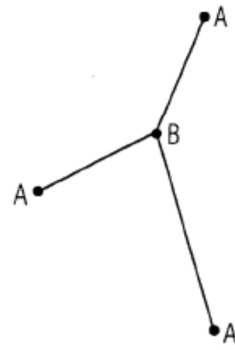


FIG. 5A

Tabla 1: Relación B/A para diseños hexagonales seleccionados

M	N	A	B	B/A
1	1	7	8	0.857
1	2	14	16	1.143
1	3	23	30	1.304
1	4	34	48	1.412
1	5	47	70	1.459
1	6	52	96	1.548
1	7	79	126	1.595
1	8	98	160	1.633
1	9	119	198	1.664
1	10	142	240	1.690
2	11	163	280	1.718
3	12	184	320	1.739
4	13	205	360	1.758
5	15	259	462	1.784
10	20	374	682	1.824
20	50	2284	4402	1.927