

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 934 807**

51 Int. Cl.:

**G06F 3/038** (2013.01)  
**G06F 3/0488** (2012.01)  
**G06F 3/0346** (2013.01)  
**G06F 3/0354** (2013.01)  
**G06V 30/32** (2012.01)  
**G06V 30/142** (2012.01)  
**G06F 3/04883** (2012.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.09.2018 PCT/EP2018/074111**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.03.2019 WO19048600**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.09.2018 E 18766232 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.11.2022 EP 3679461**

54 Título: **Determinación de la dirección de escritura por medio de sensores inerciales**

30 Prioridad:

**07.09.2017 DE 202017105404 U**

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

**27.02.2023**

73 Titular/es:

**STABILO INTERNATIONAL GMBH (100.0%)  
Schwanweg 1  
90562 Heroldsberg, DE**

72 Inventor/es:

**KÄMPF, KARL-PETER**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

**ES 2 934 807 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**

Determinación de la dirección de escritura por medio de sensores inerciales

**5 Estado de la técnica**

La invención se refiere a un lápiz electrónico del tipo como se especifica en el preámbulo de la reivindicación 1 de la patente y a un método como se especifica en el preámbulo de la reivindicación 7 de la patente.

10 El uso cada vez mayor de los sistemas electrónicos de información y comunicación, especialmente de los ordenadores personales (PC), ordenadores portátiles, tabletas y teléfonos inteligentes en la vida cotidiana, ocio y trabajo, hace que merezca la pena desarrollar mejoras de las interfaces hombre-máquina.

15 Además de las interfaces hombre-máquina, tales como un teclado, ratón o superficies táctiles, los lápices electrónicos son de interés especialmente. Los lápices electrónicos tienen, entre otras cosas, la ventaja de que pueden combinar la funcionalidad y la sencillez de escribir con un lápiz sobre una superficie con las posibilidades mucho más numerosas del procesamiento electrónico de datos. De este modo, es deseable que el lápiz electrónico sea similar a un lápiz convencional en la medida de lo posible en cuanto a su aspecto y manejo.

20 En el documento WO02/07424A2, por ejemplo, se describe un sistema de información electrónico para el reconocimiento de escritura a mano, que tiene un lápiz y una tableta con superficie sensible a la presión o a la inducción y en la que los movimientos del lápiz o de la punta de lápiz se capturan o bien a partir de la superficie sensible a la presión o a la inducción de la tableta o bien por sensores de aceleración o sensores ópticos.

25 Los datos de sensor pueden transmitirse, a continuación, de forma inalámbrica a un PC, que puede, basándose en los datos de movimiento de lápiz recibidos, realizar el reconocimiento de escritura a mano. Ejemplos adicionales del uso de lápices electrónicos para el reconocimiento de la escritura a mano se describen en los documentos US 2017/115756 A1, US 2012/020566 A1, JPH 10 301702 A y JPH 09 230997 A.

30 Sin embargo, una desventaja de los lápices electrónicos y los sistemas de información electrónicos conocidos para el reconocimiento de escritura a mano es la necesidad de una referencia de posición externa, tal como un patrón de referencia predeterminado en el sustrato de escritura, que se evalúa a través de una cámara en el lápiz electrónico y se usa para determinar la posición.

35 Si se quiere prescindir de esta referencia externa, como se describe, por ejemplo, en el documento US 2017/115756 A1 que, entre otras cosas, propone promediar las señales de posición del lápiz a lo largo del tiempo para determinar las desviaciones de una dirección de escritura, actualmente, los datos de movimiento y de posición del lápiz electrónico, especialmente con respecto a un sustrato de escritura, no siempre pueden detectarse con suficiente precisión, lo que podría, por ejemplo, conducir a una determinación errónea del movimiento del lápiz.

40

**Problema**

Por lo tanto, el objetivo de la invención es mejorar un lápiz electrónico, por ejemplo, con respecto a la precisión, de modo que se puedan determinar los movimientos y las posiciones del lápiz electrónico sobre un sustrato de escritura y, en particular, por ejemplo, de modo que la dirección de escritura del lápiz electrónico sobre un sustrato de escritura pueda determinarse incluso sin la ayuda de una referencia externa.

45

**Solución**

50 De acuerdo con la invención, dicho objetivo se consigue mediante un lápiz electrónico de acuerdo con la reivindicación 1 y un método de acuerdo con la reivindicación 7. Las realizaciones ventajosas y los desarrollos adicionales son el objeto de las reivindicaciones dependientes.

55 En primer lugar, debería observarse que el término dirección de escritura debe entenderse como una línea que conecta diferentes patrones de escritura consecutivos, por ejemplo, caracteres, letras, palabras, y de modo que la dirección de la dirección de escritura puede referirse al orden cronológico en que se escribieron los patrones de escritura consecutivos con el lápiz electrónico.

60 Un lápiz electrónico ilustrativo de acuerdo con la invención comprende de este modo al menos una mina de escritura, al menos una fuente de tensión eléctrica, al menos una unidad de procesamiento digital, al menos un módulo de transferencia de datos, y tecnología de sensores de posición inercial o sensores inerciales o un sistema de detección de posición inercial para determinar la ubicación y el movimiento o el desplazamiento del lápiz electrónico.

65 El lápiz electrónico está configurado para una especificación inicial de un sistema de coordenadas de escritura con dos ejes X, Y que son ortogonales entre sí en un sustrato de escritura bidimensional y con un eje Z que es perpendicular al sustrato de escritura bidimensional. En otras palabras, los dos ejes X, Y que son ortogonales entre sí

se encuentran en el sustrato de escritura bidimensional.

5 El sistema de sensores de detección de posición inercial o los sensores de posición inercial están configurados además para la determinación de aceleraciones y perfiles de aceleración, en particular los perfiles de aceleración unidimensionales, del lápiz electrónico a lo largo del eje X y a lo largo del eje Y para una pluralidad de pares de orientaciones diferentes del eje X y del eje Y en el sustrato de escritura, en donde para cada par de orientaciones de eje o cada par de orientaciones de eje, la orientación de eje del eje X y la orientación de eje del eje Y son ortogonales entre sí.

10 La tecnología de sensores de posición inercial o el sistema de sensores de detección de posición inercial o los sensores de posición inercial pueden configurarse además para la determinación de aceleraciones y perfiles de aceleración en el sistema de coordenadas ortogonales tridimensionales del cuerpo del lápiz, en donde el eje longitudinal del lápiz electrónico puede especificar o definir un eje del sistema de coordenadas de cuerpo de lápiz.

15 El sistema de coordenadas de cuerpo de lápiz puede de este modo, entre otras cosas, por ejemplo, transformarse en un sistema de coordenadas de escritura de la siguiente manera.

20 Por ejemplo, evaluando la información de aceleración obtenida mediante el sistema de sensores de detección de posición inercial en el sistema de coordenadas de cuerpo de lápiz, puede determinarse la dirección del campo gravitatorio de la Tierra o el ángulo del eje longitudinal del lápiz electrónico con respecto a la dirección de la gravedad y, de este modo, puede determinarse un ángulo de inclinación entre el eje longitudinal del lápiz electrónico y un sustrato de escritura/plano de sustrato de escritura.

25 De este modo, por ejemplo, para obtener una primera orientación de los dos sistemas de coordenadas entre sí, la proyección del eje longitudinal del lápiz electrónico sobre la superficie o plano de sustrato de escritura o la superficie o plano de papel puede considerarse como la bisectriz de un sistema de coordenadas de escritura, en donde, por ejemplo, la proyección del eje longitudinal puede obtenerse a partir de la conexión de dos puntos: por ejemplo, a partir de la conexión desde el punto de contacto de la punta/punta de lápiz del lápiz electrónico, por ejemplo, punta de mina de escritura, y la base de la perpendicular del eje longitudinal del lápiz electrónico desde o a través del extremo de la carcasa del cuerpo del lápiz electrónico (o la base de la perpendicular del eje longitudinal del lápiz electrónico desde o a través de cualquier otro punto a lo largo del eje longitudinal que no coincide con la punta de lápiz) en el plano de papel/plano de sustrato de escritura.

35 El origen del sistema de coordenadas de escritura puede, a continuación, por ejemplo, especificarse por un/el primer punto de contacto de la punta de lápiz o la punta de escritura y los ejes X, Y del sistema de coordenadas de escritura o el sistema de coordenadas del sustrato de escritura puede, por ejemplo, obtenerse a partir de la aplicación de una rotación al eje longitudinal proyectado del lápiz, por ejemplo, una rotación con un ángulo ilustrativo de  $\pm 45^\circ$ .

40 Sin embargo, por ejemplo, el ángulo acimutal del lápiz electrónico o el ángulo acimutal del eje longitudinal del lápiz electrónico en relación con el sustrato de escritura/un plano de sustrato de escritura se desconoce inicialmente.

45 La transformación ilustrativa descrita de las coordenadas de un sistema de coordenadas ortogonales del lápiz cuyo eje coincide con el eje longitudinal del lápiz en un posible sistema de coordenadas ortogonales de escritura en el plano de sustrato de escritura puede basarse, por tanto, en un ángulo de inclinación determinado por el sistema de sensores de detección de posición inercial y en un ángulo acimutal determinado o supuesto.

50 En otras palabras, por ejemplo, la posición del lápiz electrónico o la posición del eje longitudinal del lápiz electrónico en relación con el plano de sustrato de escritura solo puede situarse en un cono o superficie cónica cuya punta esté colocada en el sustrato de escritura y coincida con la punta de lápiz o la punta de escritura del lápiz electrónico.

La posición angular o el ángulo acimutal del eje longitudinal del lápiz electrónico en este cono, sin embargo, se desconoce inicialmente.

55 En teoría, con un ángulo acimutal desconocido, pueden ser posibles infinitos pares de direcciones axiales diferentes u orientaciones de los ejes X e Y en el plano de sustrato de escritura bidimensional o pueden ser compatibles con una posible posición del lápiz.

60 En otras palabras, por ejemplo, en un determinado ángulo de inclinación del lápiz, cada par de diferentes direcciones de eje u orientaciones de eje del eje X y del eje Y de un sistema de coordenadas de escritura en el plano de sustrato de escritura o del sistema de coordenadas de escritura descrito por dicho par, respectivamente, puede describirse mediante un ángulo acimutal.

65 A partir de esta multitud de pares de orientaciones diferentes del eje X y del eje Y, es necesario, por tanto, encontrar el par, o esas direcciones axiales o el ángulo acimutal, en el que un eje de un par, por ejemplo, un eje X, corresponde a la dirección de escritura real.

- 5 Como se ha mencionado, el sistema de sensores de detección de posición inercial está configurado para determinar aceleraciones y perfiles de aceleración, especialmente perfiles de aceleración unidimensionales, en sistemas de coordenadas ortogonales y las aceleraciones o perfiles de aceleración en el sistema de coordenadas de lápiz pueden transformarse en aceleraciones o perfiles de aceleración en un sistema de coordenadas de escritura en el plano de sustrato de escritura y viceversa.
- 10 Por tanto, el sistema de sensores de detección de posición inercial está configurado para determinar aceleraciones y perfiles de aceleración, especialmente perfiles de aceleración unidimensionales, del lápiz electrónico a lo largo de un/el eje X y a lo largo de un/el eje Y para una pluralidad de pares de orientaciones diferentes del eje X y del eje Y en el sustrato de escritura, en donde para cada par de orientaciones de ejes, la orientación axial del eje X y la orientación de eje del eje Y son ortogonales entre sí.
- 15 La selección de la pluralidad de pares de orientaciones axiales diferentes del eje X y del eje Y en el sustrato de escritura para las aceleraciones y los perfiles de aceleración, especialmente perfiles de aceleración unidimensionales, del lápiz electrónico a lo largo de un/el eje X y a lo largo de un/el eje Y puede determinarse a partir del sistema de sensores de detección de posición inercial, por ejemplo, a partir de una pluralidad de ángulos acimutales a lo largo de una circunferencia del cono o superficie cónica descrita anteriormente, por ejemplo, con un tamaño de paso de 30° o 20° o 10°.
- 20 De este modo, la selección de la pluralidad de pares de orientaciones axiales diferentes del eje X y del eje Y en el sustrato de escritura para las aceleraciones y los perfiles de aceleración, especialmente perfiles de aceleración unidimensionales, del lápiz electrónico a lo largo de un/el eje X y a lo largo de un/el eje Y puede determinarse a partir del sistema de sensores de detección de posición inercial, o de los ángulos de acimut de selección asociables a los pares, puede efectuarse por la unidad de procesamiento digital del lápiz electrónico.
- 25 La pluralidad de pares de orientaciones axiales diferentes del eje X (ejes Y) y del eje Y (ejes Y) en el sustrato de escritura puede indicarse, por ejemplo, mediante  $\{X_0, Y_0\}, \{X_1, Y_1\}, \{X_2, Y_2\}, \dots, \{X_n, Y_n\}$ , siendo n un número natural mayor o igual que cero.
- 30 A menos que se indique explícitamente lo contrario, el término eje X y/o eje Y puede entenderse como un eje de dichos pares ilustrativos  $\{X_0, Y_0\}, \{X_1, Y_1\}, \{X_2, Y_2\}, \dots, \{X_n, Y_n\}$ , en donde en cada par los ejes del par son ortogonales entre sí.
- 35 En este punto, las diferentes orientaciones del eje X (ejes Y) y del eje Y (ejes Y) se eligen de tal manera, que todos los ejes X e Y de la pluralidad de pares se encuentran en el plano de sustrato de escritura bidimensional y de manera que los ejes de cada par dado son ortogonales entre sí.
- 40 Dichas aceleraciones y perfiles de aceleración del lápiz electrónico que se determinan por la tecnología de sensores de detección de posición inercial pueden representar patrones de escritura de una operación de escritura del lápiz electrónico, tales como caracteres, letras o palabras. En particular, dichas aceleraciones y perfiles de aceleración pueden comprender secuencias de patrones periódicos de escritura.
- 45 Un aspecto de la presente invención se basa, entre otras cosas, en el sorprendente hallazgo de que la evaluación de las aceleraciones o los perfiles de aceleración determinados por el sistema de sensores de detección de posición inercial resulta en un patrón más o menos pronunciado en la secuencia temporal de aceleraciones y desaceleraciones, dependiendo de lo bien que los ejes de sistema de coordenadas de escritura seleccionados, es decir, un par dado de cada uno de un eje X y un eje Y o un ángulo acimutal correspondiente asignable al par, coinciden con los ejes de ese sistema de coordenadas de escritura en el que la dirección de escritura real es paralela a un eje, por ejemplo, el eje X, o en el que la dirección de escritura real coincide con un eje, por ejemplo, el eje X.
- 50 En aras de la exhaustividad, debería observarse que para cada par de eje X y eje Y, puede determinarse un eje Z correspondiente ortogonal a los dos ejes para definir un sistema de coordenadas de escritura ortogonal tridimensional ilustrativo.
- 55 El término de la determinación de las aceleraciones puede incluir la determinación del valor absoluto y/o la dirección y/o el signo de la aceleración y el término perfil de aceleración puede incluir, por ejemplo, un perfil de aceleración unidimensional para describir el cambio temporal del valor absoluto y/o la dirección y/o el signo de la aceleración, o para describir el cambio en el tiempo de una/la señal de aceleración medida por la tecnología de sensores de detección de posición inercial.
- 60 En particular, por ejemplo, la determinación de dicho perfil de aceleración puede, por ejemplo, llevarse a cabo a lo largo de uno de los ejes de un sistema de coordenadas de escritura dado o de un sistema de coordenadas de lápiz dado.
- 65 A menos que se indique explícitamente lo contrario, un perfil de aceleración puede entenderse en particular como un perfil de aceleración unidimensional, en particular, por ejemplo, un perfil de aceleración unidimensional a lo largo de

un eje de un sistema de coordenadas de escritura, es decir, por ejemplo, a lo largo de un eje X y/o un eje Y, que puede encontrarse dentro del plano de sustrato de escritura.

5 Dicha unidad de procesamiento digital ilustrativa está configurada para determinar la dirección de escritura, dicha determinación se basa en la determinación de al menos una propiedad característica de un perfil de aceleración determinado por el sistema de sensores de detección de posición inercial.

10 Entre una propiedad característica de un perfil de aceleración determinado por el sistema de sensores de detección de posición inercial, se puede entender una o una pluralidad de propiedades, por ejemplo, propiedades matemáticas y/o físicas, o una o una pluralidad de condiciones, por ejemplo, condiciones matemáticas y/o físicas.

15 En otras palabras, dicha unidad de procesamiento digital ilustrativa está configurada para determinar al menos una propiedad característica de un perfil de aceleración determinado por el sistema de sensores de detección de posición inercial, en donde la al menos una propiedad característica depende de la selección de la pluralidad de pares de diferentes orientaciones de eje del eje X y del eje Y en el sustrato de escritura, cada uno de los cuales puede definir un posible sistema de coordenadas de escritura, o en un ejemplo no reivindicado puede depender de la selección del ángulo acimutal asignable a los pares o a los sistemas de coordenadas de escritura.

20 En el presente documento, un posible perfeccionamiento de la determinación de la dirección de escritura puede, por ejemplo, efectuarse interpolando entre dos mejores soluciones, o entre dos sistemas de coordenadas de escritura específicos, y más allá, para un perfeccionamiento adicional, puede efectuarse la determinación de la dirección de escritura para al menos otros dos sistemas de coordenadas de escritura girados con respecto al sistema de coordenadas de escritura interpolado, por ejemplo, girados en  $+10^\circ$  y  $-10^\circ$ .

25 Un lápiz electrónico de acuerdo con la invención ofrece, entre otras cosas, la ventaja de que la dirección de escritura cuando un usuario está escribiendo con el lápiz electrónico sobre un sustrato de escritura puede derivarse solamente a partir de los datos o mediciones de las aceleraciones del lápiz electrónico mediante el sistema de sensores de detección de posición inercial.

30 Por tanto, por ejemplo, es posible prescindir del uso de referencias externas, tales como suposiciones sobre la lateralidad y/o el idioma de escritura del usuario, y/o suposiciones sobre la orientación del sustrato de escritura.

35 Además, un lápiz electrónico de acuerdo con la invención se basa en la explotación del sorprendente hallazgo de que los perfiles de aceleración de un lápiz electrónico a lo largo de la dirección de escritura tienen propiedades características, que pueden servir de base para determinar la dirección de escritura.

Un lápiz electrónico de acuerdo con la invención puede, por ejemplo, permitir la determinación de la dirección de escritura con una precisión inferior a  $10^\circ$ , sin tener que recurrir a referencias externas.

40 Incidentalmente, un lápiz electrónico puede entenderse en este punto como un cuerpo rígido, es decir, puede tener tres grados de libertad traslacional y tres grados de libertad rotacional, es decir, un total de seis grados de libertad de movimiento. En general, por lo tanto, por ejemplo, dos sensores de detección de posición tridimensional pueden ser suficientes para describir la posición y/o el movimiento del lápiz electrónico en un sistema de coordenadas tridimensional, aparte de cualquier posible inicialización necesarias del sistema de coordenadas seleccionado y de los errores de integración.

50 El término sistema de sensores de detección de posición inercial para detectar la posición y el movimiento del lápiz electrónico, a menos que se indique explícitamente lo contrario, pueden incluir sistemas de sensores de determinación de la posición o sensores de determinación de la posición que pueden medir aceleraciones en una dirección espacial o en dos o tres direcciones espaciales mutuamente ortogonales, y/o que pueden medir la fuerza del campo magnético local y/o las tasas angulares o las tasas de rotación.

55 Sin embargo, también es concebible, por ejemplo, que el lápiz electrónico solo esté equipado con un sensor de aceleración tridimensional, es decir, triaxial, para determinar la dirección de escritura. Dado que la determinación de la dirección de escritura descrita en este punto, por ejemplo, puede basarse esencialmente en la evaluación de los movimientos de traslación, dicho sensor de aceleración ilustrativo también puede disponerse a una distancia del eje longitudinal del lápiz electrónico.

60 La determinación de dicha al menos una propiedad característica de un perfil de aceleración determinado por el sistema de sensores de detección de posición inercial comprende la determinación de al menos dos desfases o intervalos de tiempo entre al menos dos pares de cambios de aceleración consecutivos y opuestos de los perfiles de aceleración para una orientación dada del eje X y una orientación dada del eje Y de la pluralidad de pares de diferentes orientaciones de eje del eje X y del eje Y.

65 El término desfase de tiempo puede entenderse, entre otras cosas, como un intervalo de tiempo, un período de tiempo, un intervalo de tiempo o un retardo de tiempo.

- El término cambio de aceleración puede entenderse como que comprende, por ejemplo, un punto en el tiempo en el que la aceleración cambia en valor absoluto o magnitud y/o en dirección, y también puede entenderse como que comprende un período de tiempo durante el que la aceleración cambia en valor absoluto o magnitud y/o dirección.
- 5 Por ejemplo, dos cambios de aceleración consecutivos opuestos de los perfiles de aceleración para una orientación axial dada de un eje X y/o un eje Y pueden entenderse como dos aumentos de aceleración consecutivos y opuestos y/o máximos de aceleración.
- 10 El término dirección o dirección opuesta de la aceleración o del cambio de aceleración puede entenderse, entre otras cosas, como el signo de la aceleración, por ejemplo, una aceleración positiva o negativa, por ejemplo, una ralentización o desaceleración.
- Dichos dos cambios de aceleración consecutivos y opuestos de los perfiles de aceleración para una orientación axial dada de un eje X y/o un eje Y pueden formar, de este modo, un par, que puede, por ejemplo, denominarse un par de aceleración.
- 15 Dicho sistema de sensores de detección de posición inercial puede determinar de este modo una pluralidad, por ejemplo, al menos dos, de tales pares de aceleración, para una dirección axial dada de un eje X y/o un eje Y.
- 20 Una/la unidad de procesamiento digital del lápiz electrónico está configurada para determinar el par de orientación del eje X y orientación del eje Y para el cual el perfil de aceleración determinado a lo largo de un eje, por ejemplo, el eje X, tiene o cumple con la propiedad característica, que los desfases de tiempo son extremos, por ejemplo, están en un mínimo (o el mínimo) y/o en un máximo (o el máximo), y son diferentes entre sí.
- 25 Por ejemplo, de esta manera pueden determinarse dos desfases o períodos de tiempo entre dos cambios de aceleración opuestos consecutivos para un eje a partir de dos pares de aceleración de un perfil de aceleración a lo largo de la orientación axial del eje, por ejemplo, el eje X y/o el eje Y.
- 30 Esta determinación puede hacerse para una pluralidad de pares de orientaciones de eje del eje X y del eje Y, y el lápiz electrónico, o el sistema de sensores de detección de posición inercial, o la unidad de procesamiento digital puede configurarse de modo que el par de direcciones de eje (u orientaciones de eje) del eje X y del eje Y, por ejemplo,  $\{X_{\text{mejor}}, Y_{\text{mejor}}\}$ , puede determinarse, en donde para un eje, por ejemplo, el eje  $X_{\text{mejor}}$  y/o el eje  $Y_{\text{mejor}}$ , los desfases o espacios de tiempo determinados entre dos cambios de aceleración opuestos consecutivos para al menos dos pares de cambios de aceleración a lo largo de un eje, por ejemplo, el eje  $X_{\text{mejor}}$  y/o el eje  $Y_{\text{mejor}}$ , son extremos, por ejemplo, están en un mínimo (o el mínimo) y/o están en un máximo (o el máximo), y son diferentes entre sí.
- 35 El lápiz electrónico o la unidad de procesamiento digital puede configurarse, de este modo, para determinar un/el desfase de tiempo entre un par de cambios de aceleración opuestos consecutivos para una orientación de eje dada del eje X y una orientación de eje dada del eje Y, basándose en la primera derivada de las aceleraciones y los perfiles de aceleración determinados, por ejemplo, los perfiles de aceleración unidimensionales determinados para una orientación de eje dada del eje X y una orientación de eje dada del eje Y.
- 40 Esto puede, por ejemplo, ofrecer la ventaja de que cualquier error de punto cero del sistema de sensores de detección de posición inercial puede ser eliminado y, por ejemplo, puede hacerse una mejor distinción entre una dirección de escritura específica y una desviación provocada por errores en las señales de medición del sistema de sensores de detección de posición inercial con respecto a la posición y el movimiento del lápiz electrónico determinados a partir de las señales de medición.
- 45 Por ejemplo, el lápiz electrónico o la unidad de procesamiento digital puede configurarse para determinar el desfase de tiempo o el intervalo de tiempo entre un par de cambios de aceleración consecutivos y opuestos para una orientación dada del eje X y una orientación dada del eje Y a partir del intervalo de tiempo, para el que la primera derivada de las aceleraciones determinadas y el valor absoluto de las aceleraciones determinadas es igual a cero o casi igual a cero.
- 50 Esto permite determinar de forma inequívoca la magnitud o cantidad del desfase de tiempo entre un par de cambios de aceleración opuestos consecutivos para una orientación de eje dada del eje X y una orientación de eje dada del eje Y.
- 55 Alternativa y/o adicionalmente, sería concebible determinar un desfase de tiempo o un lapso de tiempo entre un par de cambios de aceleración consecutivos dirigidos de forma opuesta para una orientación de eje dada del eje X y una orientación de eje dada del eje Y, a partir del intervalo de tiempo en/para el cual la primera derivada de las aceleraciones determinadas son iguales o cercanas a cero y la cantidad o valor absoluto de las aceleraciones determinadas es máximo o mínimo, es decir, está en un máximo o en un mínimo.
- 60 De esta forma, por ejemplo, puede determinarse el intervalo de tiempo o el desfase de tiempo o el lapso de tiempo
- 65

entre dos extremos, máximos/máximo y/o mínimos/mínimo, de un perfil de aceleración. En el caso en el que un perfil de aceleración tenga mesetas máximas o mesetas mínimas en lugar de máximos o mínimos bien definidos, también sería concebible, por ejemplo, determinar el intervalo de tiempo entre los centros o puntos centrales de las mesetas máximas y mínimas adyacentes.

5 Alternativa o adicionalmente, también es concebible usar los máximos de los cambios de aceleración para determinar aquellos puntos en el tiempo que limitan el desfase de tiempo o el lapso de tiempo entre un par de cambios de aceleración consecutivos dirigidos de forma opuesta.

10 Alternativa o adicionalmente, además, es concebible, por ejemplo, determinar la dirección de escritura basándose en efectuar la determinación de las amplitudes de al menos dos cambios de aceleración consecutivos y opuestos del perfil de aceleración para una orientación dada del eje X y una orientación dada del eje Y de la pluralidad de pares de orientaciones del eje X y del eje Y.

15 Por ejemplo, por lo tanto, es concebible un lápiz electrónico, que puede configurarse alternativa o adicionalmente, o cuya unidad de procesamiento digital puede configurarse alternativa o adicionalmente para determinar una dirección de escritura, basándose en una determinación de al menos una propiedad característica del perfil de aceleración determinada por el sistema de sensores de detección de posición inercial, en donde la determinación de dicha propiedad característica del perfil de aceleración puede comprender la determinación de las amplitudes de al menos  
20 dos cambios de aceleración consecutivos y opuestos del perfil de aceleración para una orientación dada del eje X y una orientación dada del eje Y de la pluralidad de pares de orientaciones del eje X y del eje Y.

De este modo, el lápiz electrónico o la unidad de procesamiento digital está configurada para determinar el par de orientación del eje X y orientación del eje Y para el cual el perfil de aceleración determinado a lo largo de un eje, por ejemplo, el eje X, tiene o cumple con la propiedad característica, que la diferencia de las amplitudes de los al menos  
25 dos cambios de aceleración consecutivos y opuestos del perfil de aceleración son extremas y diferentes de cero.

De esta forma, puede usarse la sorprendente comprensión y conocimiento técnicos de que los movimientos del lápiz electrónico en la dirección de escritura pueden provocar aceleraciones más intensas en comparación con las correspondientes aceleraciones más bajas en contra de la dirección de escritura.  
30

En otras palabras, de acuerdo con la invención, la dirección de escritura puede determinarse a partir de una asimetría en el perfil de aceleración a lo largo de la dirección axial de un eje, por ejemplo, el eje X, por ejemplo, debido a una asimetría en la fase y/o amplitud del perfil de aceleración.  
35

La determinación de los lapsos de tiempo y desfases de tiempo descritos anteriormente, junto con la determinación de la diferencia de amplitudes de al menos dos cambios de aceleración opuestos consecutivos, puede aumentar significativamente la precisión de la determinación de la dirección de escritura y mejorar la solidez de la determinación de la dirección de escritura.  
40

Alternativa o adicionalmente, además, es concebible, por ejemplo, determinar la dirección de escritura basándose en una comparación de un/el perfil de aceleración determinado por el sistema de sensores de detección de posición inercial con un perfil de aceleración predeterminado.

45 Por ejemplo, por lo tanto, es concebible un lápiz electrónico de escritura que puede configurarse alternativa o adicionalmente, o cuya unidad de procesamiento digital puede configurarse alternativa o adicionalmente para determinar una dirección de escritura basándose en la determinación de al menos una propiedad característica de un perfil de aceleración determinado por el sistema de sensores de detección de posición inercial, y en donde la unidad de procesamiento digital puede configurarse para efectuar una comparación del perfil de aceleración determinado por  
50 el sistema de sensores de detección de posición inercial con un perfil de aceleración predeterminado para determinar el par de orientación del eje X y orientación del eje Y, para el que el perfil de aceleración determinado a lo largo de un eje, por ejemplo, el eje X, tiene o cumple con la propiedad característica, que el perfil de aceleración determinado corresponde al perfil de aceleración predeterminado.

55 El término corresponder puede entenderse, entre otras cosas, como una correspondencia dentro de una tolerancia dada.

Si el escritor genera, por ejemplo, un perfil de aceleración predeterminado o conocido particular que se relaciona o corresponde con un patrón de escritura subyacente particularmente conocido, por ejemplo una cadena de úes, es, por ejemplo, posible extraer la dirección de escritura o la orientación del sustrato de escritura a partir de la dirección de la aceleración siguiendo un punto de reposo o punto de parada en las puntas de las úes. En las paradas o puntos de parada, hay un descanso momentáneo de la punta de escritura del lápiz electrónico, que, por ejemplo, puede detectarse por el ruido del sensor de aceleración o del sistema de sensores de detección de posición inercial.  
60

65 Más específicamente, por ejemplo, puede determinarse el espectro de densidad de potencia del ruido del sensor de aceleración o del sistema de sensores de posición inercial y, de este modo, por ejemplo, puede establecerse un valor

umbral, por debajo del cual puede suponerse que la punta está parada.

Por ejemplo, evaluando la primera derivada de la aceleración, el punto de inversión se encontrará en un máximo de la derivada de la aceleración en un eje y un mínimo simultáneo en el eje ortogonal al mismo. Este eje ortogonal es la dirección de escritura en una cadena de úes (letras u). El uso de la derivada de la aceleración tiene la ventaja de que puede utilizarse para eliminar el error cero del sensor.

La determinación de los intervalos de tiempo o desfases de tiempo descritos anteriormente junto con la determinación de la diferencia de amplitudes descrita anteriormente de al menos dos cambios de aceleración opuestos consecutivos, junto con una comparación de un perfil de aceleración determinado por el sistema de sensores de detección de posición inercial con un perfil de aceleración predeterminado, puede mejorar aún más la precisión y la solidez de la determinación de la dirección de escritura.

Dicho perfil de aceleración predeterminado ilustrativo puede, por ejemplo, definirse mediante un patrón de escritura traslacional, por ejemplo, por una palabra predeterminada y/o por un patrón periódico de traslación predeterminado, por ejemplo, una guirnalda.

Puede mejorarse la precisión y la solidez de la determinación de la dirección de escritura, entre otras cosas, como sigue.

Como se ha mencionado, el lápiz electrónico puede configurarse para definir o especificar inicialmente un sistema de coordenadas de escritura que tiene dos ejes ortogonales X, Y en un sustrato de escritura bidimensional y un eje Z perpendicular al sustrato de escritura bidimensional.

De este modo, dicha definición o especificación inicial de un sistema de coordenadas de escritura que tiene dos ejes ortogonales X, Y en un sustrato de escritura bidimensional y un eje Z puede tener en cuenta al menos una, algunas o todas las siguientes suposiciones ilustrativas:

- la posición espacial del eje longitudinal del lápiz electrónico no es paralela a la dirección de la gravedad,
- la superficie del sustrato de escritura está orientada ortogonal hacia la dirección de la gravedad,
- el usuario del lápiz electrónico es diestro y/o zurdo,
- la dirección de escritura es paralela a un límite o borde del sustrato de escritura, y la dirección de escritura desde la perspectiva del usuario es de izquierda a derecha o de derecha a izquierda o de arriba a abajo.

Dichas suposiciones ilustrativas pueden, entre otras cosas, servir para determinar la posición del sustrato de escritura o la orientación del sustrato de escritura y, en última instancia, la dirección de escritura.

La suposición ilustrativa de que la posición del eje longitudinal del lápiz electrónico no es paralela a la dirección de la gravedad, es decir, el lápiz se sostiene en ángulo, debería aplicarse en la mayoría de los casos, ya que suele ser difícil para el usuario mantener el lápiz electrónico exactamente vertical cuando escribe.

En el caso de sostener el lápiz en un ángulo, por ejemplo, puede formarse una proyección del eje longitudinal del lápiz sobre un plano, por ejemplo, el plano de sustrato de escritura, que es perpendicular a la línea de acción de la aceleración de la gravedad. Entre otras cosas, esta proyección, junto con (dichas) otras suposiciones ilustrativas, puede servir para determinar una posición del papel o posición del soporte de escritura aproximada.

Para la suposición ilustrativa de que la superficie del sustrato de escritura está orientada ortogonal a la dirección de la gravedad, es decir, el sustrato de escritura está en posición horizontal, las excepciones son más fácilmente posibles. Por ejemplo, esta suposición puede ser inválida cuando se coloca en un portapapeles, por ejemplo, para sostener el sustrato de escritura, o la escritura se produce en un vehículo en movimiento. Para el contexto de una medida grafomotriz, sin embargo, puede suponerse una posición horizontal del panel de escritura o del sustrato de escritura.

La suposición de la lateralidad del usuario, por ejemplo, puede consultarse y/u opcionalmente corregirse después de la adquisición de datos del sistema de sensor de posición inercial.

Sin embargo, la suposición de paralelismo de la dirección de escritura con un borde o límite del sustrato de escritura debería aplicarse a la mayoría de los casos y puede, por ejemplo, acoplarse a una configuración de idioma del software del lápiz electrónico.

Mientras que, por ejemplo, en idiomas occidentales, la dirección de escritura es de izquierda a derecha, por ejemplo, en árabe y hebreo se asumirá una dirección de escritura de derecha a izquierda. Para las escrituras asiáticas, por ejemplo, también es posible escribir de arriba a abajo, que, sin embargo puede invertirse mediante un control apropiado del escritor mediante un software apropiado para la medición grafomotora a la habitual de izquierda a derecha.

Si una, algunas o todas las suposiciones ilustrativas se aplican, una buena aproximación a la posición de la hoja del sustrato de escritura puede lograrse, entre otras cosas, incluso antes de comenzar a escribir con el lápiz electrónico,

mediante, por ejemplo, la interpretación de la proyección del eje longitudinal del lápiz electrónico sobre el plano del papel o del sustrato de escritura como bisectriz de un sistema de coordenadas de la hoja de papel o del sistema de coordenadas de escritura en el plano de sustrato de escritura.

5 De este modo, por ejemplo, desde el punto de vista del usuario, el eje X puede apuntar en la dirección de escritura y el eje Y puede apuntar hacia abajo. La proyección del eje longitudinal puede, por ejemplo, obtenerse, de este modo, a partir de la conexión de dos puntos: el punto de contacto de la punta de lápiz o de la punta de mina de escritura y la base de la perpendicular del eje longitudinal del lápiz electrónico desde o a través del extremo de la carcasa del cuerpo del lápiz electrónico (o la base de la perpendicular del eje longitudinal del lápiz electrónico desde o a través de cualquier  
10 otro punto a lo largo del eje longitudinal que no coincide con la punta de lápiz) en el plano del papel/plano de sustrato de escritura.

El origen del sistema de coordenadas de escritura puede, a continuación, por ejemplo, especificarse mediante el primer punto de contacto de la punta de lápiz o de la punta de mina de escritura y los ejes X, Y del sistema de coordenadas de escritura o el sistema de coordenadas del sustrato de escritura puede, por ejemplo, obtenerse a partir de la aplicación de una rotación al eje longitudinal proyectado del lápiz, por ejemplo, una rotación con un ángulo ilustrativo de  $\pm 45^\circ$ .

20 Dicho ángulo entre la proyección del eje longitudinal del lápiz en el plano de sustrato de escritura y el sistema de coordenadas de la hoja de papel o el sistema de coordenadas de escritura es una estimación y puede perfeccionarse mediante datos de referencia, que, por ejemplo, pueden recogerse por el sistema de sensores de detección de posición inercial.

Por ejemplo, cuando se configura el controlador de software del lápiz electrónico o cuando se inicializa el lápiz electrónico, se puede pedir al usuario que realice un movimiento de izquierda a derecha y otro de arriba a abajo. Entre otras cosas, esto hace posible, por ejemplo, determinar más fácilmente el ángulo de inclinación con el que se suele sujetar el lápiz, mejorando de este modo la determinación de la proyección del eje longitudinal sobre el plano de sustrato de escritura. Si, por ejemplo, este ángulo se almacena, una sola medición puede ser suficiente. Además, posteriormente, el usuario puede desencadenar una recalibración de la misma forma si ya no está satisfecho con el comportamiento del lápiz electrónico.

Un método ilustrativo de acuerdo con la invención para la determinación de la dirección de escritura de un lápiz electrónico durante la escritura en un sustrato de escritura bidimensional, de modo que el lápiz electrónico comprende, por ejemplo, una mina de escritura, al menos una fuente de tensión eléctrica, al menos una unidad de procesamiento digital, al menos un módulo de transferencia de datos, y una tecnología de sensores de posición inercial o un sistema de sensores de detección de posición inercial para determinar la ubicación y el movimiento del lápiz electrónico, puede comprender los siguientes pasos:

- una especificación inicial de un sistema de coordenadas de escritura con dos ejes X, Y que son ortogonales entre sí en un sustrato de escritura bidimensional y con un eje Z que es perpendicular al sustrato de escritura bidimensional,
- una determinación de aceleraciones y perfiles de aceleración del lápiz electrónico a lo largo del eje X y a lo largo del eje Y para una pluralidad de pares de diferentes orientaciones de eje del eje X y del eje Y en el sustrato de escritura, de modo que para cada par de orientaciones de eje, la orientación de eje del eje X y la orientación de eje del eje Y son ortogonales entre sí, y
- una determinación de la dirección de escritura basándose en la determinación de al menos una propiedad característica de un perfil de aceleración determinado.

Como se ha mencionado anteriormente, un método de este tipo puede, entre otras cosas, ofrecer la ventaja de que la dirección de escritura cuando un usuario está escribiendo con el lápiz electrónico sobre un sustrato de escritura puede derivarse solamente a partir de los datos o mediciones de las aceleraciones del lápiz electrónico mediante el sistema de sensores de detección de posición inercial.

Por tanto, por ejemplo, es posible prescindir del uso de referencias externas, tales como suposiciones sobre la lateralidad y/o el idioma de escritura del usuario y/o suposiciones acerca de la orientación del sustrato de escritura.

Además, un método de acuerdo con la invención se basa en el uso del sorprendente hallazgo de que los perfiles de aceleración de un lápiz electrónico a lo largo de la dirección de escritura tienen propiedades características, que pueden servir de base para determinar la dirección de escritura.

En el mismo, la determinación de dicha al menos una propiedad característica de un perfil de aceleración determinado por la tecnología de sensores de posición inercial o el sistema de sensores de detección de posición inercial comprende la determinación de al menos dos desfases de tiempo entre al menos dos pares de cambios de aceleración consecutivos y opuestos de perfiles de aceleración para una orientación dada del eje X y una orientación dada del eje

Y de la pluralidad de pares de diferentes orientaciones de eje del eje X y del eje Y.

Además, la determinación de la dirección de escritura, basándose en la determinación de la propiedad característica de un perfil de aceleración determinado, comprende una determinación del par de orientación del eje X y orientación del eje Y para el cual el perfil de aceleración determinado a lo largo de un eje, por ejemplo, el eje X, tiene o cumple con la propiedad característica, que los desfases de tiempo son extremos, por ejemplo, mínimo (en un mínimo) y/o máximo (en un máximo), y diferentes entre sí.

En el mismo, un/el desfase de tiempo o un/el intervalo de tiempo entre un par de cambios de aceleración consecutivos y opuestos para una orientación dada del eje X y una orientación dada del eje Y puede determinarse basándose en la primera derivada de las aceleraciones y perfiles de aceleración determinados.

En particular, por ejemplo, a partir del intervalo de tiempo puede determinarse un/el desfase de tiempo o un/el lapso de tiempo entre un par de cambios de aceleración consecutivos y opuestos para una orientación dada del eje X y una orientación dada del eje Y, para el que la primera derivada de las aceleraciones determinadas y el valor absoluto de las aceleraciones determinadas es igual a cero o casi igual a cero.

Alternativa o adicionalmente, la determinación de la dirección de escritura puede basarse en efectuar una comparación del perfil de aceleración determinado por el sistema de sensores de detección de posición inercial con un perfil de aceleración predeterminado para determinar el par de orientación del eje X y orientación del eje Y, para el que el perfil de aceleración determinado a lo largo de un eje, por ejemplo, el eje X, tiene o cumple con la propiedad característica, que el perfil de aceleración determinado corresponde al perfil de aceleración predeterminado.

Por ejemplo, el perfil de aceleración predeterminado puede definirse mediante un patrón de escritura traslacional predeterminado, por ejemplo, por una palabra predeterminada y/o por un patrón periódico de traslación predeterminado, por ejemplo, una guirnalda. En otras palabras, un patrón de escritura traslacional no es rotacionalmente simétrico. En contraste al mismo, los patrones de escritura estacionaria pueden ser rotacionalmente simétricos.

En general, los perfiles de aceleración determinados de acuerdo con la invención por el sistema de sensores de detección de posición inercial del lápiz electrónico pueden representar patrones de escritura que se basan en operaciones de escritura realizadas por el usuario con el lápiz electrónico.

El término patrón de escritura periódico puede entenderse como patrones de escritura repetitivos. Los patrones de escritura periódicos pueden ofrecer la ventaja de que una determinación mejorada de la dirección de escritura puede resultar a partir de los perfiles de aceleración periódicos medibles de los mismos, ya que, por ejemplo, las direcciones de escritura determinadas a partir de una pluralidad de perfiles de aceleración periódicos pueden determinarse mejor y con mayor precisión.

Cuanto más larga sea una operación de escritura o cuántos más patrones de escritura periódicos se escriban, más fácil y más precisa podrá determinarse una dirección de escritura (dominante). Por ejemplo, sería concebible que se pidiera al usuario que generara primero una guirnalda en todo el ancho del sustrato de escritura.

Las siguientes figuras muestran de forma ilustrativa:

**Figura 1a:** Primera vista (vista superior) ilustrativa de un sistema de coordenadas de escritura

**Figura 1b:** Segunda vista (vista lateral) ilustrativa de un sistema de coordenadas de escritura

**Figura 2a:** Movimiento de escritura periódico estacionario ilustrativo

**Figura 2b:** Propiedades ilustrativas de un movimiento de escritura periódico estacionario

**Figura 3a:** Movimiento de escritura periódico traslacional ilustrativo

**Figura 3b:** Propiedades ilustrativas de un movimiento de escritura periódico traslacional

**Figura 4:** Propiedades ilustrativas de un movimiento de escritura con desplazamiento de fase y diferencia de amplitud

Las figuras **Figura 1a** y **Figura 1b** ilustran, a modo de ejemplo, varias vistas en perspectiva de una posible ubicación del lápiz electrónico ilustrativo 100 con respecto a un sustrato de escritura ilustrativo 106, por ejemplo, una hoja de papel.

Además, las figuras representan un sistema de coordenadas de escritura inicialmente especificado ilustrativo o un sistema de coordenadas de escritura ilustrativo determinado por un sistema de sensores de detección de posición inercial que tiene dos ejes ortogonales X, Y (con los números de referencia 107, 108) en el sustrato de escritura bidimensional 106.

Los ejes X (107), Y (108) representan un par ilustrativo {X, Y} (109) de eje X y eje Y cuyos ejes son ortogonales entre sí. Por ejemplo, dichos ejes 107, 108 pueden dividir el sistema de coordenadas de escritura en cuatro cuadrantes en el sustrato de escritura 106, en concreto, un primer cuadrante 101, un segundo cuadrante 102, un tercer cuadrante 103 y un cuarto cuadrante 104.

El uso de cuadrantes puede simplificar las suposiciones de procesamiento y descripción sobre la lateralidad del usuario, así como también, por ejemplo, simplificar una definición o especificación (inicial) del sistema de coordenadas de escritura.

5 En la ilustración ilustrativa en la **Figura 1a** y la **Figura 1b**, el eje longitudinal 105 ilustrativo del lápiz electrónico 100 no está alineado en paralelo a la dirección de la gravedad (no mostrada). Además, por ejemplo, la superficie del sustrato de escritura 106 está orientada ortogonal a la dirección de la gravedad. En otras palabras, el lápiz electrónico 100 puede tener un ángulo de inclinación 112 ilustrativo entre el eje longitudinal 105 del lápiz electrónico 100 y el sustrato de escritura/plano de sustrato de escritura 106.

10 En aras de la claridad, en la **Figura 1b** se muestra un ejemplo del ya mencionado cono o superficie cónica 118, que puede representar las posibles ubicaciones potenciales del lápiz 100 para un ángulo de inclinación 112 dado ilustrativo, en donde la punta del cono/superficie cónica se encuentra sobre el sustrato de escritura 106 y puede coincidir con la punta de escritura 114 del lápiz electrónico 100.

15 La dirección de escritura 117, ilustrada mediante el patrón de escritura 116 ilustrativo, es ilustrativamente paralela a un borde o límite del sustrato de escritura, y la dirección de escritura 117 desde la perspectiva del usuario es, por ejemplo, de izquierda a derecha.

20 Por tanto, por ejemplo, la proyección 111 del eje longitudinal 105 del lápiz electrónico 100 sobre el plano de sustrato de escritura 106 o el plano del papel puede considerarse como una bisectriz del ángulo de un sistema de coordenadas de escritura.

25 En este caso, por ejemplo, el eje X 107 apunta a la dirección de escritura 117 y el eje Y 108, visto desde el usuario, apunta hacia abajo. Se puede obtener la proyección 111 del eje longitudinal, por ejemplo, a partir de la conexión de dos puntos:

30 por ejemplo, a partir de la conexión del punto de contacto 115 de la punta/punta de lápiz 114 del lápiz electrónico, por ejemplo, punta de mina de escritura, y la base 113 de la perpendicular del eje longitudinal 105 del lápiz electrónico 100 desde o a través del extremo de la carcasa del cuerpo del lápiz electrónico 100 (o la base de la perpendicular del eje longitudinal 105 desde o a través de cualquier otro punto a lo largo del eje longitudinal 105 que no coincida con la punta de lápiz) en el plano del papel/plano de sustrato de escritura 106.

35 El origen del sistema de coordenadas de escritura puede, a continuación, por ejemplo, especificarse mediante un/el primer punto de contacto 115 de la punta de escritura 114 y los ejes X, Y del sistema de coordenadas de escritura o el sistema de coordenadas del sustrato de escritura puede, por ejemplo, obtenerse a partir de la aplicación de una rotación al eje longitudinal proyectado 111 del lápiz, por ejemplo, una rotación con un ángulo ilustrativo de  $\pm 45^\circ$ .

40 Dicho ángulo ilustrativo entre la proyección 111 del eje longitudinal del lápiz 105 y el sistema de coordenadas de escritura es una estimación, que puede perfeccionarse con mejores datos de referencia.

45 Por ejemplo, cuando se configura el controlador de software del lápiz electrónico o cuando se inicializa el lápiz electrónico, se puede pedir al usuario que realice un movimiento de izquierda a derecha y otro de arriba a abajo. Esto puede hacer posible, por ejemplo, determinar más fácilmente el ángulo de inclinación con el que se suele sostener el lápiz. Si, por ejemplo, este ángulo se almacena, una sola medición puede ser suficiente. Adicionalmente, el usuario puede desencadenar una recalibración posteriormente de la misma manera si ya no está satisfecho con el comportamiento del lápiz electrónico.

50 Mientras que, por ejemplo, como se muestra, para una persona diestra puede suponerse que una posición estandarizada del lápiz electrónico (visto desde el punto de vista del usuario) está en el cuadrante inferior derecho, es decir, en el cuarto cuadrante 104, para las personas zurdas son posibles las posiciones en todos los demás cuadrantes.

55 Para decidir qué posición del lápiz se toma realmente, es útil evaluar tanto la posición de la proyección 111 del eje longitudinal del lápiz como las propiedades de un perfil de aceleración determinado por el sistema de sensores de detección de posición inercial para detectar la posición y el movimiento del lápiz electrónico.

60 En aras de una exposición completa, hay que mencionar que un posible tercer eje espacial del sistema de coordenadas de la escritura, por ejemplo, un eje Z, que es, por ejemplo, perpendicular al sustrato de escritura bidimensional 106 u ortogonal a los ejes X, Y, no se muestra por razones de claridad.

65 **La Figura 2a** muestra de forma esquemática un proceso de escritura u operación de escritura ilustrativa con un patrón de escritura estacionario periódico 200 (en forma de bucle o en forma de  $\ell$ ) o un elemento de patrón de escritura (línea sólida en forma de bucle o en forma de  $\ell$ ), en donde se marcan ilustrativamente el punto inicial 201 y el punto final 202 de la operación de escritura o del patrón de escritura o del elemento del patrón de escritura.

El patrón de escritura 200 está orientado ilustrativamente de modo que el punto inicial 201 y el punto final 202 de la operación de escritura o del patrón de escritura o del elemento del patrón de escritura, tienen las mismas coordenadas con respecto al eje Y 203 mostrado ilustrativamente. En el patrón de escritura periódico estacionario ilustrativo, además, la dirección ilustrativa del movimiento de escritura se identifica mediante el número de referencia 204.

5 **La Figura 2b** ilustra de forma ilustrativa e idealizada, entre otras cosas, el recorrido de la trayectoria o la posición 210, rapidez o velocidad 211 y aceleración 212 del lápiz electrónico como una función de tiempo 209 para el patrón de escritura periódico estacionario 200 ilustrativo. En otras palabras, por ejemplo, el perfil de aceleración 212 puede entenderse como un perfil de aceleración para aceleraciones normales u ortogonales a la dirección de escritura cuando se escriben bucles.

10 El número de referencia 205 ilustrativo indica un componente de eje Y/el componente de eje Y de una posición o señal de ubicación o perfil de señal de posición ilustrativa de la operación de escritura 200 ilustrativa de la **Figura 2a** de un lápiz electrónico.

15 El número de referencia 206 indica, por ejemplo, la rapidez o velocidad de la operación de escritura 200, y el número de referencia 207 indica la aceleración de la operación de escritura 200 (determinada por el sistema de sensores de detección de posición inercial del lápiz electrónico).

20 Además, se muestra ilustrativamente un potencial de activación muscular idealizado que pretende describir las funciones impulsora (agonista) e inhibidora (antagonista) de los pares de músculos que pueden activarse cuando se escribe el patrón de escritura 200. El número de referencia 213 indica ilustrativamente la curva envolvente de un perfil de fuerza o de esfuerzo de fuerza ilustrativo basándose en la operación de escritura 200.

25 Los números de referencia 223, 224, 225, 226 indican cambios de fuerza ilustrativos para el agonista 223, 225 y el antagonista 224, 226.

30 Cuando se escribe con el lápiz electrónico, por ejemplo, una serie de bucles (como en el caso de la letra manuscrita *l*) de izquierda a derecha, la punta de lápiz realiza un movimiento recíproco regular, cuyo elemento más sencillo puede ser el patrón de escritura 200 ilustrativo.

Ya que la escritura del patrón de escritura 200 puede ser un movimiento repetitivo, el eje temporal 209 también puede entenderse como el ángulo de un sistema de coordenadas polares.

35 Por tanto, la **Figura 2b** (así como la **Figura 3** y la **Figura 4**) puede entenderse como una descripción de la secuencia temporal dentro de una fase de un movimiento cíclico o periódico.

40 En este caso, el movimiento muscular agonista puede proporcionar primero una aceleración del lápiz en la dirección seleccionada, de modo que se puede acumular una rapidez o velocidad y la punta de lápiz puede empezar a moverse en esta dirección.

Sin una fuerza inhibidora, este movimiento puede continuar hasta que un movimiento muscular antagónico pueda ejercer una fuerza que actúe en contra de la aceleración inicial sobre el lápiz.

45 En el ejemplo 213 mostrado, la fuerza y la duración de la acción de la fuerza para el agonista y el antagonista son las mismas, como resultado de lo cual la rapidez o velocidad puede reducirse completamente y la punta de lápiz puede llegar a descansar brevemente. Posteriormente, las funciones de los músculos pueden invertirse y puede haber un contramovimiento fluido, que puede volver a asumir una acción de fuerza que es idéntica en fuerza y duración.

50 Esto permitirá que la punta de lápiz vuelva a su punto inicial al final de este ciclo/período y permitirá que la rapidez o velocidad se reduzca completamente de nuevo.

55 El recorrido o secuencia ilustrada ilustrativamente puede encontrarse en particular cuando se escriben bucles que están orientados o alineados en paralelo a/o en el eje Y.

En este caso ilustrativo del patrón de escritura 200, los perfiles para la ubicación o posición 210, rapidez o velocidad 211 y la aceleración 212 del lápiz electrónico como una función de tiempo 209 son simétricos con respecto a la mitad del período de la operación de escritura 200.

60 Desde el punto de vista del perfil de aceleración 212, los desfases de tiempo o lapsos de tiempo 215, 218 tienen el mismo tamaño o la misma longitud. En el mismo, los desfases de tiempo o lapsos de tiempo 215, 218 se determinan ilustrativamente mediante el intervalo de tiempo entre un par de cambios de aceleración opuestos consecutivos.

65 Por ejemplo, el desfase de tiempo/lapso de tiempo 215 se determina mediante el intervalo de tiempo entre el cambio de aceleración 214 en la dirección de eje positiva y el cambio de aceleración 216 en la dirección de eje negativa, y el desfase de tiempo/lapso de tiempo 218 se determina mediante el intervalo de tiempo entre el cambio de aceleración

217 en la dirección de eje negativa y el cambio de aceleración 219 en la dirección de eje positiva. Por tanto, los cambios de aceleración 214 y 216, así como 217 y 219, pueden interpretarse cada uno como un par de cambios de aceleración opuestos consecutivos.

- 5 Además, debería observarse que los extremos de aceleración o los máximos de aceleración de 220, 221, 222 tienen, por ejemplo, la misma amplitud.

10 Los desfases de tiempo o lapsos de tiempo 215, 218 pueden determinarse, entre otras cosas, por el hecho de que allí la primera derivada de las aceleraciones determinadas y el valor (absoluto) de las aceleraciones determinadas son iguales o casi iguales a cero.

15 Si se observa el recorrido de los perfiles 210, 211, 212, 213 en la dirección Y, en comparación con el recorrido de los perfiles para la posición o ubicación 310, rapidez o velocidad 311 y aceleración 312 del lápiz electrónico como una función de tiempo 309 en la dirección X, se cambia la secuencia temporal de los movimientos musculares.

20 Para una mejor comprensión, en la **Figura 3a** se muestra ilustrativamente el patrón de escritura periódico traslacional (en forma de bucle o en forma de  $\ell$ ) o el proceso de escritura 300 o el elemento del patrón de escritura (línea continua en forma de bucle o en forma de  $\ell$ ), en donde el punto inicial 301 y el punto final 302 de la operación de escritura o el patrón de escritura o el elemento del patrón de escritura están marcados ilustrativamente.

25 El patrón de escritura 300 se alinea ilustrativamente de tal manera que la dirección de escritura se alinea en paralelo al eje X 303. En este caso, por ejemplo, el punto inicial 301 y el punto final 302 de la operación de escritura o del patrón de escritura o del elemento del patrón de escritura están a la misma altura (o a la misma coordenada del eje Y), sin embargo, las coordenadas del punto inicial 301 y del punto final 302 difieren con respecto al eje X 303 ilustrado ilustrativamente.

30 Por ejemplo, los patrones de escritura 300 y 200 solo difieren en los puntos de inicio y fin de las operaciones de escritura, pero pueden tener los mismos movimientos de escritura o pueden representar los mismos movimientos de escritura.

35 En el patrón de escritura periódico traslacional ilustrativo, además, la dirección ilustrativa del movimiento de escritura se designa mediante el número de referencia 304.

40 La **Figura 3b** muestra ilustrativamente el recorrido de los perfiles de la posición o ubicación 310, rapidez y velocidad 311 y aceleración 312 del lápiz electrónico como una función de tiempo 309 en la dirección X para el patrón de escritura periódico traslacional 300 ilustrativo.

45 En contraste con la **Figura 2b**, el perfil de aceleración 312 puede entenderse como un perfil de aceleración para las aceleraciones en la dirección de escritura cuando se escriben bucles.

50 El número de referencia 305 designa a modo de ejemplo un componente de eje X/el componente de eje X de una señal de posición o señal de localización o perfil de señal de posición ilustrativo de la operación de escritura 300 ilustrativa de un lápiz electrónico de la **Figura 3a**.

55 El número de referencia 306 indica, por ejemplo, la rapidez o velocidad de la operación de escritura 300, y el número de referencia 307 indica la aceleración de la operación de escritura 300 (determinada por el sistema de sensores de detección de posición inercial del lápiz electrónico).

60 Además, se muestra ilustrativamente un potencial de activación muscular idealizado que pretende describir las funciones impulsora (agonista) e inhibidora (antagonista) de los pares de músculos que pueden activarse cuando se escribe el patrón de escritura 300. El número de referencia 213 indica ilustrativamente la curva envolvente de un perfil de fuerza o de esfuerzo de fuerza ilustrativo basándose en la operación de escritura 300.

65 Los números de referencia 323, 324, 325, 326 indican cambios de fuerza ilustrativos para el agonista 323, 325 y el antagonista 324, 326.

A diferencia del caso ilustrativo de la **Figura 2b**, la distribución temporal de los movimientos musculares se cambia ahora: por ejemplo, el primer antagonista 324 está actuando ahora con retraso y el segundo antagonista 326 actúa antes en relación con los respectivos agonistas 323, 325.

60 Ahora, mientras que la fuerza y la duración de las fuerzas actuantes de los músculos siguen siendo las mismas, el desplazamiento temporal puede hacer que la rapidez o la velocidad en la dirección de avance sea más larga que en la dirección de retroceso, lo que resulta en un desplazamiento permanente en la dirección Y de la punta de lápiz después de pasar el ciclo completo/período completo.

65 Este desplazamiento de fase ilustrativo de la acción de fuerza antagonista-agonista tiene que encontrarse, y, por

ejemplo, cuando su valor promediado durante un periodo de tiempo en una dirección determinada es máximo, se encuentra la dirección de escritura.

5 En particular, la determinación de la dirección de escritura puede basarse en la determinación de al menos una propiedad característica del perfil de aceleración 312, que refleja dicho desplazamiento de fase ilustrativo de la acción de fuerza/efecto de fuerza de antagonista-agonista.

Por ejemplo, si el valor (absoluto) de la derivada de la aceleración excede un umbral, puede identificar el inicio de la fuerza y evitar los efectos de los errores de punto cero.

10 Una simple evaluación de la velocidad no es suficiente para determinar la dirección de escritura, porque en el perfil de velocidad es indistinguible de una simple desviación o de la desviación de señal del sistema de sensores de detección de posición (por ejemplo, provocada por perturbaciones externas o internas).

15 Como se ha descrito anteriormente, por lo tanto, para una pluralidad de sistemas de coordenadas rectangulares, o para una pluralidad de pares de diferentes orientaciones de eje de los ejes X e Y en el sustrato de escritura en un plano de hoja de papel o sustrato de escritura previamente especificado inicialmente (por ejemplo, definiendo que la dirección Z está alineada con la gravedad y que el plano X-Y, es decir, el plano de sustrato de escritura, está dispuesto perpendicular a la misma) pueden determinarse el desfase de tiempo/el lapso de tiempo entre dos aumentos de  
20 aceleración opuestos y consecutivos o los máximos de aceleración.

Si, por ejemplo, la primera aceleración tiene lugar en la dirección de eje positiva, este desfase de tiempo debe estar en un máximo cuando la dirección de eje positiva es igual a la dirección de escritura. Si, por ejemplo, sin embargo, la primera aceleración se produce en la dirección de eje negativa, la distancia en el tiempo hasta el aumento de la  
25 aceleración opuesta siguiente o la aceleración máxima debe estar en un mínimo.

Para poder asegurar, por ejemplo, suficiente certeza de esta solución, esta determinación puede efectuarse varias veces y puede seleccionarse el promedio de las direcciones u orientaciones de eje individuales reconocidas como  
30 direcciones de escritura.

Para las direcciones de eje o las orientaciones de eje que son normales, es decir, ortogonales, a la dirección de escritura, los tiempos entre los pares de aceleración no deben diferir en promedio, independientemente de su sentido de la dirección.

35 Por lo tanto, si, por ejemplo, una adición vectorial de múltiples desfases de tiempo da como resultado un valor distinto de cero que alcanza un máximo para una dirección axial, esto puede servir como una indicación para la identificación de la dirección de escritura.

40 Como se ha mencionado, en particular, la derivación de la aceleración puede usarse para determinar los desfases de tiempo en el perfil de aceleración.

Para determinar los puntos en el tiempo que pueden usarse para la medición de tiempo del desfase de tiempo son concebibles varias posibilidades.

45 Una posibilidad es, por ejemplo, usar el máximo de un cambio de aceleración para la elección del punto en el tiempo/puntos en el tiempo.

50 Ya que el inicio y la finalización de una aceleración hacen que el cambio en la rapidez de escritura o la velocidad de escritura alcance un máximo, como alternativa, con la ayuda de los puntos cero de la primera derivada de la aceleración, pueden determinarse los tiempos respectivos de finalización e inicio de un desfase de tiempo o el lapso de tiempo entre un par de cambios de aceleración consecutivos dirigidos de forma opuesta.

55 En el perfil de aceleración 312 mostrado ilustrativamente, el número de referencia 314 indica un cambio de aceleración ilustrativo en la dirección axial positiva, que, después de un primer desfase 315, es seguido por un cambio de aceleración opuesto 316 en la dirección axial negativa. Los cambios de aceleración 314, 316 representan así un (primer) par ilustrativo de cambios de aceleración opuestos sucesivos.

60 Otro (segundo) par de cambios de aceleración opuestos consecutivos, por ejemplo, viene dado por el cambio de aceleración 317 en la dirección axial negativa y el cambio de aceleración 319 en la dirección axial positiva, en donde el desfase de tiempo entre este segundo par ilustrativo se indica con el número de referencia 318. Los dos desfases de tiempo 315, 318 no son simétricos, por ejemplo, de diferente tamaño o duración. En el presente caso ilustrativo, el primer desfase de tiempo 315 está en un máximo y el segundo desfase de tiempo 318 está en un mínimo, es decir, el valor (absoluto) de la diferencia de los desfases 315, 317 está en un máximo, ya que la dirección de escritura ilustrativa del patrón de escritura 300 es paralela al eje X.  
65

Como se ha mencionado anteriormente, la derivada del perfil de aceleración 312 puede usarse para determinar los

desfases de tiempo 315, 318. Por ejemplo, los desfases de tiempo 315, 318 pueden determinarse a partir del intervalo de tiempo para el que la primera derivada de las aceleraciones determinadas y el valor (absoluto) de las aceleraciones determinadas son iguales o cercanos a cero

- 5 En aras de una exposición completa, debería observarse que los extremos de aceleración o las mesetas de aceleración máxima 320, 321, 322 tienen, por ejemplo, la misma amplitud.

Además, debería observarse que los cambios de aceleración 314, 316, 317, 319 que pueden servir para determinar los desfases de tiempo 315, 318 pueden describirse, por ejemplo, mediante la derivada de la aceleración que es distinta de cero, y el valor (absoluto) de la aceleración en un punto de tiempo del/de un cambio de la aceleración que es igual a cero. Esto también se aplica análogamente a los cambios de aceleración 214, 216, 217, 219 de la **Figura 2b**.

15 En aras de la exhaustividad, también debería mencionarse que, ya que la escritura de bucles es un proceso periódico, los ejes de tiempo en ambas figuras se dibujan como ángulos de fase en un periodo completo de 0 a  $2\pi$ . Las Figuras 2a y 3a muestran un posible trazo de escritura que puede generarse por los perfiles de aceleración mostrados en las Figuras 2b y 3b. En las mismas, la parte de línea sólida de las curvas representa un periodo completo, mientras que la parte discontinua indica el comportamiento de la curva antes y después de este periodo. Debería observarse que el gráfico en Y (Figura 2a) está desplazado por  $\pi/2$  del de la dirección X (Figura 3a), de modo que puede destacarse mejor la similitud de las características de perfil de aceleración. Puede verse fácilmente que hay un desplazamiento de fase en la dirección de escritura durante la desaceleración del movimiento inicial y al comienzo del contramovimiento, que no se produce en la dirección normal a la dirección de escritura. Mientras la línea sólida de la Figura 2a termina en la misma coordenada y en la que comienza, existe un desfase en la dirección X en la Figura 3a después de pasar por un periodo.

25 **La Figura 4** muestra ilustrativamente un perfil de la posición 405, velocidad 406 y aceleración 407 del lápiz electrónico en la dirección X como una función del tiempo 404 para un patrón de escritura ilustrativo más general (no mostrado) en el que las amplitudes de los extremos de aceleración son diferentes en la dirección de escritura.

30 El número de referencia 400 indica un componente de eje X/el componente de eje X de una señal de posición o ubicación o un perfil de señal de posición ilustrativo de una operación de escritura ilustrativo (no mostrada) de un lápiz electrónico de escritura.

35 El número de referencia 401 indica, por ejemplo, la velocidad o rapidez de la operación de escritura, y el número de referencia 402 indica la aceleración de la operación de escritura (no mostrada) (determinada por el sistema de sensores de detección de posición inercial del lápiz electrónico).

40 Además, se muestra un potencial de activación muscular idealizado a modo de ejemplo que pretende describir la función impulsora (agonista) e inhibidora (antagonista) de los pares musculares, que se puede activar cuando se escribe el patrón de escritura. El número de referencia 418 muestra ilustrativamente la curva envolvente de un perfil de fuerza ilustrativo basándose en la operación de escritura.

45 En los ejemplos anteriores, se ha supuesto, a modo de ejemplo, que las amplitudes de aceleración son las mismas en ambas direcciones axiales. Como alternativa, en un patrón de escritura traslacional, sin embargo, también es posible que se produzca una aceleración más intensa (mayor o más fuerte) en la dirección de escritura y una aceleración correspondientemente menor (más débil) en la dirección opuesta.

50 Mientras que es normal u ortogonal a la dirección de escritura, tanto la aceleración impulsora como la inhibidora pueden tener la misma amplitud, se requiere una mayor amplitud a lo largo de la dirección de escritura para los movimientos en la dirección de escritura y una menor para los movimientos en contra de la dirección de escritura para los casos en los que se quiere lograr una traslación sin desplazamiento de fase. La Figura 4 muestra esto a modo de ejemplo.

55 La diferencia de las amplitudes de al menos dos cambios de aceleración consecutivos dirigidos de forma opuesta puede servir por tanto como alternativa o además a la determinación de la dirección de escritura.

60 En particular, por ejemplo, la determinación de la dirección de escritura puede basarse en la determinación de un perfil de aceleración a lo largo de la dirección axial de un eje, por ejemplo, el eje X, que satisface la al menos una característica de que la diferencia de las amplitudes de (los) al menos dos cambios de aceleración opuestos consecutivos del perfil o perfiles de aceleración es extrema y distinta de cero.

65 En realidad, se encontrará habitualmente una combinación de ambos efectos (asimetría de la distribución temporal de los movimientos musculares y asimetría de las amplitudes), de modo que tanto un desplazamiento de fase como una diferencia de amplitud pueden ser medibles y pueden servir para determinar la dirección de escritura.

Sin embargo, para una determinación precisa de la amplitud, puede requerirse una mayor calidad de los datos del

sensor del sistema de detección de posición inercial porque, por ejemplo, el ruido y una resolución temporal limitada pueden obstaculizar la determinación exacta de la amplitud. Para mejorar la precisión de la medición de amplitud, sería, entre otras cosas, por ejemplo, concebible aumentar el número de mediciones de amplitud y usar diferentes métodos de evaluación estadística.

- 5 En todos los perfiles ilustrados ilustrativos para la posición 405, velocidad 406 y aceleración 407 del lápiz electrónico en la dirección X como una función del tiempo 404 para un patrón de escritura ilustrativo (no mostrado), pueden reconocerse las diferentes amplitudes.
- 10 En el perfil de aceleración 407, por ejemplo, después de un máximo de aceleración (en la dirección axial positiva) con una primera amplitud 414, se produce un primer cambio de aceleración en la dirección axial positiva 408, que después de un primer desfase de tiempo pasa a un segundo cambio de aceleración 410, que alcanza el segundo máximo de aceleración (en la dirección de eje negativa) con una segunda amplitud de cambio de aceleración 415.
- 15 Esto es seguido por otro (tercer) cambio de aceleración en la dirección axial negativa o una sección de cambio de aceleración 427 cuya derivada no es igual a cero y para la cual en cada punto de la sección la aceleración no es igual a cero. En el mismo, el perfil de aceleración alcanza otro (tercer) máximo de aceleración (en la dirección axial negativa) con una tercera amplitud 416.
- 20 Esto es seguido por otro (cuarto) cambio de aceleración 411 en la dirección axial negativa, que después de un (segundo) desfase de tiempo 412, en el que la derivada de la aceleración y el (valor absoluto) de la aceleración es cero, pasa a otro (quinto) cambio de aceleración 413 en la dirección axial positiva y alcanza otro (cuarto) máximo de aceleración 417 (en dirección axial positiva).
- 25 Las diferentes magnitudes o tamaños y la evolución de las amplitudes 414, 415, 416, 417 del perfil de aceleración se encuentran también en las amplitudes 423, 424, 425, 426 y cambios de fuerza o cambios potenciales de activación muscular 419, 420, 428, 421, 422 de los músculos impulsores del perfil de fuerza 418.
- 30 A esto le siguen 4 hojas con las figuras **Figura 1a, 1b, 2a, 2b, 3a, 3b y 4**. Los números de referencia en ella se asignan como se indica a continuación.

- 100** Lápiz electrónico ilustrativo
- 101** (Primer) Cuadrante ilustrativo de un sistema de coordenadas de escritura
- 102** (Segundo) Cuadrante ilustrativo de un sistema de coordenadas de escritura
- 35 **103** (Tercer) Cuadrante ilustrativo de un sistema de coordenadas de escritura
- 104** (Cuarto) Cuadrante ilustrativo de un sistema de coordenadas de escritura
- 105** Eje longitudinal ilustrativo de un lápiz electrónico ilustrativo
- 106** Sustrato de escritura ilustrativo, plano de sustrato de escritura ilustrativo
- 107** Eje X ilustrativo
- 40 **108** Eje Y ilustrativo
- 109** Par ilustrativo {X, Y} de eje X y eje Y, en donde los ejes son ortogonales entre sí
- 110** Perpendicular ilustrativa del eje longitudinal del lápiz electrónico sobre el sustrato de escritura
- 111** Proyección ilustrativa del eje longitudinal del lápiz electrónico sobre el sustrato de escritura/plano de sustrato de escritura
- 45 **112** Ángulo de inclinación ilustrativo entre el eje longitudinal del lápiz electrónico y el sustrato de escritura/plano de sustrato de escritura
- 113** Base/punto de base ilustrativo de la perpendicular
- 114** Punta/punta de escritura/punta de lápiz ilustrativa del lápiz electrónico/punta de mina de escritura ilustrativa
- 115** Punto de contacto/punto de contacto de la punta de lápiz electrónico ilustrativo, origen ilustrativo del sistema de coordenadas de escritura ilustrativo
- 50 **116** Patrón de escritura ilustrativo, texto escrito ilustrativo
- 117** Dirección de escritura ilustrativa
- 118** Cono o superficie cónica ilustrativa, conjunto de posibles ubicaciones o posiciones del lápiz electrónico para un ángulo de inclinación o ángulo de elevación dado
- 55 **200** Patrón estacionario periódico/patrón de escritura/elemento de patrón de escritura ilustrativo en la dirección/orientación del eje Y ilustrativo, operación de escritura ilustrativa
- 201** Punto inicial ilustrativo de un movimiento de escritura ilustrativo, inicio/final ilustrativo de patrón periódico estacionario
- 202** Punto final ilustrativo del movimiento de escritura ilustrativo, final ilustrativo, punto final ilustrativo del patrón periódico estacionario
- 60 **203** Eje Y ilustrativo
- 204** Operación de escritura ilustrativa, movimiento de escritura ilustrativo, proceso de escritura ilustrativo, dirección ilustrativa del movimiento de escritura
- 205** Ordenada ilustrativa, por ejemplo, componente de eje Y de la ubicación/posición del lápiz electrónico como una función de tiempo o fase
- 65 **206** Ordenada ilustrativa, rapidez o velocidad de una/la operación de escritura/movimiento de escritura

- 207 Ordenada ilustrativa, aceleración de una/la operación de escritura/movimiento de escritura
- 208 Ordenada ilustrativa, fuerza/esfuerzo de fuerza de una/la operación de escritura/movimiento de escritura
- 209 Abscisa ilustrativa, por ejemplo, eje de tiempo o ángulo de fase durante un período de 0 a  $2\pi$  de una/la operación de escritura de un lápiz electrónico
- 5 210 Componente de eje Y ilustrativo/componente de eje Y de una señal de ubicación ilustrativa o señal posicional de una/la operación de escritura de lápiz electrónico ilustrativa, perfil de señal de posición ilustrativo de una operación de escritura de lápiz electrónico ilustrativa
- 211 Componente de eje Y ilustrativo/componente de eje Y de una señal de velocidad ilustrativa de una/la operación de escritura de lápiz electrónico ilustrativa, perfil de velocidad ilustrativo de una operación de escritura de lápiz electrónico ilustrativa
- 10 212 Componente de eje Y ilustrativo/componente de eje Y de una señal de aceleración ilustrativa de una/la operación de escritura de lápiz electrónico ilustrativa, perfil de aceleración ilustrativo de una operación de escritura de lápiz electrónico ilustrativa
- 213 Perfil de fuerza o perfil de esfuerzo de fuerza ilustrativo, potencial de activación muscular ilustrativo de los músculos de la mano o de los dedos o del brazo de un usuario cuando realiza una/la operación de escritura de lápiz electrónico ilustrativa
- 15 214 Cambio de aceleración ilustrativo, caída de la aceleración/aumento de la aceleración ilustrativo en dirección de eje positivo/dirección axial positiva
- 215 (Primer) Desfase de tiempo ilustrativo/lapso de tiempo ilustrativo entre un (primer) par de cambios de aceleración opuestos consecutivos
- 20 216 Cambio de aceleración ilustrativo, caída de la aceleración/aumento de la aceleración ilustrativo en dirección de eje negativa/dirección axial negativa
- 217 Cambio de aceleración ilustrativo, caída de la aceleración/aumento de la aceleración ilustrativo en dirección de eje negativa/dirección axial negativa
- 25 218 (Segundo) Desfase de tiempo ilustrativo/lapso de tiempo ilustrativo entre un (segundo) par de cambios de aceleración opuestos consecutivos
- 219 Cambio de aceleración ilustrativo, caída de la aceleración/aumento de la aceleración ilustrativo en dirección de eje positivo/dirección axial positiva
- 30 220 (Primera) Aceleración máxima ilustrativa (en dirección de eje positiva) o (primera) meseta de aceleración máxima (en dirección de eje positiva)
- 221 (Segunda) Aceleración máxima ilustrativa (en dirección de eje negativa) o (segunda) meseta de aceleración máxima (en dirección de eje negativa)
- 222 (Tercera) Aceleración máxima ilustrativa (en dirección de eje positiva) o (tercera) meseta de aceleración máxima (en dirección de eje positiva)
- 35 223 (Primer) Cambio de fuerza o cambio de esfuerzo de fuerza ilustrativo, cambio potencial de activación muscular del músculo impulsor (agonista)
- 224 (Segundo) Cambio de fuerza o cambio de esfuerzo de fuerza ilustrativo, cambio potencial de activación muscular del músculo inhibidor (antagonista)
- 40 225 (Tercer) Cambio de fuerza o cambio de esfuerzo de fuerza ilustrativo, cambio potencial de activación muscular del músculo impulsor (agonista)
- 226 (Cuarto) Cambio de fuerza o cambio de esfuerzo de fuerza ilustrativo, cambio potencial de activación muscular del músculo inhibidor (antagonista)
- 300 Patrón periódico de traslación/patrón de escritura/elemento de patrón de escritura ilustrativo en la dirección de eje X ilustrativa, operación de escritura ilustrativa
- 45 301 Punto inicial ilustrativo de un movimiento de escritura ilustrativo, comienzo/inicio ilustrativo del patrón periódico de traslación
- 302 Punto final ilustrativo de un movimiento de escritura ilustrativo, final ilustrativo, punto final ilustrativo del patrón periódico de traslación
- 50 303 Eje X ilustrativo
- 304 Operación de escritura/proceso de escritura ilustrativo, movimiento de escritura ilustrativo, dirección ilustrativa del movimiento de escritura/dirección de escritura
- 305 Ordenada ilustrativa, componente de eje X ilustrativo de la ubicación/posición del lápiz electrónico como una función de tiempo o de fase
- 306 Ordenada ilustrativa, velocidad de una/la operación de escritura
- 55 307 Ordenada ilustrativa, aceleración de una/la operación de escritura
- 308 Ordenada ilustrativa, fuerza o esfuerzo de fuerza de una/la operación de escritura
- 309 Abscisa ilustrativa, por ejemplo, eje de tiempo o ángulo de fase durante un período de 0 a  $2\pi$  de una/la operación de escritura de un lápiz electrónico
- 60 310 Componente de eje X ilustrativo/componente de eje X de una señal de ubicación ilustrativa o señal posicional de una/la operación de escritura de lápiz electrónico ilustrativa, perfil de señal de posición ilustrativo de una operación de escritura de lápiz electrónico ilustrativa
- 311 Componente de eje X ilustrativo/componente de eje X de una señal de velocidad ilustrativa de una/la operación de escritura de lápiz electrónico ilustrativa, perfil de velocidad ilustrativo de una operación de escritura de lápiz electrónico ilustrativa
- 65 312 Componente de eje X ilustrativo/componente de eje X de una señal de aceleración ilustrativa de una/la operación de escritura de lápiz electrónico ilustrativo, perfil de aceleración ilustrativo de una operación de

- escritura de lápiz electrónico ilustrativa
- 5 **313** Perfil de fuerza o perfil de esfuerzo de fuerza ilustrativo, potencial de activación muscular ilustrativo de los músculos de la mano o de los dedos o del brazo de un usuario cuando realiza una/la operación de escritura de lápiz electrónico ilustrativa
- 314** Cambio de aceleración ilustrativo, caída de la aceleración/aumento de la aceleración ilustrativo en dirección de eje positivo/dirección axial positiva
- 315** (Primer) Desfase de tiempo ilustrativo/lapso de tiempo ilustrativo entre un (primer) par de cambios de aceleración opuestos consecutivos
- 10 **316** Cambio de aceleración ilustrativo, caída de la aceleración/aumento de la aceleración ilustrativo en dirección de eje negativa/dirección axial negativa
- 317** Cambio de aceleración ilustrativo, caída de la aceleración/aumento de la aceleración ilustrativo en dirección de eje negativa/dirección axial negativa
- 318** (Segundo) Desfase de tiempo ilustrativo/lapso de tiempo ilustrativo entre un (segundo) par de cambios de aceleración opuestos consecutivos
- 15 **319** Cambio de aceleración ilustrativo, caída de la aceleración/aumento de la aceleración ilustrativo en dirección de eje positivo/dirección axial positiva
- 320** (Primera) Aceleración máxima ilustrativa (en dirección de eje positiva) o (primera) meseta de aceleración máxima (en dirección de eje positiva)
- 20 **321** (Segunda) Aceleración máxima ilustrativa (en dirección de eje negativa) o (segunda) meseta de aceleración máxima (en dirección de eje negativa)
- 322** (Tercera) Aceleración máxima ilustrativa (en dirección de eje positiva) o (tercera) meseta de aceleración máxima (en dirección de eje positiva)
- 323** (Primer) Cambio de fuerza o cambio de esfuerzo de fuerza ilustrativo, cambio potencial de activación muscular del músculo impulsor (agonista)
- 25 **324** (Segundo) Cambio de fuerza o cambio de esfuerzo de fuerza ilustrativo, cambio potencial de activación muscular del músculo inhibidor (antagonista)
- 325** (Tercer) Cambio de fuerza o cambio de esfuerzo de fuerza ilustrativo, cambio potencial de activación muscular del músculo impulsor (agonista)
- 326** (Cuarto) Cambio de fuerza o cambio de esfuerzo de fuerza ilustrativo, cambio potencial de activación muscular del músculo inhibidor (antagonista)
- 30 **400** Ordenada ilustrativa, componente de eje X ilustrativo de la ubicación/posición del lápiz electrónico como una función de tiempo o de fase
- 401** Ordenada ilustrativa, velocidad de una/la operación de escritura
- 402** Ordenada ilustrativa, aceleración de una/la operación de escritura
- 35 **403** Ordenada ilustrativa, fuerza o esfuerzo de fuerza de una/la operación de escritura
- 404** Abscisa ilustrativa, por ejemplo, eje de tiempo o ángulo de fase durante un período de 0 a  $2\pi$  de una/la operación de escritura de un lápiz electrónico
- 405** Componente de eje X ilustrativo/componente de eje X de una señal de ubicación ilustrativa o señal posicional de una/la operación de escritura de lápiz electrónico ilustrativa, perfil de señal de posición ilustrativo de una operación de escritura de lápiz electrónico ilustrativa
- 40 **406** Componente de eje X ilustrativo/componente de eje X de una señal de velocidad ilustrativa de una/la operación de escritura de lápiz electrónico ilustrativa, perfil de velocidad ilustrativo de una operación de escritura de lápiz electrónico ilustrativa
- 407** Componente de eje X ilustrativo/componente de eje X de una señal de aceleración ilustrativa de una/la operación de escritura de lápiz electrónico ilustrativo, perfil de aceleración ilustrativo de una operación de escritura de lápiz electrónico ilustrativa
- 45 **408** Cambio de aceleración ilustrativo, caída de la aceleración/aumento de la aceleración ilustrativo en dirección de eje positivo/dirección axial positiva
- 409** (Primer) Desfase de tiempo ilustrativo/lapso de tiempo ilustrativo entre un (primer) par de cambios de aceleración opuestos consecutivos
- 50 **410** Cambio de aceleración ilustrativo, caída de la aceleración/aumento de la aceleración ilustrativo en dirección de eje negativa/dirección axial negativa
- 411** Cambio de aceleración ilustrativo, caída de la aceleración/aumento de la aceleración ilustrativo en dirección de eje negativa/dirección axial negativa
- 55 **412** (Segundo) Desfase de tiempo ilustrativo/lapso de tiempo ilustrativo entre un (segundo) par de cambios de aceleración opuestos consecutivos
- 413** Cambio de aceleración ilustrativo, caída de la aceleración/aumento de la aceleración ilustrativo en dirección de eje positivo/dirección axial positiva
- 60 **414** (Primera) Aceleración máxima ilustrativa (en dirección de eje positiva) o (primera) meseta de aceleración máxima (en dirección de eje positiva) con una primera amplitud
- 415** (Segunda) Aceleración máxima ilustrativa (en dirección de eje negativa) o (segunda) meseta de aceleración máxima (en dirección de eje negativa) con una segunda amplitud
- 416** (Tercera) Aceleración máxima ilustrativa (en dirección de eje negativa) o (tercera) meseta de aceleración máxima (en dirección de eje negativa) con una tercera amplitud
- 65 **417** (Cuarta) Aceleración máxima ilustrativa (en dirección de eje positiva) o (cuarta) meseta de aceleración máxima (en dirección de eje positiva) con una cuarta amplitud

- 5 **418** Perfil de fuerza o perfil de esfuerzo de fuerza ilustrativo, potencial de activación muscular ilustrativo de los músculos de la mano o de los dedos o del brazo de un usuario cuando realiza una/la operación de escritura de lápiz electrónico ilustrativa
- 419** (Primer) Cambio de fuerza o cambio de esfuerzo de fuerza ilustrativo, cambio potencial de activación muscular del músculo impulsor (agonista)
- 420** (Segundo) Cambio de fuerza o cambio de esfuerzo de fuerza ilustrativo, cambio potencial de activación muscular del músculo inhibidor (antagonista)
- 421** (Tercer) Cambio de fuerza o cambio de esfuerzo de fuerza ilustrativo, cambio potencial de activación muscular del músculo impulsor (agonista)
- 10 **422** (Cuarto) Cambio de fuerza o cambio de esfuerzo de fuerza ilustrativo, cambio potencial de activación muscular del músculo inhibidor (antagonista)
- 423** (Primera) Amplitud ilustrativa
- 424** (Segunda) Amplitud ilustrativa
- 425** (Tercera) Amplitud ilustrativa
- 15 **426** (Cuarta) Amplitud ilustrativa
- 427** Sección ilustrativa del perfil de aceleración ilustrativo a lo largo de la cual la derivada es distinta de cero y donde en cualquier punto de la sección, la aceleración no es igual a cero, cambio de aceleración ilustrativo
- 428** Sección ilustrativa del perfil de fuerza/perfil de esfuerzo de fuerza ilustrativo a lo largo de la cual la derivada no es igual a cero y en donde en cada punto de la sección de la fuerza no es igual a cero
- 20

## REIVINDICACIONES

1. Lápiz electrónico (100) con detección de posición de lápiz, que comprende al menos una mina de escritura, al menos una fuente de tensión eléctrica, al menos una unidad de procesamiento digital, al menos un módulo de transferencia de datos y un sistema de sensores de detección de posición inercial para determinar la ubicación y el movimiento del lápiz electrónico (100), en donde el lápiz electrónico (100) está configurado para una especificación inicial de un sistema de coordenadas de escritura con dos ejes X, Y (107, 108) que son ortogonales entre sí en un sustrato de escritura bidimensional (106) y con un eje Z que es perpendicular al sustrato de escritura bidimensional, en donde el sistema de sensores de detección de posición inercial está configurado para la determinación de aceleraciones y perfiles de aceleración del lápiz electrónico a lo largo del eje X (107) y a lo largo del eje Y (108) para una pluralidad de pares de diferentes orientaciones de eje del eje X y del eje Y en el sustrato de escritura (106), de modo que para cada par de orientaciones de eje, la orientación de eje del eje X (107) y la orientación de eje del eje Y (108) son ortogonales entre sí, y en donde la unidad de procesamiento digital está configurada para determinar una dirección de escritura, siendo dicha dirección de escritura una línea que conecta diferentes patrones de escritura consecutivos, basándose en la determinación de al menos una propiedad característica de los perfiles de aceleración (312) determinada mediante el sistema de sensores de detección de posición inercial, y caracterizado porque la determinación de dicha al menos una propiedad característica de los perfiles de aceleración (312) determinados comprende:
- la determinación de al menos dos desfases de tiempo (315, 318) entre al menos dos pares de cambios de aceleración consecutivos y opuestos de los perfiles de aceleración para una orientación dada del eje X y una orientación dada del eje Y a partir de la pluralidad de pares de diferentes orientaciones de eje del eje X y del eje Y, y la unidad de procesamiento digital está configurada para determinar el par de orientación del eje X y orientación del eje Y para el que el perfil de aceleración determinado (312) a lo largo de un eje, por ejemplo, el eje X, tiene la propiedad característica, que los desfases temporales (315, 318) son extremos, por ejemplo, mínimos y/o máximos, y diferentes entre sí, y/o la determinación de las amplitudes de aceleración (414, 415, 416, 417) de al menos dos cambios de aceleración consecutivos y opuestos del perfil de aceleración (407) para una orientación dada del eje X y una orientación dada del eje Y de la pluralidad de pares de orientaciones del eje X y del eje Y, y en donde la unidad de procesamiento digital está configurada para determinar el par de orientación del eje X y orientación del eje Y para el que el perfil de aceleración determinado (407) a lo largo de un eje, por ejemplo, el eje X, tiene la propiedad característica, que la diferencia de las amplitudes de aceleración de los al menos dos cambios de aceleración consecutivos y opuestos del perfil de aceleración son extremas y diferentes de cero.
2. Lápiz electrónico (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad de procesamiento digital está configurada para determinar el desfase de tiempo (315, 318) entre un par de cambios de aceleración consecutivos y opuestos para una orientación dada del eje X y una orientación dada del eje Y, basándose en la primera derivada de las aceleraciones y los perfiles de aceleración determinados.
3. Lápiz electrónico (100) de acuerdo con la reivindicación anterior, en donde la unidad de procesamiento digital está configurada para determinar el desfase de tiempo (315, 318) entre un par de cambios de aceleración consecutivos y opuestos (314, 316, 317, 319) para una orientación dada del eje X y una orientación dada del eje Y a partir del intervalo de tiempo, para el que la primera derivada de las aceleraciones determinadas y el valor absoluto de las aceleraciones determinadas es igual a cero o casi igual a cero.
4. Lápiz electrónico (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde la unidad de procesamiento digital está configurada para efectuar una comparación de un perfil de aceleración determinado mediante el sistema de sensores de detección de posición inercial con un perfil de aceleración predeterminado para determinar el par de orientación del eje X y orientación del eje Y, para el que el perfil de aceleración determinado a lo largo de un eje, por ejemplo, el eje X, tiene la propiedad característica adicional, que el perfil de aceleración determinado corresponde al perfil de aceleración predeterminado.
5. Lápiz electrónico (100) de acuerdo con la reivindicación anterior, en donde el perfil de aceleración predeterminado está definido por un patrón de escritura traslacional (300), por ejemplo, por una palabra predeterminada y/o por un patrón periódico de traslación predeterminado, por ejemplo, una guirnalda.
6. Lápiz electrónico (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde el lápiz electrónico (100) está configurado para una especificación inicial de un sistema de coordenadas de escritura con dos ejes X, Y (107, 108) ortogonales entre sí en un sustrato de escritura bidimensional (106) y con un eje Z que es perpendicular al sustrato de escritura bidimensional, y en donde dicha especificación inicial de un sistema de coordenadas de escritura con dos ejes que son ortogonales entre sí y con un eje Z, tiene en cuenta una, alguna o todas las siguientes suposiciones: el eje longitudinal (105) del lápiz electrónico (100) no está paralelo a la dirección de la gravedad, la superficie del sustrato de escritura (106) está orientada ortogonal a la dirección de la gravedad, el usuario del lápiz electrónico es diestro y/o zurdo, la dirección de escritura es paralela a un borde del sustrato de escritura, la dirección de escritura desde la perspectiva del usuario es de izquierda a derecha o de derecha a izquierda o de arriba a abajo.

7. Un método para la determinación de la dirección de escritura de un lápiz electrónico (100) durante la escritura en un sustrato de escritura bidimensional (106), siendo dicha dirección de escritura una línea que conecta diferentes patrones de escritura consecutivos, de modo que el lápiz electrónico (100) comprende una mina de escritura, al menos una fuente de tensión eléctrica, al menos una unidad de procesamiento digital, al menos un módulo de transferencia de datos y un sistema de sensores de detección de posición inercial para determinar la ubicación y el movimiento del lápiz electrónico, y en donde el método comprende las siguientes etapas:
- 5 una especificación inicial de un sistema de coordenadas de escritura con dos ejes X, Y (107, 108) que son ortogonales entre sí en un sustrato de escritura bidimensional (106) y con un eje Z que es perpendicular al sustrato de escritura bidimensional,
- 10 una determinación de aceleraciones y perfiles de aceleración (312) del lápiz electrónico a lo largo del eje X (107) y a lo largo del eje Y (108) para una pluralidad de pares de diferentes orientaciones de eje del eje X y del eje Y en el sustrato de escritura, de modo que para cada par de orientaciones de eje, la orientación de eje del eje X (107) y la orientación de eje del eje Y (108) son ortogonales entre sí, y
- 15 una determinación de la dirección de escritura basándose en la determinación de al menos una propiedad característica de los perfiles de aceleración determinados, y caracterizada por que dicha determinación de dicha al menos una propiedad característica de los perfiles de aceleración (312) determinados comprende:
- 20 la determinación de al menos dos desfases de tiempo entre al menos dos pares de cambios de aceleración consecutivos y opuestos de los perfiles de aceleración (312) para una orientación dada del eje X y una orientación dada del eje Y a partir de la pluralidad de pares de diferentes orientaciones de eje del eje X y del eje Y, y en donde la determinación de la dirección de escritura, basándose en la determinación de la propiedad característica de un perfil de aceleración determinado, comprende una determinación del par de orientación del eje X y orientación del eje Y para el cual el perfil de aceleración determinado (312) a lo largo de un eje, por ejemplo, el eje X, tiene la propiedad característica, que los desfases temporales (315, 318) son extremos, por ejemplo, mínimos y/o máximos, y diferentes entre sí,
- 25 y/o
- 30 la determinación de las amplitudes de aceleración (414, 415, 416, 417) de al menos dos cambios de aceleración consecutivos y opuestos del perfil de aceleración (407) para una orientación dada del eje X y una orientación dada del eje Y de la pluralidad de pares de orientaciones del eje X y del eje Y, y en donde la unidad de procesamiento digital está configurada para determinar el par de orientación del eje X y orientación del eje Y para el que el perfil de aceleración determinado (407) a lo largo de un eje, por ejemplo, el eje X, tiene la propiedad característica, que la diferencia de las amplitudes de aceleración de los al menos dos cambios de aceleración consecutivos y opuestos del perfil de aceleración son extremas y diferentes de cero.
- 35
8. Método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde
- 40 el desfase de tiempo entre un par de cambios de aceleración consecutivos y opuestos para una orientación dada del eje X y una orientación dada del eje Y se determina basándose en la primera derivada de las aceleraciones y perfiles de aceleración (312) determinados.
9. Método de acuerdo con la reivindicación anterior, en donde el desfase de tiempo (315, 318) entre un par de cambios de aceleración consecutivos y opuestos para una orientación dada del eje X y una orientación dada del eje Y se determina a partir del intervalo de tiempo, para el que la primera derivada de las aceleraciones determinadas y el valor absoluto de las aceleraciones determinadas es igual a cero o casi igual a cero.
- 45
10. Método de acuerdo con las reivindicaciones 7-9, que comprende una comparación de un perfil de aceleración (312) determinado mediante el sistema de sensores de detección de posición inercial con un perfil de aceleración predeterminado para determinar el par de orientación del eje X y orientación del eje Y, para el que el perfil de aceleración determinado a lo largo de un eje, por ejemplo, el eje X, tiene la propiedad característica adicional, que el perfil de aceleración determinado corresponde al perfil de aceleración predeterminado.
- 50
11. Método de acuerdo con la reivindicación anterior, en donde el perfil de aceleración predeterminado está definido por un patrón de escritura traslacional (300), por ejemplo, mediante una palabra predeterminada y/o mediante un patrón traslacional predeterminado, por ejemplo, una guirnalda.
- 55

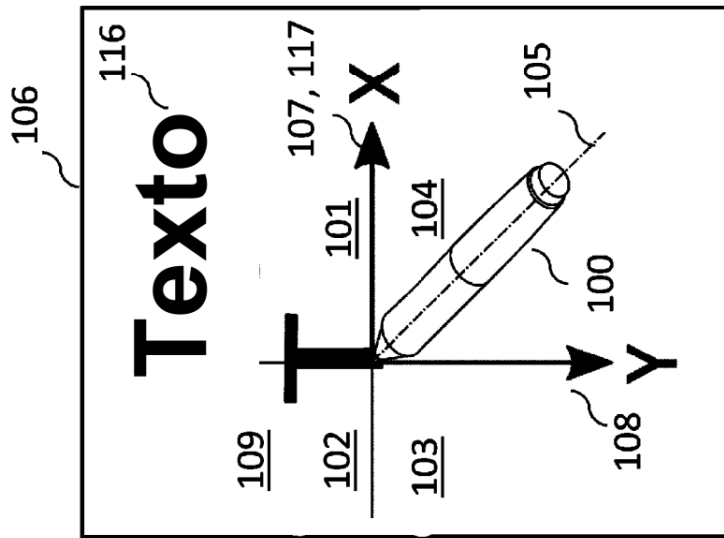


FIG. 1a

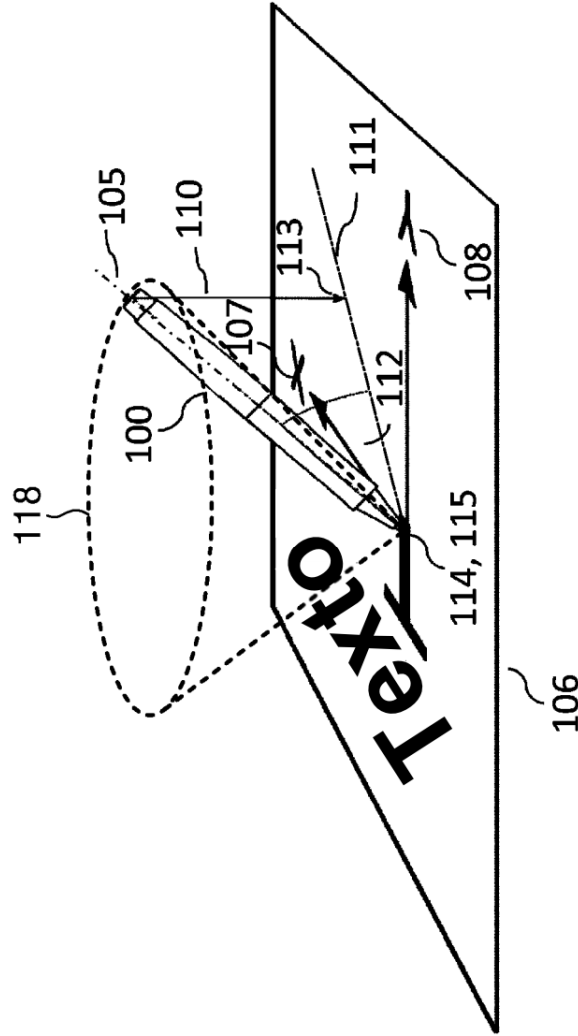


FIG. 1b

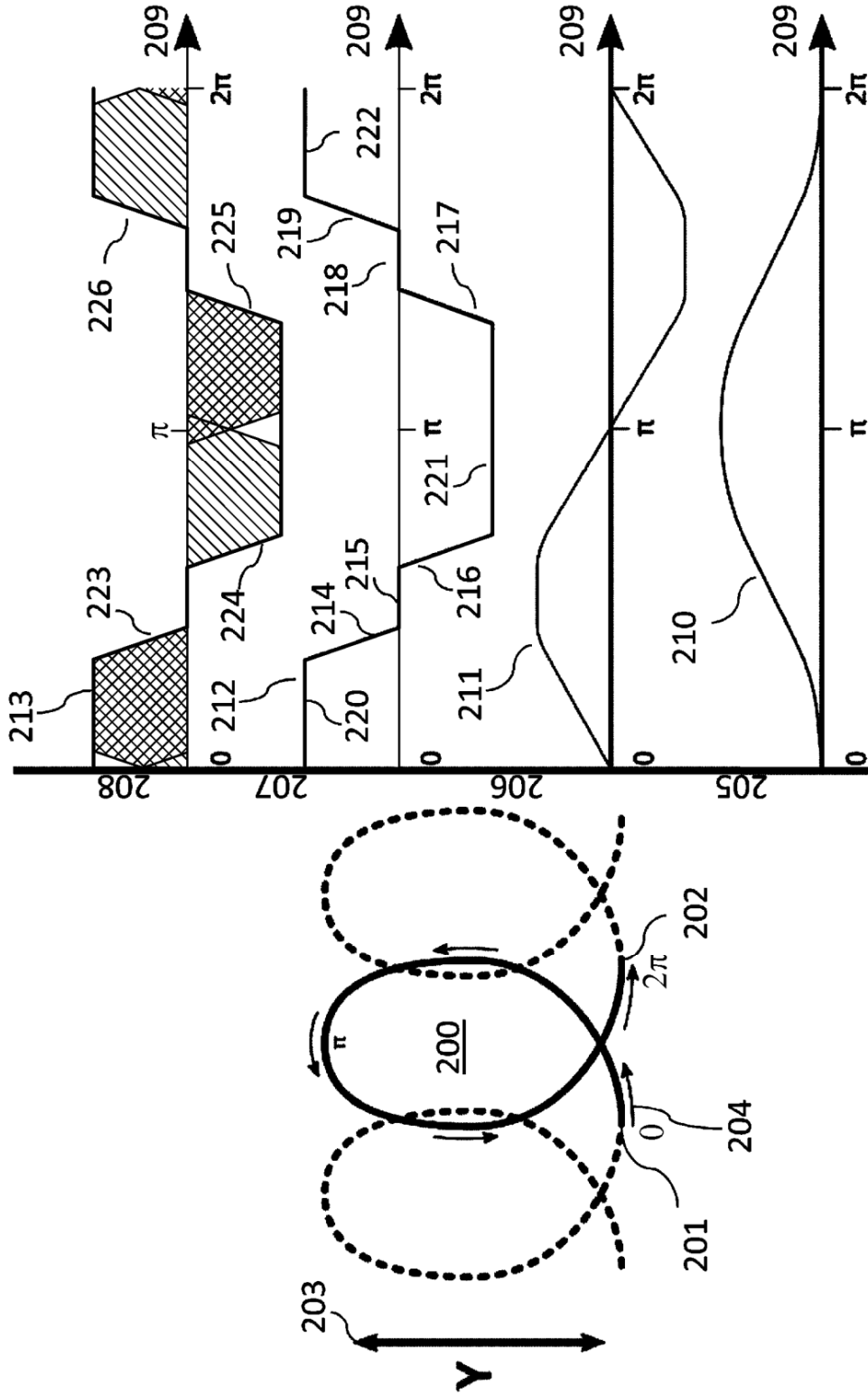


FIG. 2a

FIG. 2b

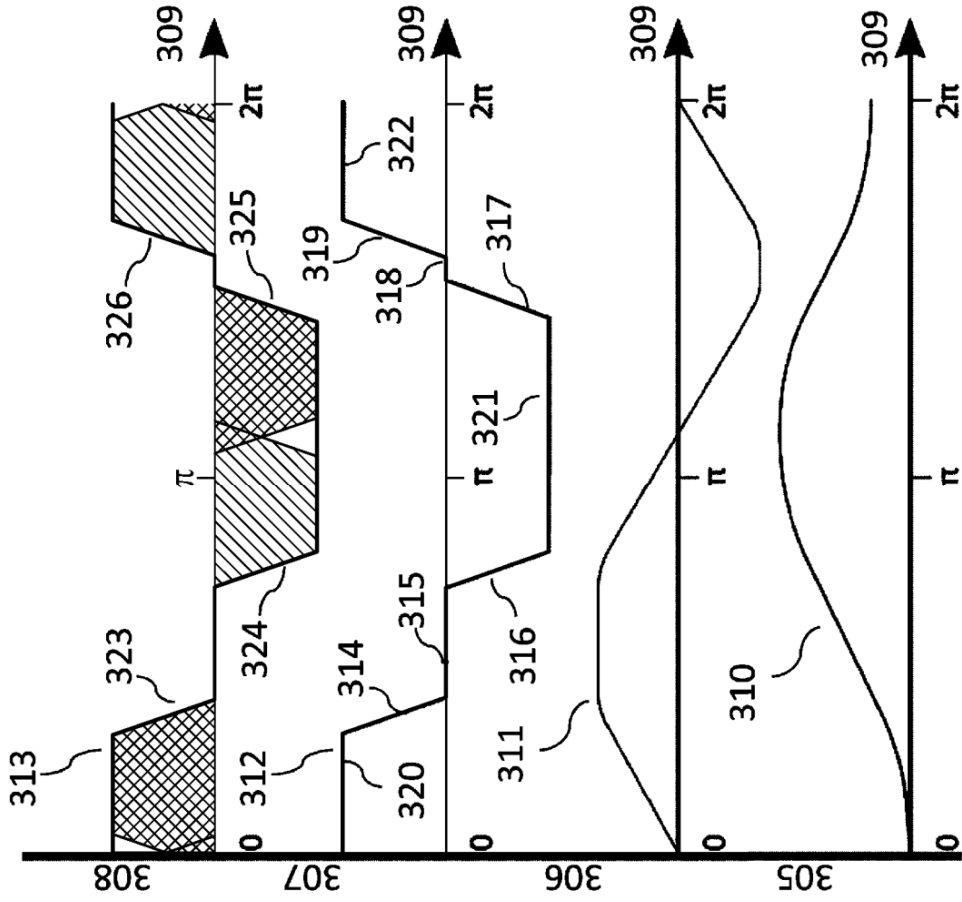


FIG. 3b

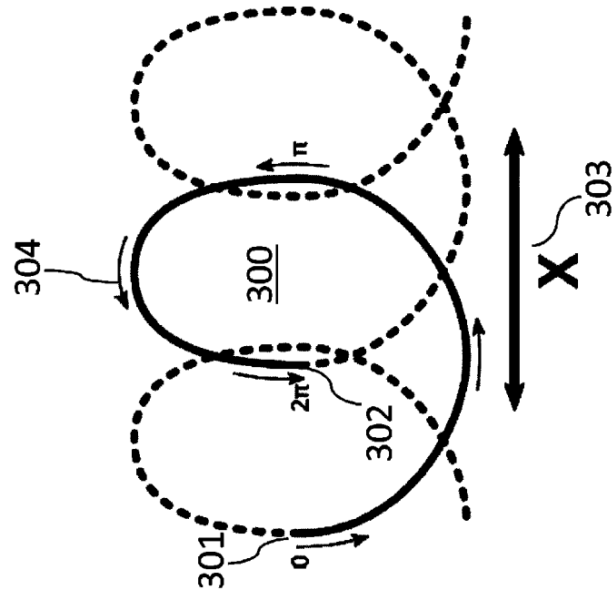


FIG. 3a

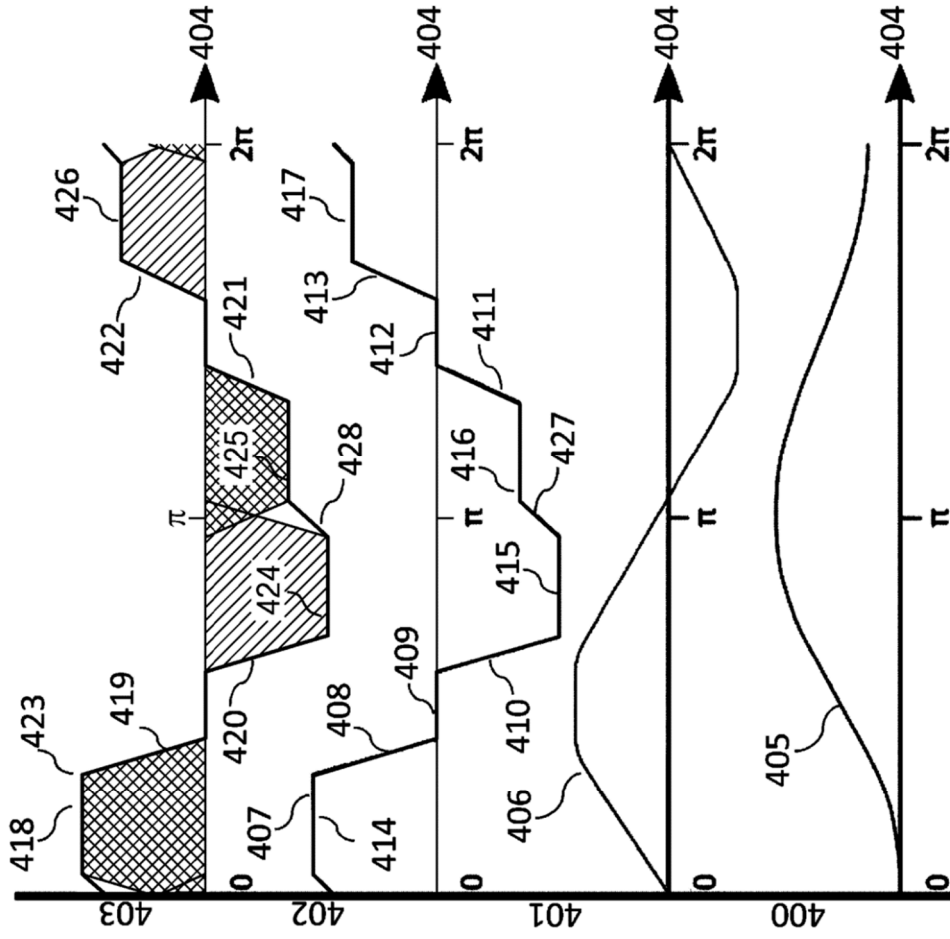


FIG. 4