

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 099**

51 Int. Cl.:

**G06F 3/038** (2013.01)

**G06F 3/0354** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.05.2015 PCT/EP2015/060785**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.11.2015 WO15173408**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2015 E 15727895 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019 EP 3143480**

54 Título: **Bolígrafo electrónico que implementa compensación de desvío de sensor**

30 Prioridad:

**15.05.2014 DE 102014106839**

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

**19.03.2020**

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 2 749 099 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**

Bolígrafo electrónico que implementa compensación de desvío de sensor

**5 Técnica anterior**

La invención se refiere un método para detectar y evaluar patrones de movimiento y posiciones de bolígrafo de un bolígrafo electrónico del tipo indicado en la reivindicación de patente 1, así como un bolígrafo electrónico del tipo indicado en la reivindicación de patente 10 y un sistema de acuerdo con la reivindicación de patente 11.

10 Para detectar movimientos de un bolígrafo electrónico por medio de sistemas de medición inercial, tales como sensores de aceleración o sensores de tasa de rotación, los datos de dichos sensores deben integrarse una vez y/o dos veces para obtener una señal de velocidad (primera integración) o una señal de localización (segunda integración) del bolígrafo electrónico. Errores menores en las mediciones de procesos de aceleración y/o  
15 velocidades angulares por medio de los sensores de medición inercial del bolígrafo electrónico pueden conducir a errores de determinación de velocidad mayores durante la primera integración, que puede a su vez conducir a errores incluso más graves en la señal de localización después de la integración de la señal de velocidad.

20 Posibles fuentes de error pueden comprender de esta manera, entre otras cosas y además de las imprecisiones inherentes de métodos de integración numéricos, imprecisiones de conversiones de analógico a digital de señales de sensor de medición, errores de punto cero, por ejemplo, debido a desvío de temperatura, interferencias coincidentes o componentes de ruido inherentes al sistema.

25 Como, por ejemplo, una nueva posición del bolígrafo electrónico se determina basándose en una posición predeterminada, los errores con respecto a determinación de velocidad y posicionamiento del bolígrafo electrónico pueden acumularse adicionalmente y conducir a un denominado desvío indeseado de la señal de movimiento del bolígrafo electrónico.

30 Las técnicas conocidas para compensar un desvío indeseado en una señal de movimiento de un bolígrafo electrónico puede hallarse, entre otros en los documentos US 2004/0140962 A1 y US 2006/0279549 A1.

Tarea

35 Por lo tanto, el fin de la invención consiste en mejorar un bolígrafo electrónico, especialmente con respecto al nivel de precisión al detectar movimientos del bolígrafo electrónico.

Solución

40 Esto se consigue, de acuerdo con la invención, por un método para detectar y evaluar patrones de movimiento y posiciones de bolígrafo de un bolígrafo electrónico del tipo indicado en la reivindicación de patente 1, así como un bolígrafo electrónico del tipo indicado en la reivindicación de patente 10 y un sistema de acuerdo con la reivindicación de patente 11.

45 Las variantes y mejoras de diseño preferidas son el objeto de las reivindicaciones dependientes.

Para detectar la posición de la punta y/o punta de varilla de escritura de un bolígrafo electrónico, el bolígrafo puede estar equipado con una tecnología de sensor de medición inercial y el movimiento puede reconstruirse a través de la integración de los datos de medición de dicha tecnología de sensor.

50 Un método de acuerdo con la invención para detectar y evaluar patrones de movimiento y posiciones de bolígrafo de un bolígrafo electrónico con sensores de medición inercial durante la escritura de un sustrato de escritura bidimensional puede comprender de esta manera las siguientes etapas:

55 una especificación inicial de dos ejes X, Y, que son ortogonales entre sí en el sustrato de escritura, y un eje Z que es perpendicular al sustrato de escritura bidimensional, mediante el cual el eje X puede definir una y/o la dirección de escritura predominante, así como

una compensación de desvío indeseado en la señal de posición de bolígrafo del bolígrafo electrónico que va a emitirse, que comprende:

60 un proceso de media móvil durante un intervalo de tiempo predefinido y con una frecuencia predefinida de los movimientos de bolígrafo y/o posiciones de bolígrafo, determinado por los sensores de medición inercial durante la escritura basándose en la integración de los datos de sensor, a lo largo de ambos de dichos ejes X, Y que son ortogonales entre sí,

65 y una comparación periódica adicional de valores de media móvil actualmente determinados con valores promedio iniciales y/o con valores de media móvil previamente definidos, y resta de desviaciones que surgen durante dicha comparación entre valores de media móvil actualmente determinados y valores promedio

iniciales y/o desviaciones entre valores de media móvil actualmente determinados y valores de media móvil previamente determinados, de una señal de posición de bolígrafo que va a emitirse,

5 y una configuración de manera que los datos de sensor se resuelven con un filtro paso alto y un filtro paso bajo alrededor de las frecuencias por encima y por debajo de la frecuencia de movimiento de escritura del usuario antes de la integración de los datos de sensor para la determinación de una señal de localización del bolígrafo electrónico y la extracción de su movimiento en la dirección de escritura.

10 Los ejes X, Y localizados en el plano de sustrato de escritura y el eje Z que es perpendicular al plano de sustrato de escritura pueden definir también un sistema de coordenadas de referencia X, Y, Z para el bolígrafo electrónico.

15 Los valores promedio actualmente determinados de la señal de posición de bolígrafo a lo largo de ambos de dichos ejes X, Y que son ortogonales entre sí pueden compararse por lo tanto de manera consecutiva con valores promedio previamente determinados de la señal de posición de bolígrafo y/o valores promedio iniciales esperados que pueden predeterminarse.

En este contexto, deberá indicarse que el concepto de una señal de posición de bolígrafo puede comprender tanto señales de localización así como señales de movimiento y/o aceleración del bolígrafo electrónico.

20 En otras palabras, las desviaciones del movimiento de escritura recientemente identificado, especialmente desviaciones de la dirección de movimiento de escritura identificado, de un - basándose en valores promedio previamente identificados o predeterminados de las señales de posición de bolígrafo - movimiento postulado y/o direcciones de movimiento de escritura postulado, pueden interpretarse ventajosamente de esta manera como una desviación y restarse de la señal de posición de bolígrafo determinada, es decir, por ejemplo, un valor de localización determinado, antes de la emisión de la señal de posición de bolígrafo, es decir, por ejemplo, de la señal de localización, por ejemplo en una unidad de visualización gráfica.

30 Los datos de sensor de los sensores de medición pueden transformarse de esta manera en el sistema de coordenadas X, Y determinado inicialmente del plano de sustrato de escritura, preferentemente antes de la integración, para determinar los movimientos de bolígrafo en el sustrato de escritura.

35 También, para aumentar la precisión de la determinación de los movimientos de bolígrafo, la aceleración gravitacional puede restarse, por ejemplo, de los datos de sensor, especialmente de los datos de sensor de aceleración, antes de la integración de los datos de sensor de los sensores de medición.

Por lo tanto, preferentemente puede tenerse en cuenta la orientación de los sensores de medición a la dirección de la fuerza gravitacional, determinada, por ejemplo, por sensores de campo magnético y tasa de rotación así como procesos de fusión de sensor.

40 El intervalo de tiempo del proceso de media móvil a través de los movimientos de bolígrafo determinados de los datos de sensor a través de integración pueden ser, por ejemplo, mayor que 1 s, 2 s o 5 s.

45 Los sensores de medición inercial y otros sensores potenciales (tal como el sensor de presión de fuerza de escritura, sensor de campo magnético, sensor de tasa de rotación, etc.) pueden, por ejemplo, registrar datos de medición al menos cada 50 ms durante el uso del bolígrafo electrónico para asegurar que la frecuencia de muestreo es superior a la frecuencia de movimiento de escritura o frecuencia natural (por ejemplo de 3 Hz a 7 Hz) de la mano del usuario de escritura, para poder registrar todos los movimientos de la mano y/o del bolígrafo electrónico con suficiente precisión.

50 En otras palabras, la frecuencia de muestreo puede ser igual o superior a la frecuencia de muestreo mínima determinada por el teorema de Nyquist-Shannon.

55 Dependiendo del modo de operación del bolígrafo electrónico, pueden tener lugar diferentes inicializaciones del sistema de coordenadas usadas para evaluar las posiciones de bolígrafo. Aunque puede ser útil conocer la posición absoluta del bolígrafo electrónico en el sustrato de escritura (y/o la posición relativa en relación con puntos de referencia en el sustrato de escritura, por ejemplo papel) para un dibujo, un reconocimiento de carácter, por ejemplo, puede ser posible solamente basándose en el proceso de movimiento dinámico del mismo bolígrafo electrónico.

60 Una especificación inicial de dos ejes, por ejemplo dicho eje X y dicho eje Y, que son ortogonales entre sí en el sustrato de escritura, puede especificarse como una función del ángulo de elevación o ángulo de inclinación y del eje longitudinal del bolígrafo electrónico en relación con el sustrato de escritura y/o como una función de un ángulo acimutal  $\epsilon$  del eje longitudinal del bolígrafo electrónico o de una proyección del eje longitudinal del bolígrafo electrónico.

65 Por ejemplo, el ángulo acimutal  $\epsilon$  puede definirse para una postura de escritura típica como el ángulo entre el eje X del sistema de coordenadas a determinarse y la línea de intersección de un plano, que se forma por el eje del

bolígrafo longitudinal y una línea perpendicular del sustrato de escritura, con el plano de sustrato de escritura.

5 A continuación, puede determinarse un segundo eje de coordenadas en el sustrato de escritura basándose en un primer eje de coordenadas predeterminado en el sustrato de escritura mediante la posición ortogonal requerida, mediante la cual puede determinarse opcionalmente un sistema de coordenadas a la izquierda o a la derecha.

En el inicio del proceso de grabación de los datos de posición del bolígrafo, el ángulo acimutal  $\epsilon$  puede suponerse que tiene un valor fijo que puede derivarse, por ejemplo, de datos empíricos.

10 Por ejemplo un ángulo de  $+30^\circ \pm 10^\circ$  puede establecerse, por ejemplo, como un valor inicial preferido del ángulo acimutal  $\epsilon$ .

15 Si se define una dirección de escritura predominante como una dirección X y la dirección que es perpendicular a ella en el plano de hoja como una dirección Y, puede suponerse un movimiento constante promediado en la dirección X y pequeñas oscilaciones temporales en la dirección X e Y.

20 En este punto puede suponerse que las velocidades de la punta de varilla de escritura son, por ejemplo, aproximadamente  $1,0 \pm 0,5$  m/s y que oscilan a la frecuencia de movimiento de escritura típica entre 3 y 7 Hz. La velocidad de escritura promediada o esperada en la dirección X puede radicar por lo tanto en  $1,0 \pm 0,5$  m/s y la velocidad de escritura promediada en la dirección Y puede radicar en 0 m/s.

En caso de que se supere dicha velocidad de varilla de escritura, un desvío en los sensores de medición puede ser la causa.

25 Puede conseguirse una corrección y/o compensación de un desvío, entre otras cosas, mediante una comprobación de plausibilidad de la posición de la punta de varilla de escritura. Si, por ejemplo, la punta de varilla de escritura se sitúa por debajo del eje X (es decir por debajo de la dirección de escritura), puede suponerse que el siguiente movimiento será hacia arriba y que la señal de posición puede corregirse, por ejemplo, con una rampa que fuerza este resultado.

30 Lo mismo se aplica para la señal de la posición X: si se adelanta o queda detrás del valor esperado demasiado tiempo, puede corregirse con una rampa también.

35 Como la vista del escritor en general se dirige al sustrato de escritura y no, por ejemplo, a la unidad de visualización durante la escritura, normalmente hay disponibles unos pocos segundos para corregir el texto escrito.

40 Por lo tanto, es posible, por ejemplo, distorsionar y/o corregir las últimas letras escritas con (por ejemplo aumentando cuadráticamente) rampas (síncronas a desplazamientos de punto cero de los resultados de integración de la señal de posición de bolígrafo) sin percibirse por el escritor.

45 En el curso posterior, puede monitorizarse, elaborarse y adaptarse adicionalmente el ángulo acimutal  $\epsilon$ , por ejemplo definiendo el eje principal de los movimientos de escritura, que tienen lugar, por ejemplo con una frecuencia de movimiento de escritura de 3 a 7 Hz, con respecto a un ángulo de inclinación biométrico  $\beta$  en relación con el eje de la dirección de escritura (por ejemplo, el eje X).

Dicho ángulo de inclinación biométrico  $\beta$  puede determinarse, por ejemplo, por el eje rotatorio de la segunda / media articulación del dedo índice de la mano de escritura.

50 El eje rotatorio de la articulación media del dedo índice está predeterminado por la biomecánica de la mano de escritura y su alineación al eje X es un parámetro típico que puede estar caracterizado por la escritura manual de un individuo.

55 El ángulo de inclinación biométrico  $\beta$  puede ajustarse, entre otras cosas, por el usuario, por ejemplo en los valores por defecto del software de procesamiento de señal del bolígrafo electrónico, para poder establecerse una inclinación deseada de los caracteres escritos en relación con la dirección de escritura.

60 La velocidad del movimiento constante promediado en la dirección de escritura puede usarse como una medida para la extensión o compresión de los caracteres reproducidos con respecto a una velocidad de referencia del movimiento de escritura constante promediado.

Para mejorar la velocidad del movimiento constante promediado en la dirección de escritura, que se determinó basándose en los datos de sensor del bolígrafo electrónico, el usuario puede establecer un valor de velocidad de escritura inicial, por ejemplo de 0,1 a 2 cm/s, preferentemente  $1 \pm 0,5$  cm/s, que es típica para su escritura manual.

65 Antes de la integración de los datos de sensor para determinar la señal de localización del bolígrafo electrónico y la extracción de su movimiento en la dirección de escritura, es decir dirección X, se resuelven los datos de sensor con

un filtro paso alto y un filtro paso bajo alrededor de las frecuencias por encima y por debajo de la frecuencia de movimiento de escritura típica del usuario (de 3 a 7 Hz).

5 En otras palabras, los datos de sensor ya están filtrados y/o suavizados antes de una integración de los datos de sensor, y las señales de desvío de los sensores de medición ya están corregidas y compensadas al menos parcialmente.

10 Este proceso de suavizado y/o filtración reduce el ruido en los datos de sensor y por lo tanto posibilita una mejor integración de los datos de sensor, así como una reducción de una posible señal de desvío restante después de la integración.

15 La filtración de los datos de sensor puede comprender procesos probados del método de media móvil. Además del uso de métodos de filtración tradicionales tales como la Transformación Rápida de Fourier, puede asegurarse una implementación numérica preferible, por ejemplo, por filtros de ondícula, mediante los cuales pueden conseguirse ya buenos resultados con un patrón básico sencillo u ondícula básica tal como la ondícula Haar.

Durante un proceso de filtración de ondícula, una secuencia de valores de datos de sensor se combina con un patrón básico, mediante el cual la escala puede aumentarse en varias etapas para aplicar el patrón básico.

20 El resultado son secuencias de coeficientes y de valores promedio que pueden representar, dependiendo de la filtración deseada, una representación de tiempo-frecuencia deseada de los datos de valores de sensor a través de una inversión de la combinación con el patrón básico.

25 Los coeficientes de los componentes con una frecuencia demasiado alta, es decir coeficientes de componentes de frecuencia por encima de la frecuencia de movimiento de escritura, y los valores promedio de los componentes con una frecuencia demasiado baja, es decir los valores promedio de los componentes de frecuencia por debajo de la frecuencia de movimiento de escritura, pueden establecerse de esta manera a cero antes de dicha inversión.

30 Si las transformaciones de ondícula se aplican por dirección, los resultados pueden ser por ejemplo:  $n=2^m$  puntos de medición,  $2^{m-1}$  coeficientes de 1<sup>er</sup> orden, etc., hasta un único coeficiente del orden  $m$ , o, expresarse en términos generales, habrá  $2^{m-i}$  coeficientes del orden  $i$  y un coeficiente del orden  $m$ .

35 Cuando se elige  $n$ , es ventajoso elegir potencias de 2. Como una función de la tasa de datos, el intervalo de tiempo, en el que puede tener lugar el proceso de filtración, puede controlarse eligiendo  $n$ .

Para datos de sensor típicos las tasas entre 6 Hz a 100 Hz, valores típicos de  $n$  pueden variar de 64 a 256, por lo tanto, por ejemplo  $n = 64$  o  $128$  a una tasa de datos de 60 Hz o  $n = 128$  o  $256$  a una tasa de datos de 100 Hz.

40 Si se usa dicha ondícula de Haar, habrá por ejemplo los siguientes coeficientes y valores promedio, mediante los cuales  $S_i$  = puntos de datos de sensor y/o valores de medición,  $K_{k,i}$  = coeficientes de orden  $k$ ,  $M_{k,i}$  = valores promedio de orden  $k$ ,  $k$  = orden y/o nivel de los coeficientes,  $i$  = contador de los coeficientes de un orden y/o índice de punto de datos de sensor, y mediante lo cual  $k$  y  $i$  son números naturales mayores que 0.

45 
$$K_{1,i} = (S_{2i-1} - S_{2i}) / \sqrt{2} \text{ y } M_{1,i} = (S_{2i-1} + S_{2i}) / \sqrt{2} \text{ para } i = 1 \text{ a } n/2$$

$$K_{2,i} = (M_{1,2i-1} - M_{1,2i}) / \sqrt{2} \text{ y } M_{2,i} = (M_{1,2i-1} + M_{1,2i}) / \sqrt{2} \text{ para } i = 1 \text{ a } n/4$$

$$K_{k,i} = (M_{k-1,2i-1} - M_{k-1,2i}) / \sqrt{2} \text{ y } M_{k,i} = (M_{k-1,2i-1} + M_{k-1,2i}) / \sqrt{2}$$
 para  $k > 1$  y  $i=1, 2^{m-k}$ .

50 En consecuencia, se forman coeficientes de primer orden directamente basándose en los puntos de datos de sensor y/o valores de medición, mientras que se forman coeficientes de un orden superior basándose en valores promedio.

55 Para la reconstrucción de datos de sensor, por ejemplo, únicamente se tienen en cuenta los coeficientes cuya frecuencia de ondícula de Haar está por encima del doble de la frecuencia de movimiento de escritura, y los valores promedio cuya frecuencia de ondícula de Haar equivalen a menos de la mitad de la frecuencia de movimiento de escritura.

Con  $R_i$  = datos de sensor reconstruidos,  $\log_2(n)$  = logaritmo de  $n$  en base 2, los datos de sensor reconstruidos pueden expresarse como sigue.

60 
$$R_{\log_2(n)-1,1} = (M_{\log_2(n),i} - K_{\log_2(n),i}) / \sqrt{2} \text{ y } R_{\log_2(n)-1,2} = (M_{\log_2(n),i} + K_{\log_2(n),i}) / \sqrt{2}$$

$$R_{2i-1} = (R_{1,i} - K_{1,i}) / \sqrt{2} \text{ y } R_{2i} = (R_{1,i} + K_{1,i}) / \sqrt{2} \text{ para } i = 1 \text{ a } n.$$

65 Debido a la condición de que el valor promedio restante, y, dependiendo de una frecuencia límite definida, para componentes de frecuencia por debajo de la frecuencia de movimiento de escritura, por ejemplo una frecuencia límite inferior a la mitad de la frecuencia de movimiento de escritura, también los coeficientes de un orden superior

pueden establecerse a cero, puede compensarse y/o corregirse preferentemente un desvío indeseado de la señal de movimiento del bolígrafo electrónico que va a emitirse, debido a, por ejemplo, errores de integración.

5 Además, el reseteo a cero de los coeficientes de un orden inferior, por ejemplo para componentes de frecuencia que equivalen a dos veces la frecuencia de movimiento de escritura o superior, puede conllevar una reducción de, entre otras cosas, el ruido de la señal de datos de sensor.

10 Deberá mencionarse por motivos de completitud que, si el movimiento de escritura tiene lugar en un área de sustrato de escritura bidimensional tal como una hoja de papel, el desvío de una dirección perpendicular al plano de la hoja puede detectarse inmediatamente y compensarse fácilmente.

La información de un desvío detectado en una dirección perpendicular al plano de la hoja puede usarse, además, para corregir errores con respecto a la determinación de la posición local del bolígrafo electrónico.

15 Son posibles valores muestreados adicionales para la determinación y compensación de un desvío indeseado en la señal de posición de bolígrafo que va a emitirse con respecto a la dirección de escritura usando una señal de presión de escritura, por ejemplo de un sensor de fuerza de presión de escritura acoplado a la varilla de escritura.

20 Un pulso de presión breve (por ejemplo más breve de 0,3 s) normalmente es la consecuencia de un punto (parada total o punto en la i) donde la punta del bolígrafo descansa durante un momento, es decir donde la punta del bolígrafo no está en movimiento en el plano de sustrato de escritura.

25 En este punto de descanso de la punta de varilla de escritura del bolígrafo electrónico con respecto al plano de sustrato de escritura, es decir como consecuencia de dicha puntuación, el desvío en la dirección X e Y puede leerse localmente de la señal de velocidad integrada y la señal de posición de bolígrafo que va a emitirse puede corregirse de esta manera.

30 Además, puede llevarse a cabo una corrección de inclinación de carácter / inclinación de escritura a mano de la señal de posición de bolígrafo determinada, es decir errores en la inclinación de carácter determinada y/o un desvío indeseado de la señal de inclinación de carácter puede también corregirse y compensarse por medio de la comparación de la inclinación del carácter determinado con una inclinación de carácter postulada. Pueden corregirse posibles desviaciones resultantes de dicha comparación antes de la emisión de la señal de posición de bolígrafo, es decir la señal de localización, a través de una transformación apropiada de la señal de posición del bolígrafo determinada, es decir el valor de localización determinado.

35 La inclinación de carácter postulada o deseada puede prestablecerse de esta manera, por ejemplo, por el usuario, por ejemplo como un ajuste para una unidad de control digital del bolígrafo electrónico o como un parámetro para una unidad de evaluación de datos. La inclinación de carácter postulada o deseada puede percibirse de esta manera como la inclinación de escritura a mano característica de la escritura a mano de un usuario.

40 Dicha inclinación de carácter postulada o deseada puede resultar de esta manera de un análisis basándose en una dirección preferida de la distribución de frecuencia de la dirección de los movimientos de escritura del bolígrafo electrónico con la frecuencia de escritura intrínseca (de 3 Hz a 7 Hz) de la mano de escritura y está caracterizada, por ejemplo, por el ángulo  $\eta$  de la dirección de escritura preferida tal como el ángulo entre el eje de carácter y el eje de la dirección de escritura, por ejemplo el eje X.

45 El ángulo entre esta dirección preferencial determinada y la inclinación deseada de la escritura a mano puede usarse a continuación como una base para compensar la inclinación de la escritura a mano. Para este fin, por ejemplo, puede especificarse en primer lugar un rectángulo, que comprende la escritura a mano de una línea escrita a lo largo de la dirección de escritura y que puede cortarse a continuación con el ángulo de compensación de inclinación de escritura a mano deseado.

50 Además, la inclinación del bolígrafo electrónico en el espacio, es decir el ángulo de inclinación y anteriormente introducido, puede medirse a través del sensor de aceleración de paso bajo filtrado, y pueden rastrearse variaciones a corto plazo de  $\gamma$  por sensores de campo magnético y sensores de tasa de rotación.

55 Si, por ejemplo, el ángulo de inclinación  $\gamma$  obtenido de esta manera es correcto, por ejemplo el valor de la aceleración de la gravedad se obtiene como un valor esperado predeterminado de la aceleración en la dirección Z, además de las aceleraciones del bolígrafo electrónico en las coordenadas de los ejes de coordenadas de sustrato de escritura X, Y, después de la transformación de coordenadas de las aceleraciones, medidas, por ejemplo, por los sensores de medición inercial, en las coordenadas de sustrato de escritura x, y, descritas por los ejes de coordenadas de sustrato de escritura ortogonales X, Y.

60 Si, por ejemplo, el valor determinado de esta manera de la aceleración Z debiera desviarse del valor de la aceleración de la gravedad, aunque por ejemplo la punta del bolígrafo esté en contacto con la hoja o sustrato de escritura, ya que puede detectarse fácilmente, por ejemplo, mediante un sensor de presión de escritura, habrá un

error en el ángulo de inclinación  $\gamma$  determinado en toda la probabilidad. Un error de este tipo puede provocarse, por ejemplo, por un desvío de sensor indeseable en los sensores de medición del bolígrafo electrónico, pero, por ejemplo, también puede provocarse por anomalías del campo magnético que rodea el bolígrafo y el sustrato de escritura, respectivamente.

5 Si, por ejemplo, la aceleración de la gravedad se ha restado de los datos de sensor de aceleración medidos antes de la integración de dichos datos de sensor de aceleración, la aceleración en Z, es decir la señal Z en el sistema de coordenadas de sustrato de escritura, o, si, por ejemplo, un sensor de presión de escritura señala que hay contacto con el sustrato de escritura, será de manera ideal igual a cero.

10 Si este no es el caso, esto puede ser debido al hecho de que el sustrato de escritura no está situado horizontalmente, y puede permanecer un valor pequeño correlacionado con las señales X e Y a partir del cual puede determinarse la inclinación del sustrato de escritura (o el error en el cálculo de la aceleración de la gravedad).

15 Las desviaciones de un valor Z que se espera, es decir el valor de las aceleraciones en Z, pueden por lo tanto ser indicaciones para errores con respecto al cálculo de la posición del bolígrafo y corregirse, por ejemplo, estableciendo el valor Z y/o el valor de aceleración en Z a cero cuando el bolígrafo entra en contacto con el sustrato de escritura.

20 Además, una corrección de las aceleraciones determinadas en Z puede conseguirse como sigue.

25 Por ejemplo, por medio de realización la transformación de coordenadas para varios valores del ángulo de inclinación  $\gamma$  y el ángulo de azimut  $\epsilon$  del bolígrafo en paralelo, la combinación lineal de ángulos de inclinación y de azimut  $\gamma, \epsilon$ , para la que el error de la aceleración determinada Z se vuelve mínimo, es decir desviaciones de un valor Z de la aceleración que se espera, por ejemplo un valor Z de la aceleración que se espera igual a cero o igual a la aceleración gravitacional, puede determinarse en una etapa de cálculo posterior.

30 Una combinación lineal de valores de ángulo de azimut  $\epsilon$  y ángulo de inclinación  $\gamma$  puede entenderse de esta manera como un par de valores, comprendiendo cada uno un valor del ángulo de azimut  $\epsilon$  así como un valor del ángulo de inclinación  $\gamma$ .

Una información de inclinación y/o un ángulo de inclinación  $\gamma$  corregidos de esta manera pueden preferentemente también reducir errores en los ejes X e Y de la señal de aceleración.

35 Con esta corrección, es posible adicionalmente mapear las anomalías magnéticas por encima de las coordenadas del sustrato de escritura y para posibilitar la referencia absoluta por medio de estas anomalías.

40 Esta referencia absoluta puede realizarse por ejemplo, distorsionando intencionadamente el campo magnético local (por ejemplo a través de un imán permanente localizado en las cercanías del mismo). Para este fin, un imán permanente puede alojarse por ejemplo en la tapa del bolígrafo y depositarse, durante la escritura, en las cercanías del sustrato de escritura en una localización bien definida, por ejemplo en el margen del sustrato de escritura, por ejemplo en el margen de un sustrato de escritura en formato A4. La distancia mínima entre el imán permanente y el bolígrafo electrónico que puede observarse en este punto es una distancia de, por ejemplo, más de 1, 2 o 3 cm, para evitar cargas excesivas en el sensor de campo magnético.

45 La intensidad del campo magnético o el cambio en dicha intensidad permitirá entonces que se extraigan conclusiones en la distancia al imán, y la dirección del campo magnético permite que se extraigan conclusiones en la posición del bolígrafo electrónico, que puede entonces expresarse ventajosamente en coordenadas polares.

50 En otras palabras, la determinación del ángulo de inclinación  $\gamma$  en combinación con la medición de la intensidad o del cambio del campo magnético natural o de un campo magnético artificial permite referencia absoluta de la señal de posición, es decir de la localización, del bolígrafo electrónico en el sustrato de escritura.

55 Un bolígrafo electrónico con un sistema de detección de posición de escritura de acuerdo con la invención puede comprender por lo tanto una varilla de escritura, al menos una fuente de tensión eléctrica, al menos una unidad de control digital, al menos un módulo de transmisión de datos, así como sensores de medición inercial, y puede estar caracterizado por que la unidad de control digital puede estar configurada para especificación inicial de dos ejes, X, Y, que son ortogonales entre sí en el sustrato de escritura, y un eje Z que es perpendicular al sustrato de escritura bidimensional, mediante el cual el eje X define la dirección de escritura inicial y puede estar configurado adicionalmente para compensación de un desvío indeseado en la señal de posición de escritura del bolígrafo electrónico que va a emitirse.

65 En este contexto, la unidad de control digital puede estar configurada también para un proceso de media móvil durante un intervalo de tiempo predefinido y con una frecuencia predefinida de los movimientos de bolígrafo, determinados por los sensores de medición inercial durante la escritura a través de la integración de los datos de sensor de los sensores de medición en el sustrato de escritura a lo largo de ambos de dichos ejes X, Y, que son ortogonales entre sí, así como para una comparación periódica de valores de media móvil actualmente determinados

con valores promedio iniciales y/o con valores de media móvil previamente determinados, y puede estar configurada también para la respectiva resta de desviaciones que surgen durante dicha comparación entre valores de media móvil actualmente determinados y valores promedio iniciales y/o desviaciones entre valores de media móvil actualmente determinados y valores de media móvil previamente determinados de una señal de posición de bolígrafo que va a emitirse.

Un sistema para detección electrónica de posiciones de bolígrafo de acuerdo con la invención puede usarse, entre otras cosas, para monitorizar los cálculos y correcciones realizados por el bolígrafo electrónico para determinar posiciones de bolígrafo y para monitorizar y para repetir correcciones de desviación y, si fuera necesario, para complementar y/o para corregir así como, sobre todo, para posibilitar la salida de los datos procesados del bolígrafo electrónico en una unidad de salida de datos y/o para grabar estos datos en una unidad de memoria de datos.

Un sistema para detección electrónica de posiciones de bolígrafo de acuerdo con la invención puede comprender también un bolígrafo electrónico como se ha descrito anteriormente, que puede estar configurado para implementar un método como se ha descrito anteriormente y que tiene al menos un módulo de recepción de datos para recibir datos emitidos por el módulo de transmisión de datos del bolígrafo electrónico, una unidad de evaluación de datos para evaluar y procesar los datos recibidos, una unidad de salida de datos y una unidad de memoria de datos, y que puede estar caracterizado por que la unidad de evaluación de datos puede implementar una integración y una corrección de errores de los datos recibidos y emitir los datos procesados en la unidad de salida de datos y/o grabar estos datos en una unidad de memoria de datos.

Las siguientes figuras presentan una manera ejemplar:

**Figura 1a:** una vista tridimensional esquemática de un sistema de coordenadas de sustrato de escritura ejemplar de un bolígrafo electrónico.

**Figura 1b:** una vista superior esquemática de un sistema de coordenadas de sustrato de escritura ejemplar de un bolígrafo electrónico.

**Figura 2:** un ejemplo esquemático de especificación de un ángulo de inclinación biométrico  $\beta$ .

**Figura 1a** muestra ejemplarmente una vista tridimensional de un sistema de coordenadas de sustrato de escritura ejemplar 111 de un bolígrafo electrónico 100, que puede escribir caracteres 110 en un sustrato 108 de escritura bidimensional.

Los ejes X (101), Y (102), que se extienden en el plano de sustrato de escritura y que pueden especificarse como se ha descrito anteriormente, son ortogonales entre sí y el eje Z (103) es perpendicular al sustrato de escritura 108.

El ángulo de elevación o ángulo de inclinación  $\gamma$  (104) del bolígrafo electrónico 100 puede definirse por ejemplo como el ángulo entre el eje longitudinal 107 del bolígrafo electrónico 100 y el sustrato de escritura 108, es decir el plano de sustrato de escritura bidimensional.

El ángulo acimutal  $\epsilon$  (105) del bolígrafo electrónico 100 puede definirse como un ángulo entre el eje longitudinal 107 del bolígrafo electrónico 100 y el eje X 101 o como un ángulo entre una proyección 106 del eje longitudinal 107 del bolígrafo electrónico 100 sobre el sustrato de escritura 108 y el eje X 101.

Como ya se ha mencionado anteriormente, los ejes X (101), Y (102), que son ortogonales entre sí en el sustrato de escritura 108, pueden especificarse inicialmente como una función del ángulo de elevación o ángulo de inclinación  $\gamma$  (104) del eje longitudinal 107 del bolígrafo electrónico 100 con respecto al sustrato de escritura 108.

Por ejemplo, en el caso de una postura de escritura típica, el ángulo acimutal  $\epsilon$  (105) puede definirse como el ángulo entre el eje X 101 del sistema de coordenadas 111 que va a usarse / especificarse y la proyección 106 del eje longitudinal 107 del bolígrafo sobre el sustrato de escritura 108, es decir la línea de intersección a lo largo de la cual un plano, definido por el eje longitudinal 107 del bolígrafo y un sustrato de escritura perpendicular, intersecta el plano de sustrato de escritura.

Basándose en un primer eje de coordenadas, por ejemplo el eje X 101, en el sustrato de escritura 108, que se especifica por ejemplo de acuerdo con la especificación del ángulo acimutal  $\epsilon$  (105), es entonces posible especificar un segundo eje de coordenadas, por ejemplo el eje Y 102, en el sustrato de escritura 108 mediante la ortogonalidad demandada, siendo en este punto especificable de manera selectiva el sistema de coordenadas como un sistema de coordenadas a la izquierda o a la derecha. También un tercer eje, el eje Z 103, que es perpendicular al sustrato de escritura 108, puede derivarse de los ejes especificados X (101), Y (102) a través de una ortogonalidad demandada con respecto a dichos ejes X (101), Y (102).

El sistema de coordenadas X, Y, Z (111) mostrado en la Figura 1a es, por ejemplo, un sistema de coordenadas a la derecha.

También es imaginable usar ángulos de inclinaciones  $\gamma$  (104) del eje longitudinal 107 del bolígrafo que son diferentes de la proyección de  $90^\circ$  106 del eje longitudinal 107 del bolígrafo en el sustrato de escritura 108 para definir un primer eje de coordenadas, por ejemplo el eje Y 102.

5 La dirección de escritura del bolígrafo electrónico 100 puede definirse, por ejemplo por el eje X 101.

Además, la Figura 1a muestra ejemplarmente un carácter 110, por ejemplo una "T", escrita con la punta de varilla de escritura 109 del bolígrafo electrónico 100 en el sustrato de escritura 108.

10 La **Figura 1b** muestra ejemplarmente la vista superior esquemática de un sistema de coordenadas de sustrato de escritura 207 de un bolígrafo electrónico 200, que es análogo o idéntico al sistema de coordenadas de sustrato de escritura de la **Figura 1a**.

15 El ángulo acimutal  $\epsilon$  (203) del bolígrafo electrónico 200 se define en este punto, por ejemplo, como el ángulo entre el eje longitudinal 204 del bolígrafo electrónico 200 y el eje X 201. En otras palabras, por ejemplo, es una selección del ángulo acimutal  $\epsilon$  (203) que especifica el eje X 201 y, como se ha descrito anteriormente, un primer eje de coordenadas especificado en el sustrato de escritura 205 que puede usarse a continuación para especificar la base del mismo, a través de una demanda de ortogonalidad, el segundo eje de coordenadas en el sustrato de escritura 205, por ejemplo el eje Y 202, así como el tercer eje de coordenadas, por ejemplo el eje Z (no mostrado), que es perpendicular al sustrato de escritura 205.

20 Además, como la Figura 1a, también la Figura 1b muestra ejemplarmente un carácter 110 escrito con el bolígrafo electrónico 100 en el sustrato de escritura 108, a saber, una "T" ejemplar, que puede comprender un primer eje de carácter o eje mayor 209, por ejemplo una línea longitudinal, y un segundo eje de carácter o eje menor 206, por ejemplo una línea horizontal.

25 En este punto, por ejemplo un ángulo de dirección  $\eta$  (208) de una dirección preferencial de escritura puede definirse como un ángulo entre un eje de carácter 209 y el eje de la dirección de escritura, por ejemplo el eje X 201.

30 La **Figura 2** muestra ejemplarmente una vista tridimensional de la mano de escritura 302 de un usuario de un bolígrafo electrónico 300.

35 El bolígrafo electrónico 300 con la punta de varilla de escritura 310 está localizado en este punto ejemplarmente entre el dedo índice 312 y el pulgar 313 del usuario.

Además, la figura muestra ejemplarmente el primer 303, segundo 304, tercer 305 y cuarto 306 huesos articulares del dedo índice 312, incluyendo su primera (articulación metacarpofalángica) 307, segunda (articulación proximal interfalángica) 308 y tercera articulaciones (articulación interfalángica distal) 309.

40 El valor de un ángulo acimutal  $\epsilon$  del tipo anteriormente definido puede especificarse por ejemplo a través de un ángulo de inclinación  $\beta$  biométrico (311) definido entre un primer hueso articular 303 del dedo índice de la mano de escritura 302 y un segundo hueso articular 304 del dedo índice de la mano de escritura 302, y caracterizado adicionalmente por la orientación espacial del eje de rotación (no mostrado) de la articulación interfalángica proximal 308 del dedo índice 312 de la mano de escritura 302 del usuario durante la escritura.

45 El eje de rotación de la articulación interfalángica proximal del dedo índice se proporciona a través de la biomecánica de la mano de escritura, y su orientación con relación al eje X (no mostrado) es un parámetro típico por medio del cual puede estar caracterizada la escritura a mano individual.

50 El ángulo de inclinación biométrico  $\beta$  (311) puede establecerse, por ejemplo por el usuario, por ejemplo en ajustes por defecto del software de procesamiento de señal del bolígrafo electrónico 300.

55 Por motivos de completitud, debería mencionarse que las características, definiciones y/o magnitudes que se describen ejemplarmente en las figuras pueden combinarse de acuerdo con la presente invención.

Seguido por 3 hojas con 3 figuras. Los números de referencia identifican los siguientes componentes:

- 100 bolígrafo electrónico
- 101 primer eje de coordenadas, por ejemplo eje X
- 102 segundo eje de coordenadas, por ejemplo eje Y
- 103 tercer eje de coordenadas, por ejemplo eje Z
- 104 ángulo de elevación o ángulo de inclinación  $\gamma$  del eje longitudinal del bolígrafo electrónico con respecto al sustrato de escritura
- 105 ángulo acimutal  $\epsilon$

- 106** proyección del eje longitudinal 107 del bolígrafo electrónico 100 sobre el sustrato de escritura 108 o línea de intersección a lo largo de la cual un plano, definido por el eje longitudinal 107 del bolígrafo y un sustrato de escritura perpendicular, intersecta el plano de sustrato de escritura.
- 107** eje longitudinal del bolígrafo electrónico
- 108** sustrato de escritura / plano de sustrato de escritura
- 109** punta de varilla de escritura
- 110** carácter escrito con el bolígrafo electrónico
- 111** sistema de coordenadas X, Y, Z, sistema de coordenadas de referencia
- 200** bolígrafo electrónico
- 201** primer eje de coordenadas, por ejemplo eje X
- 202** segundo eje de coordenadas, por ejemplo eje Y
- 203** ángulo acimutal  $\epsilon$
- 204** eje longitudinal del bolígrafo electrónico
- 205** sustrato de escritura / plano de sustrato de escritura
- 206** segundo eje de carácter o eje menor
- 207** sistema de coordenadas X, Y, Z, sistema de coordenadas de referencia
- 208** ángulo de dirección  $\eta$  de una dirección preferencial de escritura
- 209** primer eje de carácter o eje mayor
- 300** bolígrafo electrónico
- 301** eje longitudinal del bolígrafo electrónico
- 302** mano de escritura de un usuario de un bolígrafo electrónico 300
- 303** primer hueso articular del dedo índice de la mano de escritura
- 304** segundo hueso articular del dedo índice de la mano de escritura
- 305** tercer hueso articular del dedo índice de la mano de escritura
- 306** cuarto hueso articular del dedo índice de la mano de escritura
- 307** primera articulación (articulación metacarpofalángica) del dedo índice de la mano de escritura
- 308** segunda articulación (articulación interfalángica proximal) del dedo índice de la mano de escritura
- 309** tercera articulación (articulación interfalángica distal) del dedo índice de la mano de escritura
- 310** punta de varilla de escritura
- 311** ángulo de inclinación biométrico  $\beta$
- 312** dedo índice de la mano de escritura de un usuario
- 313** pulgar de la mano de escritura de un usuario

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un método para detectar y evaluar patrones de movimiento y posiciones de bolígrafo de un bolígrafo electrónico (100, 200, 300) con sensores de medición inercial durante la escritura en un sustrato de escritura bidimensional (108, 205) que comprende:
- 10 especificar inicialmente dos ejes X, Y (101, 102, 201, 202), que son ortogonales entre sí en el sustrato de escritura, y un eje Z (103) que es perpendicular al sustrato de escritura bidimensional (108, 205), mediante el cual el eje X (101, 201) define la dirección de escritura predominante;
- una compensación de desvío indeseado en la señal de posición de bolígrafo que va a emitirse, que comprende:
- un proceso de media móvil a través de un intervalo de tiempo predefinido y una frecuencia predefinida de los movimientos de bolígrafo en el sustrato de escritura (108, 205), determinados por los sensores de medición inercial
- 15 durante la escritura a través de la integración de los datos de sensor de los sensores de medición, a lo largo de ambos ejes X, Y (101, 102, 201, 202) que son ortogonales entre sí;
- una comparación periódica de valores de media móvil actualmente determinados con valores promedio iniciales y/o con valores de media móvil previamente determinados;
- 20 una resta de desviaciones, que surgen durante dicha comparación entre los valores de media móvil actualmente determinados y valores promedio iniciales y/o desviaciones entre valores de media móvil actualmente determinados y valores de media móvil previamente determinados, de una señal de posición de bolígrafo que va a emitirse, y
- 25 mediante lo cual los datos de sensor se resuelven con un filtro paso alto y un filtro paso bajo alrededor de las frecuencias por encima y por debajo de la frecuencia de movimiento de escritura del usuario antes de la integración de los datos de sensor para la determinación de una señal de localización del bolígrafo electrónico (100, 200, 300) y la extracción de su movimiento en la dirección de escritura.
- 30 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, mediante el cual el intervalo de tiempo de la media móvil es mayor que 1 s, 2 s o 5 s.
3. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, mediante el cual la especificación inicial de los dos ejes X, Y (101, 102, 201, 202), que son ortogonales entre sí en el sustrato de escritura (108, 205), tiene lugar
- 35 como una función del ángulo de elevación o ángulo de inclinación  $\gamma$  (104) del eje longitudinal del bolígrafo electrónico (100, 200, 300) en relación con el sustrato de escritura (108, 205) y/o como una función de un ángulo acimutal  $\epsilon$  (105, 203) del eje longitudinal (107, 204, 301) del bolígrafo electrónico (100, 200, 300) o una proyección (106) del eje longitudinal del bolígrafo electrónico.
- 40 4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, mediante el cual un valor de  $+30^\circ \pm 10^\circ$  se establece como un valor inicial del ángulo acimutal  $\epsilon$  (105, 203).
5. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, mediante el cual el usuario establece un valor de velocidad de escritura inicial, por ejemplo entre 0,1 a 2 cm/s, preferentemente  $1 \pm 0,5$  cm/s, que es típico para su
- 45 escritura a mano.
6. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, mediante el cual el proceso de filtración se asegura por un filtro de ondícula y mediante el cual se aplica la ondícula de Haar como una ondícula básica.
- 50 7. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, mediante el cual en un punto en descanso de la punta de varilla de escritura del bolígrafo electrónico en relación con el plano de sustrato de escritura, por ejemplo después de una puntuación, el desvío en la dirección X e Y se lee localmente de la señal de velocidad integrada mediante el cual se corrige la señal de posición de bolígrafo que va a emitirse.
- 55 8. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores mediante el cual se corrigen y compensan los errores en la inclinación del carácter determinado por una comparación de la inclinación de carácter determinada con una inclinación de carácter postulada.
9. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, mediante el cual una referencia de la posición, es decir la señal de localización, del bolígrafo electrónico (100, 200, 300) en el sustrato de escritura (108, 205) se implementa a través de la determinación del ángulo de inclinación  $\gamma$  (104) junto con la medición de la intensidad y/o
- 60 el cambio del campo magnético natural o un campo magnético artificial local.
- 65 10. Un bolígrafo electrónico (100, 200, 300) con un sistema de detección de posición de bolígrafo, que comprende una varilla de escritura, al menos una fuente de tensión eléctrica, al menos una unidad de control digital, al menos un módulo de transmisión de datos, así como sensores de medición inercial,

en el que

la unidad de control digital está configurada para la especificación inicial de dos ejes X, Y (101, 102, 201, 202), que son ortogonales entre sí en el sustrato de escritura (108, 205), y un eje Z que es perpendicular al sustrato de escritura bidimensional, mediante el cual el eje X (101, 201) define la dirección de escritura inicial, y además está

5 configurada para compensación de un desvío indeseado en la señal de posición de escritura del bolígrafo electrónico (100, 200, 300) que va a emitirse, que incluye una configuración de la unidad de control digital:

para un proceso de media móvil durante un intervalo de tiempo predefinido y una frecuencia predefinida de los movimientos de bolígrafo en el sustrato de escritura (108, 205), determinados por los sensores de medición inercial durante la escritura a través de la integración de los datos de sensor de los sensores de medición, a lo largo de los

10 dos ejes X, Y (101, 102, 201, 202), que son ortogonales entre sí, así como

para una comparación periódica de valores de media móvil actualmente determinados con valores promedio iniciales y/o valores de media móvil previamente determinados, y configurado adicionalmente para la resta de desviaciones, que surgen durante dicha comparación entre los valores de media móvil actualmente determinados y valores promedio iniciales y/o desviaciones entre valores de media móvil actualmente determinados y valores de media

15 móvil previamente determinados, de una señal de posición de bolígrafo que va a emitirse, y

una configuración de manera que los datos de sensor se resuelven con un filtro paso alto y un filtro paso bajo alrededor de las frecuencias por encima y por debajo de la frecuencia de movimiento de escritura del usuario antes de la integración de los datos de sensor para la determinación de una señal de localización del bolígrafo electrónico (100, 200, 300) y la extracción de su movimiento en la dirección de escritura.

20

11. Un sistema para detectar electrónicamente posiciones de bolígrafo, que comprende un bolígrafo electrónico (100, 200, 300) de acuerdo con la reivindicación anterior y configurado para implementar un método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 1 a 9, al menos un módulo receptor de datos para recibir datos enviados por el módulo de transmisión de datos (111) del bolígrafo electrónico (100, 200, 300), una unidad de evaluación de datos

25 para determinar y procesar los datos recibidos, una unidad de salida de datos y un sistema de memoria de datos,

en el que

la unidad de evaluación de datos puede implementar una integración y corrección de errores de los datos recibidos, y emitir los datos procesados en la unidad de salida de datos y/o grabarlos en un sistema de memoria de datos.

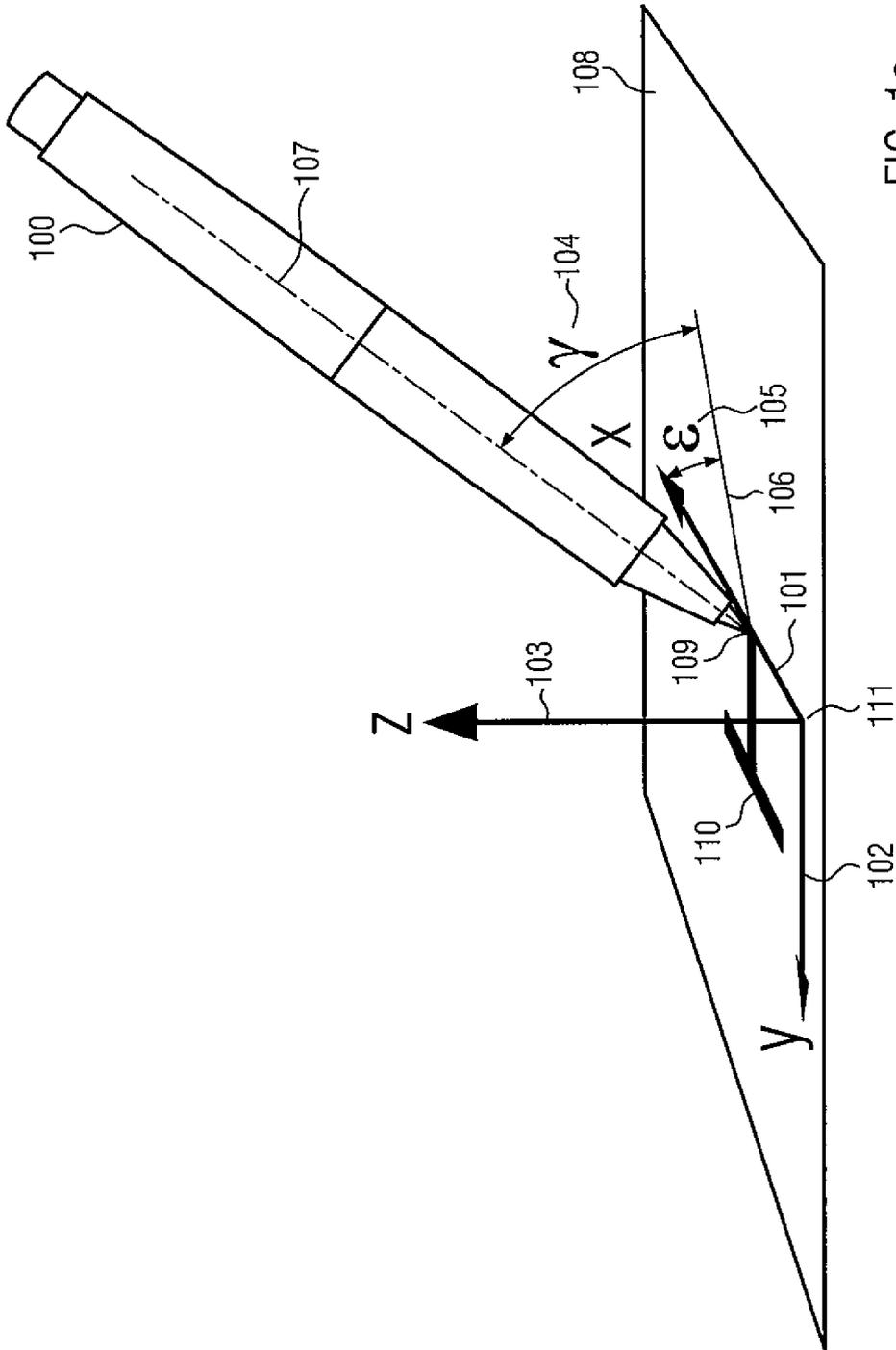


FIG. 1a

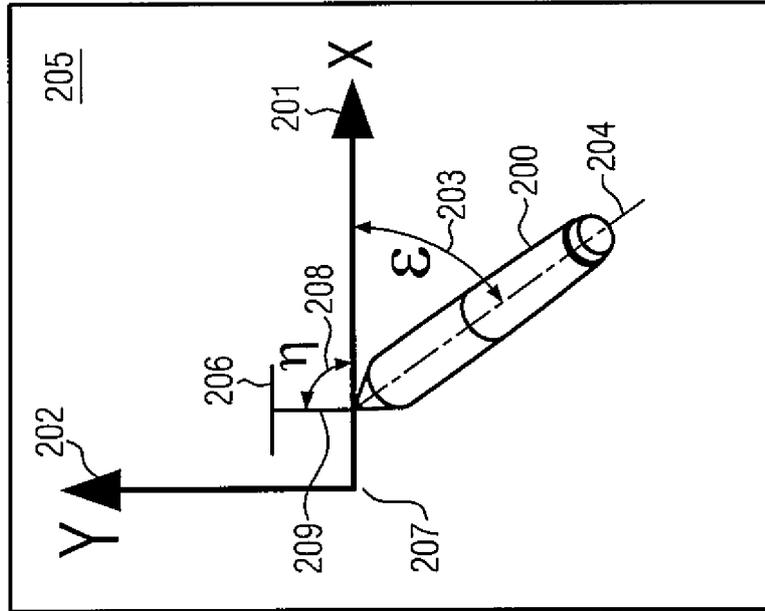


FIG. 1b

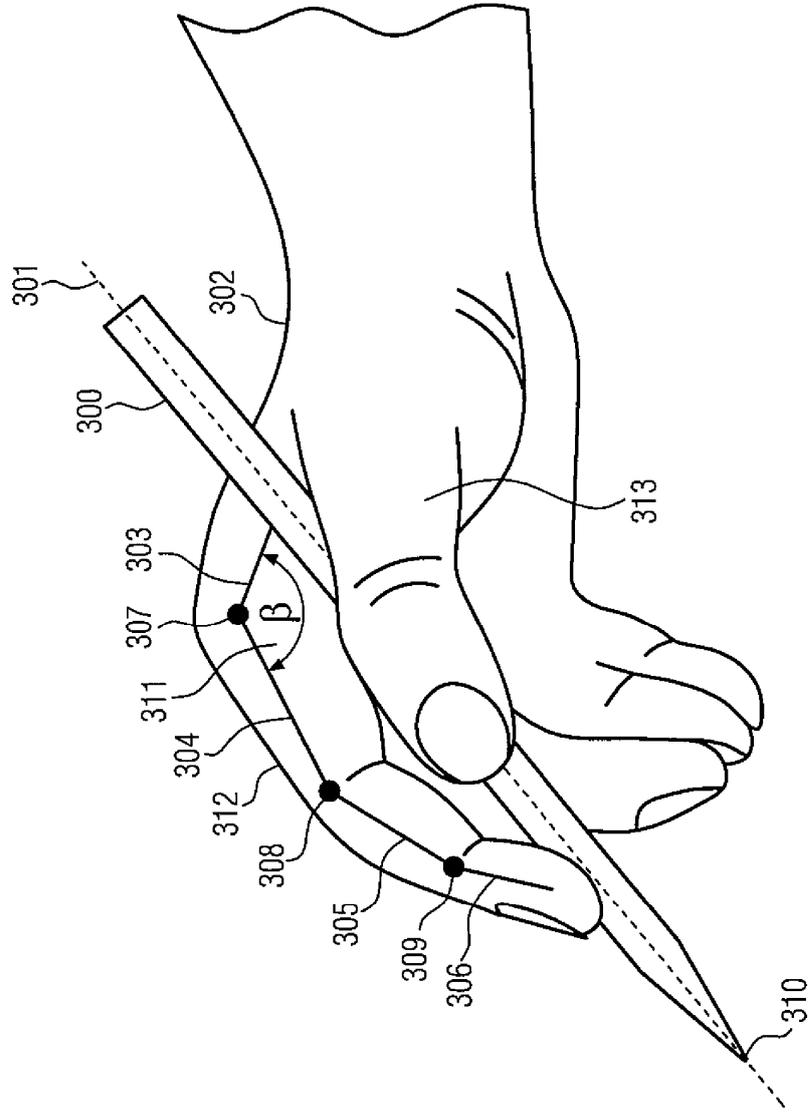


FIG. 2