

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 935 407**

51 Int. Cl.:

H04N 1/405 (2006.01)
B41M 1/04 (2006.01)
B41M 1/06 (2006.01)
B41J 2/205 (2006.01)
B41C 1/02 (2006.01)
B41C 1/10 (2006.01)
B41M 3/00 (2006.01)
B41N 1/12 (2006.01)
B41N 1/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.10.2018** **PCT/EP2018/079011**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.05.2019** **WO19081493**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2018** **E 18803866 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2022** **EP 3701710**

54 Título: **Tramado digital con puntos en espiral**

30 Prioridad:

27.10.2017 EP 17198925
10.08.2018 EP 18188424

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
06.03.2023

73 Titular/es:

AGFA OFFSET BV (100.0%)
Septestraat 27
2640 Mortsels, BE

72 Inventor/es:

BARTELS, RUDOLF

74 Agente/Representante:

TEMIÑO CENICEROS, Ignacio

ES 2 935 407 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

Tramado digital con puntos en espiral

5

Campo de la invención

La invención se refiere al campo de los procedimientos de tramado digital utilizados para la impresión de imágenes, en particular, por medio de imprentas litográficas o flexográficas, y mediante técnicas de impresión digital como la impresión por inyección de tinta.

10

Antecedentes de la invención

Las imprentas y las impresoras digitales no pueden variar la cantidad de tinta o de tóner que se aplica a determinadas zonas de imagen, excepto a través de un tramado (*halftoning*) digital, también llamado autotipia, punteado o reproducción en mosaico (y *dithering* y *screening* en inglés). El tramado digital es el proceso de crear la ilusión de una imagen de tonos continuos utilizando una serie de puntos, también llamados puntos de semitono (*halftone*). La imagen digital producida por tramado digital se denomina imagen de trama (*raster image*), o trama (*screen*), de semitonos. Se conocen tanto procedimientos de tramado binario como procedimientos de tramado multinivel. Los puntos de semitono producidos mediante procedimientos binarios constan de píxeles que representan datos de imagen y de píxeles que representan datos no de imagen.

15

20

25

El tramado digital binario es una técnica bien conocida, la cual es explicada con detalle por Robert Ulichney en su libro "Digital Halftoning", MIT Press, 1987, ISBN 0-262-21009-6, en el que el capítulo 5 sobre 'punteado ordenado de puntos agrupados' es la técnica de los antecedentes de la presente invención, incluido el uso de recuadros umbral (*threshold tiles*) para la representación (*rendering*) de imágenes de tonos continuos.

En el artículo "Recent trends in digital halftoning", Proc. SPIE 2949, Imaging Sciences and Display Technologies (7 de febrero de 1997), DOI: 10.1117/12.266335, también se explica un tramado digital multinivel.

30

35

40

El tramado modulado en amplitud (AM, por sus siglas en inglés) es una técnica de punteado ordenado por puntos agrupados muy utilizada, en la que el tamaño de los puntos de semitono se modula para representar distintas densidades de una imagen. Cuando se imprime una imagen AM, cada punto de semitono corresponde a una cierta cantidad de tinta, también llamada mancha (*blob*), que debe ser apretada contra o aplicada a chorro sobre el sustrato a imprimir, secada, y curada en un tiempo (muy) corto, lo cual puede, en particular, crear problemas cuando se imprime con múltiples tintas unas encima de las otras, ya sea en modo húmedo sobre húmedo o en modo húmedo sobre (semi)seco. La extensión de la tinta sobre el sustrato o las capas de tinta previamente aplicadas, que viene determinada por el grosor de la mancha, y la (des)humectación y/o la absorción local(es) de la tinta sobre el sustrato hacen que la mancha impresa sea localmente incontrolable, lo cual genera ruido en la imagen impresa y en la calidad de impresión dependiente del sustrato.

45

Tales problemas pueden abordarse con otras tecnologías de tramado, tales como el tramado modulado en frecuencia (FM, por sus siglas en inglés), o con técnicas que conlleven la difusión de los errores. En ambas de estas técnicas, la densidad de la imagen de los puntos de semitono se modula mediante la frecuencia de los puntos en vez de mediante el tamaño de punto. Sin embargo, estas técnicas también se caracterizan por otros problemas como la estabilidad de impresión, la escasa homogeneidad de las áreas de tonos sólidos, una mayor ganancia de punto y un mayor desgaste de las planchas de impresión en tiradas de impresión largas.

Existen técnicas de tramado híbridas que combinan procedimientos AM y FM para obtener las ventajas de ambos. Sin embargo, dichas técnicas de tramado conllevan el uso de múltiples recuadros umbral para representar una imagen de tonos continuos, lo cual requiere más espacio en memoria para almacenar estos múltiples recuadros umbral, por ejemplo, un recuadro umbral con un procedimiento FM en las luces, un recuadro umbral con un procedimiento AM en los tonos medios y otro recuadro umbral con un procedimiento FM en las sombras. Además, las transiciones de un recuadro umbral a otro pueden dar lugar a cambios bruscos de densidad en la imagen impresa, por lo que la calibración de dichas técnicas de tramado también requiere más tiempo de servicio que los procedimientos AM y FM.

50

55

60

En el documento US2007/0002384 se divulga un procedimiento para controlar el grosor de una mancha de tinta en una región de semitonos AM de una plancha de impresión o de un soporte de imagen intermedio en una imprenta digital. El procedimiento genera una imagen de trama con puntos de semitono dispuestos formando un mosaico regular, que comprende uno o más anillos receptores de tinta que encierran una parte no receptora. En otras palabras, los anillos receptores de tinta forman un lazo cerrado, que encierra por completo la parte que no acepta tinta. Como consecuencia, el grado en el que la tinta puede extenderse dentro del punto sigue siendo limitado porque, en cuanto se llena la parte encerrada, la tinta no puede extenderse ya más dentro del punto.

65

Resumen de la invención

Por lo tanto, sigue habiendo necesidad de una imagen de semitonos alternativa que posibilite un mejor control de la extensión de la mancha de tinta impresa para que la calidad de la imagen dependa menos de la naturaleza del sustrato y que el ruido de imagen sea bajo, especialmente en las luces y los tonos medios.

- 5 Estos problemas se resuelven con la imagen de trama de semitonos según la reivindicación 1, en la que los puntos de semitono comprenden, haciendo referencia a la figura 36:
- (i) píxeles de imagen dispuestos formando un primer arco (200) o una pluralidad de arcos que, juntos, representan una primera espiral (100), y
 - 10 (i) píxeles no de imagen dispuestos formando un segundo arco (201) o una pluralidad de arcos que, juntos, representan una segunda espiral (101).

15 Tales puntos se denominarán en la presente memoria "puntos en espiral". En las figuras, los píxeles de imagen están representados por las zonas negras. Los píxeles no de imagen definen zonas de no impresión y corresponden al espacio vacío que queda en el punto, que está representado en las figuras por las zonas blancas. Los dos puntos en el lado izquierdo de la figura 36 tienen una pequeña cobertura de punto (pequeño porcentaje de píxeles de imagen) y representan las luces de una imagen, mientras que los dos puntos en el lado derecho de la figura 36 tienen una gran cobertura de punto y representan las sombras de dicha imagen.

20 Los píxeles de imagen definen zonas de la imagen que hay que imprimir, normalmente con tinta, por ejemplo, por medio de una imprenta o de una impresora de inyección de tinta, o con tóner, por ejemplo, en una impresora láser. En la presente memoria nos referiremos principalmente a la impresión con tinta, pero el experto entenderá que el mismo razonamiento aplica igualmente a la impresión con otros tipos de colorantes, tales como un tóner o un tinte de sublimación, o aplica a la impresión con barniz o tinta blanca.

25 En las luces de la imagen, el número de píxeles de imagen por punto es pequeño, por lo que no pueden formar una vuelta completa de la primera espiral, sino tan solo una sección de la misma, que se denomina "primer arco". El espacio vacío que queda parcialmente encerrado por el primer arco también puede considerarse como otro arco, que se denomina en la presente memoria "segundo arco". En los tonos medios y las sombras de la imagen, el número de píxeles de imagen por punto es mayor para que puedan formar una o más vueltas de la "primera espiral", por lo que también definen una "segunda espiral" de píxeles no de imagen definida por el espacio vacío entre las vueltas de la primera espiral (véase, p. ej., la fig. 10).

35 Sin quedar limitados por la teoría, al ampliar la imagen impresa se puede observar que la forma y el tamaño de la mancha de tinta impresa se ve menos afectada por la extensión incontrolada de la tinta porque, cuando la mancha de tinta es apretada contra el sustrato, por ejemplo, por una imprenta, el exceso de tinta que es impreso por el primer arco o por la primera espiral puede introducirse en el espacio vacío que corresponde al segundo arco o a la segunda espiral. El espacio vacío define un canal de tinta que puede aceptar tinta, que se imprime desde el primer arco/espiral, por lo que se proporcionan medios para controlar la extensión de la tinta.

40 A diferencia de los puntos de semitono divulgados en el documento US2007/0002384, en los que los anillos vacíos no están conectados los unos a los otros, los arcos vacíos utilizados en los puntos en espiral de nuestra invención pueden estar conectados entre sí (formando así la segunda espiral), de manera que la mancha de tinta tiene más sitio para extenderse dentro del punto. Como consecuencia, la imagen de trama de la presente invención produce puntos de tinta bien formados sobre el sustrato impreso, lo cual da lugar a una calidad mejorada de las imágenes reproducidas y a una menor ganancia de punto, lo que resulta especialmente ventajoso cuando se imprime sobre papel absorbente no estucado, tal como el papel de periódico.

45 Debido a dicha mejor extensión de la tinta, nuestra invención permite obtener una buena calidad de impresión con un menor consumo de tinta que las técnicas convencionales porque el exceso de tinta que se encuentra encima de una mancha impresa, cuando se imprime con una imagen de trama convencional, contribuye a aumentar la densidad de la imagen impresa al llenar el espacio vacío formado por el segundo arco o por la segunda espiral.

50 Además, el menor grado de acumulación local de tinta produce gotas de tinta más finas sobre el sustrato impreso y, por tanto, permite un secado más rápido de las copias impresas.

55 En una realización preferida de nuestra invención, que está definida por la reivindicación 2, la segunda espiral es abierta, es decir, no acaba en píxeles de imagen en el borde exterior del punto de semitono, de manera que forma un canal abierto que puede guiar el exceso de tinta fuera del punto. Tal y como se muestra en la figura 25, las imágenes ampliadas de los puntos impresos producidos por esta realización muestran por lo general la liberación de una pequeña cantidad de tinta a la salida del canal, es decir, fuera del punto. El canal abierto posibilita una extensión adicional de la tinta y, como consecuencia, un mayor ahorro de tinta y un secado aún más rápido.

60 Otra ventaja de la imagen de trama de nuestra invención es que puede ser producida por un solo recuadro umbral para toda la gama de valores de densidad por color, tal como el cian, el magenta, el amarillo o el negro, de manera que puede implementarse sin instalar memoria adicional en los procesadores de imágenes actuales, los sistemas de flujo de trabajo de preparación de la impresión y los procesadores de imágenes de trama (PIT), las impresoras

digitales y las filmadoras de plancha.

La representación de mayores densidades de imagen en las luces y en los tonos medios de la imagen puede llevarse a cabo con simplemente alargar la longitud de la primera espiral añadiéndole más arcos, lo cual produce más vueltas de la primera espiral alrededor del centro del punto (y, como consecuencia, también más vueltas de la segunda espiral). También se pueden obtener mayores densidades de imagen aumentando el grosor de la primera espiral. Ambas realizaciones pueden combinarse en la misma imagen, es decir, puede aumentarse la densidad de imagen del punto de semitono alargando la longitud y aumentando el grosor de la primera espiral. En las sombras de la imagen, donde los puntos de semitono se tocan o incluso se superponen, se pueden obtener mayores densidades de imagen reduciendo la longitud y/o el grosor de la segunda espiral.

La imagen de trama de semitonos de nuestra invención se utiliza preferiblemente en sistemas de impresión litográfica y flexográfica. La presente invención también aporta ventajas cuando se utiliza en combinación con impresoras digitales, en particular, con sistemas de inyección de tinta. Estas y otras aplicaciones y ventajas de nuestra invención se describen con más detalle en la descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

Figura 1 y figura 11: la figura 1 es una ampliación de una imagen de trama según la invención que comprende puntos en espiral de Arquímedes que tienen una cobertura de punto del 50% y que están dispuestos formando un mosaico regular a modo de cuadrícula. La figura 11 representa múltiples coberturas de punto producidas por el mismo recuadro umbral que en la figura 1.

Figura 2 y figura 12: la figura 2 es una ampliación de una imagen de trama según la invención que comprende puntos en espiral que tienen una cobertura de punto del 50% y forma elíptica y que están orientados a lo largo del ángulo de trama del recuadro umbral. La figura 12 representa múltiples coberturas de punto producidas por el mismo recuadro umbral que en la figura 2.

Figura 3 y figura 13: la figura 3 es una ampliación de una imagen de trama según la invención que comprende puntos en espiral de Arquímedes que tienen una cobertura de punto del 50% y que están dispuestos formando un mosaico regular a modo de retícula hexagonal. La figura 13 representa múltiples coberturas de punto producidas por el mismo recuadro umbral que en la figura 3.

Figura 4 y figura 14: la figura 4 es una ampliación de una imagen de trama según la invención que comprende puntos en espiral que tienen una cobertura de punto del 50% y una forma cuadrada con bordes redondeados. La figura 14 representa múltiples coberturas de punto producidas por el mismo recuadro umbral que en la figura 4.

Figura 5 y figura 15: la figura 5 es una ampliación de una imagen de trama según la invención que comprende puntos en espiral de Arquímedes que tienen una cobertura de punto del 50%, en la que el ángulo inicial de la rotación de las espirales varía dentro de la misma imagen. La figura 15 representa múltiples coberturas de punto producidas por el mismo recuadro umbral que en la figura 5.

Figura 6 y figura 16: la figura 6 es una ampliación de una imagen de trama según la invención que comprende puntos en espiral de Arquímedes que tienen una cobertura de punto del 50% y que comprenden una línea radial que va desde el centro hasta el borde del punto. La figura 16 representa múltiples coberturas de punto producidas por el mismo recuadro umbral que en la figura 6.

Figura 7 y figura 17: la figura 7 es una ampliación de una imagen de trama según la invención que comprende puntos en espiral que tienen una cobertura de punto del 50% y una forma cuadrada con bordes redondeados. La figura 17 representa múltiples coberturas de punto producidas por el mismo recuadro umbral que en la figura 7.

Figura 8 y figura 18: la figura 8 es una ampliación de una imagen de trama según la invención que comprende puntos en espiral de Arquímedes que tienen una cobertura de punto del 50% y que se generaron utilizando parámetros diferentes en comparación con las espirales de la figura 1. La figura 18 representa múltiples coberturas de punto producidas por el mismo recuadro umbral que en la figura 8.

Figura 9 y figura 19: la figura 9 es una ampliación de una imagen de trama según la invención que comprende (i) puntos en espiral de Arquímedes que tienen una cobertura de punto del 50% y (ii) un punto agrupado entre los puntos en espiral. La figura 19 representa múltiples coberturas de punto producidas por el mismo recuadro umbral que en la figura 9.

La figura 10 es una ampliación de una imagen de trama según la invención que comprende puntos en espiral de Arquímedes con una cobertura de punto del 90%.

Figura 20 y figura 21: la figura 20 muestra un ejemplo de un recuadro umbral que comprende valores umbral de 1 a 256 que pueden utilizarse para generar una imagen según la invención. La figura 21 muestra el punto en espiral generado por el recuadro umbral de la figura 20 para un punto de semitono con un valor umbral de 22, que

corresponde a una cobertura de punto del 8,6% (= 22/256).

Figuras 22 a 24: estas figuras muestran ejemplos de recuadros umbral (300-306) que son aptos para generar las imágenes de la presente invención.

La figura 25 muestra una ampliación microscópica de una copia impresa producida con una imagen de trama de semitonos según la invención (frecuencia de trama: 240 lpp, ángulo de trama: 45°), que se imprimió en papel estucado (130 g) por medio de una imprenta CMYK Man Roland 300a con una plancha de impresión litográfica Elite Pro de Agfa NV. Los puntitos entre los puntos en espiral son artefactos resultantes del escaneo que se hizo de la imagen original.

Figuras 26 a 35: estas figuras representan los puntos en espiral que son generados por los recuadros umbral de las figuras 22 a 24. Los puntos están numerados con el mismo número que el recuadro umbral ampliado con el valor umbral. Por ejemplo, el punto "3025" es el punto en espiral generado por el recuadro umbral 302 y el valor umbral 5, de la misma manera, el punto "3017" es el punto en espiral generado por el recuadro umbral 301 y el valor umbral 7, etc.

La figura 36 muestra cuatro puntos en espiral según la invención, que comprenden:

- (i) píxeles de imagen dispuestos formando un primer arco (200) o una pluralidad de arcos que, juntos, representan una primera espiral que gira en sentido horario (100), y
- (i) píxeles no de imagen dispuestos formando un segundo arco (201) o una pluralidad de arcos que, juntos, representan una segunda espiral que gira en sentido horario (101).

La figura 37 muestra una imagen escaneada de una copia impresa en 4 colores (CMYK) de una imagen de trama producida según un procedimiento de tramado de la técnica anterior (tramado ABS de Agfa) utilizando ángulos de desfase estándar (0°, 15°, 45° y 90°) y una frecuencia de trama de 240 lpp. Los puntitos entre los puntos son artefactos resultantes del escaneo y de la conversión del color.

La figura 38 muestra una imagen escaneada de la misma impresión que la mostrada en la figura 37, pero producida por una imagen de trama según la invención, utilizando los mismos ángulos de tramado, colores y frecuencia de trama que en la figura 37. Los puntitos entre los puntos son artefactos resultantes del escaneo y de la conversión del color.

Figura 39: esta figura representa un punto en espiral (3077) producido a partir de una imagen de trama según la invención.

Descripción de realizaciones preferidas

Definiciones

Un **punto de semitono** es un elemento de imagen de una trama (*screen*) y puede tener, por ejemplo, forma circular, elíptica, cuadrada o de diamante. En las luces y los tonos medios de la imagen, los puntos de semitono están aislados los unos de los otros, mientras que por encima de una cobertura de aproximadamente el 50%, los puntos se conectan los unos a los otros.

Una **trama**, también llamada imagen de trama de semitonos (*halftone raster image*), es una zona dividida en elementos de imagen de impresión y de no impresión (puntos de semitono o líneas) en la que el tamaño y/o el número de puntos por zona varía(n) según los valores tonales (también llamados densidad) del original, tal como una imagen de tonos continuos.

El **tramado**, también llamado autotipia (*screening* o *halftoning*), es el procedimiento mediante el cual una imagen de tonos continuos se transforma en una imagen de trama de semitonos o en un conjunto de imágenes de trama de semitonos. La transformación puede conllevar el uso de uno o más recuadros umbral. El número de recuadros umbral depende normalmente del número de canales de color comprendidos en la imagen en tonos continuos.

Una **imagen de tonos continuos (digital)** está definida por varios formatos de imagen, también llamados formato de gráficos de trama (*raster*), ejemplos no limitantes de los cuales son Portable Network Graphics (PNG), Tagged Image File Format (TIFF), Adobe Photoshop Document (PSD), Joint Photographic Experts Group (JPEG) y bitmap (BMP). Una imagen de tonos continuos tiene por regla general una gran profundidad de color, tal como la escala de grises de 8 bits o el color de 48 bits.

La **frecuencia de trama**, a veces llamada definición de trama o finura de trama, es el número de puntos de semitono y de líneas de trama por unidad de longitud en la dirección que da el valor más grande. Se mide en líneas por centímetro o en líneas por pulgada (lpp). Las tramas de baja frecuencia dan lugar a un aspecto basto, mientras que las de alta frecuencia dan lugar a un aspecto fino y suave.

PIT es la abreviatura de procesador de imágenes de trama. Un PIT convierte la información de una página (que contiene imágenes, texto, elementos gráficos y comandos de posición) en una imagen de tramas de semitonos, que puede enviarse a un dispositivo de salida, tal como una filmadora de imágenes, una filmadora de planchas o una impresora digital. El PIT también puede incorporarse en el dispositivo de salida.

La **resolución**, también llamada direccionalidad, es el número de elementos de imagen (puntos, píxeles) por unidad de longitud que puede ser reproducido por un dispositivo de salida, tal como un monitor o una plancha de impresión, o en papel. Normalmente se expresa en unidades (puntos) por centímetro o por pulgada (ppp). Una gran resolución significa que la representación de los detalles es buena. Los dispositivos de salida que tienen una gran resolución permiten el uso de una gran frecuencia de trama.

Imagen de trama

La imagen de trama (*raster image*) de la presente invención es apta para representar una imagen de tonos continuos, es decir, crea la ilusión de una imagen de tonos continuos en una copia impresa. Este requisito conlleva que la frecuencia de trama sea superior a 40 líneas por pulgada (lpp, 15,7 líneas/cm), más preferiblemente, superior a 60 lpp (23,6 líneas/cm) y, lo más preferiblemente, superior a 100 lpp (39,4 líneas/cm). Si la frecuencia de trama es inferior a 40 lpp, los puntos se vuelven visibles a la distancia de visualización, también llamada distancia de lectura, que es de unos 20 cm. Estas frecuencias de trama tan bajas se utilizan por regla general en el tramado artístico, que se utiliza con fines decorativos, tales como las ilustraciones con motivos, en el que la idea es que los puntos individuales sean visibles a simple vista. Por lo tanto, las imágenes de trama en las que los puntos son claramente visibles a una distancia de visualización no son una realización de la presente invención.

La imagen de trama de la presente invención comprende puntos en espiral que, preferiblemente, están dispuestos en forma de mosaico regular, por ejemplo, a lo largo de una retícula triangular, rectangular o hexagonal (véanse, p. ej., la fig. 3 y la fig. 13) y, preferiblemente, a lo largo de una cuadrícula (véanse, p. ej., las figs. 1 y 11). Los puntos en espiral también pueden utilizarse en puntos de semitono dispuestos de manera (semi)aleatoria, tales como puntos de semitono dispuestos mediante ruido azul o de ruido blanco. No obstante, se prefieren puntos en espiral dispuestos formando un mosaico regular para evitar la formación de estructuras irregulares en las imágenes impresas. La distancia entre los centros de puntos vecinos puede oscilar entre 50 µm y 400 µm.

La imagen de trama puede comprender además puntos de semitono convencionales, tales como puntos AM y/o puntos FM, en combinación con los puntos en espiral de la presente invención (véanse, p. ej., las figs. 9 y 19). En una realización más preferida, la imagen de trama consiste enteramente en puntos en espiral según la invención.

El ángulo de trama de la imagen de trama según la presente invención se selecciona preferiblemente del grupo formado por $0^\circ + k \times 30^\circ$, $7,5^\circ + k \times 30^\circ$, $15^\circ + k \times 30^\circ$, $22,5^\circ + k \times 30^\circ$, donde k es un entero negativo o positivo. Las realizaciones más preferidas tienen un ángulo de trama seleccionado del grupo formado por 0° , 15° , 75° , 90° , 45° , $67,5^\circ$, $22,5^\circ$, $7,5^\circ$, $82,5^\circ$ y $37,5^\circ$. Los ángulos de trama se miden tal y como se ha definido convencionalmente en el sector de la impresión, es decir, en sentido antihorario desde el eje horizontal, para que coincidan con el sistema de coordenadas cartesianas. Cuando en la impresión multicolor se combinan múltiples imágenes de trama, la diferencia de ángulo de trama entre las selecciones de color es preferiblemente un multiplicador de 15° o un multiplicador de 30° .

Puntos en espiral

Preferiblemente, los puntos en espiral en la imagen de la presente invención comprenden únicamente un "primer arco" o una "primera espiral", es decir, todos los píxeles de imagen forman juntos un único arco o una única espiral que puede tener varias vueltas. Sin embargo, las imágenes de trama con puntos de semitono en los que los píxeles de imagen están dispuestos formando más de un arco o más de una espiral también son realizaciones de la presente invención. En tales realizaciones, múltiples arcos o espirales que representan píxeles de imagen pueden estar mutuamente conectados en un centro común, tal y como se muestra, por ejemplo, en las figuras 31 a 35 (3046-3049 y 30410). Por lo tanto, cuando en la presente memoria nos referimos al "primer arco" o a la "primera espiral" (en singular), debe quedar claro que los puntos de semitono con múltiples primeros arcos o espirales también están incluidos en la presente invención (304). Lo mismo aplica al segundo arco y a la segunda espiral.

Una espiral puede considerarse como una combinación de una pluralidad de arcos. Un arco es una línea curva que no forma un lazo cerrado y que, por regla general, corresponde a un segmento de, por ejemplo, un círculo o una elipse, pero en el contexto de la presente invención, el término también engloba formas menos convencionales, por ejemplo, segmentos de un rectángulo opcionalmente redondeado o de un triángulo opcionalmente redondeado.

En una realización preferida, el centro del primer arco o espiral puede ser un punto (un único píxel de imagen o no de imagen), pero también puede ser un punto de semitono agrupado similar a los puntos AM de la técnica anterior. El punto central puede tener cualquier forma, tal como circular o cuadrada (véanse, por ejemplo, las figs. 29-35: 3014-3019, 30110, 3026-3029, 30210, 3032-3039, 30310). El punto central puede ser más grande en los puntos de semitono que representan densidades de imagen grandes y más pequeño en los puntos de semitono que

representan densidades de imagen pequeñas.

Preferiblemente, todos los arcos que constituyen juntos la primera espiral están mutuamente conectados para que la primera espiral represente una línea continua. La primera espiral también puede contener píxeles no de imagen aislados o puede comprender arcos desconectados, de manera que, tal y como se muestra en la figura 39, la primera espiral está interrumpida por un espacio vacío en uno o más sitios. En esa realización, el espacio vacío que separa arcos adyacentes de la primera espiral puede considerarse como protuberancias de la segunda espiral que penetran en la primera espiral. Tales protuberancias de la segunda espiral pueden cortar la primera espiral completamente y separarla en arcos desconectados, o de forma incompleta, según lo cual la primera espiral no estaría interrumpida sino que estaría localmente reducida a un grosor menor.

La segunda espiral representa los píxeles no de imagen de la imagen de trama de nuestra invención, es decir, el espacio vacío entre los arcos de la(s) primera(s) espiral(es). En una realización de la invención, el espacio entre vueltas adyacentes de la primera espiral está completamente vacío, es decir, no contiene ningún píxel de imagen. En tal realización, el espacio vacío forma una segunda espiral continua. En otra realización de la invención, la primera espiral comprende protuberancias de píxeles de imagen que se extienden en el espacio vacío entre las vueltas, tal y como se muestra en las figuras 28 a 35 (3063-3069 y 30610), tales protuberancias pueden conectar dos vueltas adyacentes de la primera espiral, dividiendo así la segunda espiral en dos o más segmentos que están separados entre sí por las mencionadas protuberancias de la primera espiral. Otras realizaciones del segundo arco o de la segunda espiral pueden comprender píxeles de imagen aislados, es decir, píxeles de imagen que no tocan la primera espiral, en el espacio vacío entre vueltas adyacentes de la primera espiral.

Las protuberancias del primer arco o de la primera espiral pueden alinearse para formar una o más líneas radiales en el punto en espiral (fig. 6 y fig. 16). El grosor de dicha línea radial puede ir, por ejemplo, de un píxel a cinco píxeles. Para frecuencias de trama elevadas, por ejemplo, superiores a 150 lpp (59 líneas/cm), el grosor de dicha(s) línea(s) radial(es) puede ser de uno o de dos píxeles. La línea radial puede conectar el centro del punto en espiral con el borde exterior del punto en espiral, o puede conectar tan solo dos o más vueltas de la primera espiral sin entrar en contacto con el centro o el borde exterior. El ángulo de una línea radial puede depender del ángulo de trama y/o del ángulo inicial de la espiral.

En una realización muy preferida de nuestra invención, el segundo arco o la segunda espiral es abierta, es decir, no acaba en píxeles de imagen en el borde exterior del punto de semitono, de manera que forma un canal abierto que guía el exceso de tinta fuera del punto de manera controlada. En realizaciones sin un canal abierto así, la mayor acumulación de tinta puede dar lugar a salpicaduras de tinta incontroladas fuera del borde exterior del punto, produciéndose así puntos de tinta con forma irregular en las copias impresas, lo que da lugar a una menor calidad de imagen.

En una realización preferida, el grosor de los primer y segundo arcos y de las primera y segunda espirales es, independientemente, de 1 a 10 píxeles, más preferiblemente, de 2 a 5 píxeles, lo que corresponde preferiblemente a un grosor de 1 μm a 75 μm .

La selección del grosor mínimo del arco y de la espiral puede basarse en la resolución de la técnica de impresión a la que está destinada la imagen de trama. El grosor máximo, que permite la extensión controlada de tinta mencionada anteriormente, puede estar determinado por el tipo específico de sustrato sobre el que se imprimirá la imagen de trama de semitonos y/o puede estar determinado por la frecuencia de trama deseada. Estas y otras selecciones, tales como el ángulo inicial, se realizan preferiblemente en un campo de entrada de una interfaz de usuario de un generador de semitonos.

Al experto le resultará evidente que puede obtenerse la misma cobertura de punto con distintos puntos en espiral del mismo tamaño total: un punto que consta de una sola vuelta de una primera espiral de cierto grosor produce la misma cobertura que un punto con más vueltas de una primera espiral de menor grosor.

El grosor del primer arco o de la primera espiral también puede variar dentro del mismo punto, por ejemplo, ser más pequeño en el centro que en el borde del punto [véanse, p. ej., las figs. 32 (3027) y 33 (3028)]. Un punto en espiral de este tipo puede dar lugar a menos granularidad, especialmente en los tonos medios de la imagen.

La vuelta de los arcos y de las espirales utilizados en la presente invención puede ir en sentido horario o en sentido antihorario, y ambas de estas realizaciones pueden combinarse en la misma imagen de trama. Las figuras 1 a 10 representan puntos en espiral con vueltas horarias. Por ejemplo, en las figuras 29 a 35 (3004-3010, 3014-19, 30110, 3024-29, 30210, 3034-3039, 30310) se muestran ejemplos de vueltas antihorarias.

El ángulo inicial del primer arco o de la primera espiral, en el centro del punto, es preferiblemente el mismo para todos los puntos en espiral de la imagen. En realizaciones alternativas de la invención, el ángulo inicial de cada punto en espiral es elegido aleatoriamente por un generador de números aleatorios (fig. 5. y fig. 15). Esta realización es menos preferida porque los puntos pueden tocarse de una manera irregular, lo cual puede dar lugar a ruido.

La forma del primer arco o de la primera espiral puede ser de cualquier tipo, y se pueden combinar distintos tipos de arcos y de espirales dentro de la misma imagen de trama (véase, p. ej., los puntos en espiral de la fig. 4, que tienen una forma cuadrada con bordes redondeados, mientras que los puntos en espiral de la fig. 7 tienen una forma cuadrada sin bordes redondeados).

En una realización preferida, la primera espiral es una espiral de Arquímedes, que está definida por la siguiente fórmula:

$$r = a + b \times \theta$$

en la que r es la distancia radial, θ es el ángulo polar y a y b son parámetros que definen la apertura de la espiral en su centro y la distancia entre vueltas adyacentes. La definición puede ampliarse aún más mediante la siguiente fórmula:

$$r = a + b \times \theta^{(1/n)}$$

en la que n es una constante que determina cuán apretadas están las vueltas de la espiral. Las figuras 1, 3 y 8 representan espirales de Arquímedes con distintos parámetros a y b .

En otras realizaciones, la primera espiral también puede ser una evolvente del círculo, parte de una espiral de Euler, parte de una espiral logarítmica, o una espiral de Fermat. Con una superfórmula de Gielis se pueden generar otros tipos de espirales, de los cuales los siguientes son ejemplos aptos:

$$\rho = \rho(\varphi) = R(\varphi) \cdot \left(\left| \frac{\cos\left(\frac{m \cdot \varphi}{4}\right)}{a} \right|^{p_2} + \left| \frac{\sin\left(\frac{m \cdot \varphi}{4}\right)}{b} \right|^{p_3} \right)^{\frac{1}{p_1}}$$

Ejemplo 1:

$$\begin{aligned} a &= b = 1 & m &= 10 \\ p_2 &= p_3 = 5 & p_1 &= 8 \\ 0 &\leq \varphi \leq 14 \cdot 2\pi \\ R(\varphi) &= \varphi^{2.55} \end{aligned}$$

Ejemplo 2:

$$\begin{aligned} a &= b = 1 & m &= 6 \\ p_2 &= 0 & p_3 &= p_1 = 100 \\ 0 &\leq \varphi \leq 14 \cdot 2\pi \\ R(\varphi) &= \varphi^{2.4} \end{aligned}$$

La primera espiral también puede ser una espiral elíptica (figs. 2 y 12). En tal realización, el semieje mayor de la elipse está orientado preferiblemente a lo largo del ángulo de trama o es perpendicular al ángulo de trama de la imagen de trama.

Tal y como ya se ha indicado en el Resumen de la invención, el canal de tinta que está definido por el segundo arco o por la segunda espiral permite una extensión controlada de la tinta que se imprime en zonas definidas por el primer arco o por la primera espiral, lo que permite obtener una mayor calidad de imagen con menos tinta que en el estado de la técnica. Además, la extensión controlada de la tinta también permite reducir el moteado (*mottle*) de impresión. En la técnica anterior, el moteado de impresión se reduce mediante la modificación de la superficie del sustrato, por ejemplo, aplicando un recubrimiento absorbedor de tinta o un tratamiento de corona o de llama antes de la impresión. La presente invención permite evitar tal modificación en el caso de algunos sustratos. Además, también proporciona una mejor absorción de agua del papel, por lo que se reduce el moteado por interferencia del agua. Hasta puede reducir la transparentación (*shine-through*), también llamada traspaso de impresión (*print-through*), en sustratos absorbentes, debido al cual las imágenes se vuelven visibles en la parte posterior del sustrato.

La presente invención también permite reducir el moiré, que por la técnica anterior se sabe que ocurre cuando se imprimen distintos colores unos encima de otros a distintas frecuencias de trama y ángulos de trama, tal y como se da a conocer en "The Theory of the Moiré Phenomenon", de Isaac Amidror, Kluwer Academic Publishers, (2000, ISBN 0-7923-5950-X) (véase el cap. 3 "Moiré minimization"). Cuando se utiliza una prensa multicolor con más de

una estación de color, parece que la segunda espiral en los puntos de semitono impresos por una estación de color también puede actuar como canal de tinta para la tinta que ya ha sido impresa por otra estación de color. Como consecuencia, la extensión de la tinta depositada sobre el sustrato por la primera estación de color puede controlarse mejor que en las técnicas convencionales, tales como el tramado AM, lo que da lugar a menos moiré.

Para reducir aún más el efecto moiré, tal como el moiré del sujeto, también se prefiere aún más utilizar puntos en espiral que comprenden múltiples vueltas de una primera espiral delgada en lugar de puntos que producen la misma cobertura con menos vueltas pero más gruesas. Múltiples vueltas hacen que el efecto moiré sea menos visible porque tales puntos crean la impresión de una mayor frecuencia de trama. El efecto moiré producido por las tramas convencionales da lugar a las típicas estructuras de roseta que se muestran en la figura 37, que son menos pronunciadas cuando se utiliza una imagen de trama según la invención (fig. 38).

La presente invención es también menos proclive a sufrir un cambio brusco de tono en los tonos medios, el cual puede producirse en las tramas AM convencionales. Cuando los bordes de los puntos de semitono que están creciendo en tamaño de la presente invención se tocan, el repentino cambio brusco de tono, también llamado cambio brusco de densidad, el cual se conoce en la técnica anterior, puede reducirse porque la tinta de la acumulación de tinta inducida por los puntos que se tocan es drenada por los canales de tinta de los puntos.

Además, la extensión de la tinta permite un secado más rápido de las copias impresas. Esto permite alinear el trabajo de prensa con una prueba, ya que ambos están secos y no hay que tener en cuenta la reducción del brillo (*dryback*). Un secado más rápido también reduce el riesgo de maculatura (*ink setoff*), es decir, la transferencia de tinta de un ejemplar impreso al reverso de otro ejemplar que esté encima del mismo, por ejemplo, en la bandeja de salida de la prensa. Por lo tanto, la invención es también muy apta para su uso con una prensa de doble impresión, la cual permite la impresión simultánea en ambas caras de un sustrato en una sola pasada a través de la misma. El secado más rápido es también beneficioso a la hora de imprimir sobre láminas o plásticos no estucados y en la impresión de periódicos. Se pueden conseguir mayores velocidades de impresión, y los trabajos impresos se pueden llevar antes a un taller de encuadernación. En la impresión offset con tinta termofijable, puede bajarse la temperatura de los hornos de secado, con lo que se ahorra en gastos eléctricos. Asimismo, se posibilita la impresión offset con tinta curable con un menor consumo de energía por parte de la unidad de curado (led UV, bombilla UV o haz de electrones). El secado más rápido que permite la presente invención también puede proporcionar un mejor atrapamiento de la tinta para que se reduzca el moteado por un mal atrapamiento de tinta (*ink trap mottle*).

La impresión por inyección de tinta también se beneficia de algunas de las ventajas de la presente invención. Especialmente cuando la tensión superficial del sustrato provoca un corrimiento (*dewetting*), la imagen de trama de la presente invención produce una mejor calidad de impresión, tal como, por ejemplo, parches sólidos uniformes, en comparación con las tramas AM convencionales, porque el canal de tinta evita la acumulación local de tinta sobre el sustrato. La presente invención permite una impresión por inyección de tinta a una gran frecuencia de trama superior a, por ejemplo, 200 lpp (78,7 líneas/cm) sobre una variedad de sustratos, tales como una película (de plástico) estucada, una película (de plástico) translúcida y papel de periódico, algo que no se podía conseguir con los procedimientos de tramado AM de última generación.

La mejor uniformidad de los parches producida por la imagen de trama de la presente invención hace que sea más fácil medir los perfiles de color para los sistemas de gestión del color y más fácil correlacionar las imágenes de color con, por ejemplo, la supervisión del color en línea mediante la medición de las copias impresas durante la tirada en prensa. Como consecuencia, un trabajo de impresión se agiliza en cuanto al color y se desperdicia menos sustrato.

Recuadro umbral

La imagen de trama de la presente invención es generada preferiblemente por uno o más recuadros umbrales, a veces llamados matrices umbral, que transforman una imagen de tonos continuos en una trama de semitonos. Dicha transformación también se denomina representación en el umbral. El uso de recuadros umbral es bien conocido en la técnica. Por ejemplo, en "Digital Color Halftoning", de Henry R. Kang, capítulo 13, publicado en la serie de SPIE/IEEE sobre ciencia e ingeniería de imagen (11 de noviembre de 1999, ISBN 0-8194-3318-7), y en "Digital Halftoning", de Robert Ulichney, capítulos 5 y 6 (editorial: MIT Press, Cambridge, MA, EE UU, 1987, ISBN 0-262-21009-6) se puede encontrar más información sobre los recuadros umbral. En las siguientes solicitudes de patente se divulga una manera convencional de generar recuadros umbral para tramas AM: US5155599, US5903713 y EP0910206. Los puntos en espiral vecinos pueden crecer de manera diferente, de modo similar a las tramas convencionales, tal y como se divulga en "Recent trends in digital halftoning", Proc. SPIE 2949, Imaging Sciences and Display Technologies, (1997), DOI: 10.1117/12.266335. Los centros de punto de los puntos en espiral también pueden desplazarse, tal y como se da a conocer en el documento US 6.128.099.

Cuando se utilizan recuadros umbral en un tramado digital binario, es suficiente con un recuadro umbral para generar la imagen de trama de la presente invención. Como consecuencia, el número de recuadros umbral es, preferiblemente, igual que el número de canales de color de la imagen de tonos continuos. Esto aporta la ventaja de que la generación de imágenes de trama de acuerdo con la presente invención puede integrarse fácilmente en los procesadores de imágenes, los sistemas de flujo de trabajo de preparación de la impresión y los procesadores de

imágenes de trama (PIT) actuales porque no hay necesidad de cambiar entre distintos recuadros umbral, como los empleados en las técnicas de tramado híbrido, que requieren una mayor memoria que la que se necesita para llevar a cabo los procedimientos de la presente invención.

5 En el caso de un tramado digital multinivel, el recuadro umbral comprende múltiples matrices del mismo tamaño (una para cada nivel). La forma de tales matrices que comprenden valores umbral puede ser cuadrada o rectangular, pero también son aptas las matrices con forma de matriz Utah o con forma de diamante. En el documento US5903713, por ejemplo, se puede encontrar más información sobre el tramado multinivel.

10 La transformación de una imagen de tonos continuos en la imagen de semitonos de la presente invención por medio de uno o más recuadros umbral es similar a la de la técnica anterior: la cobertura de punto de semitono, que suele expresarse como un porcentaje y está definida por el número de píxeles de imagen en el punto, aumenta, tal y como lo define el recuadro umbral, proporcionalmente a la densidad correspondiente de la imagen de tonos continuos original. La cobertura de punto de los puntos en espiral de la presente invención puede incrementarse de varias
15 maneras: alargando la longitud del primer arco o de la primera espiral y, por tanto, aumentando el tamaño de punto, según lo dispuesto por valores consecutivos del recuadro umbral (véanse las figs. 20 y 21), aumentando el grosor del primer arco o de la primera espiral sin aumentar el tamaño de punto (reduciendo así el espacio vacío de la segunda espiral), ya sea localmente, por ejemplo, añadiendo protuberancias a la primera espiral, aumentando el grosor de uno o más segmentos de la primera espiral y/o aumentando el grosor de la primera espiral completa, insertando píxeles de imagen dentro de la segunda espiral, o mediante una combinación de cualquiera de estos
20 procedimientos.

Las figuras 22 a 24 muestran siete ejemplos de recuadros umbral que tienen unas dimensiones de 15x15 y que comprenden 10 valores umbral consecutivos numerados de 1 a 10. Estos recuadros umbral son aptos para generar
25 puntos en espiral según la presente invención, tal y como se muestra en las figuras 26 a 35.

- El recuadro umbral 300 define un punto en espiral que gira en sentido antihorario, en el que el grosor máximo de la primera espiral es de un píxel y el grosor máximo de la segunda espiral es de dos píxeles. Los puntos en espiral 3001-30010 generados por este recuadro umbral 300 para valores de densidad consecutivos de 1 a 10
30 están representados en la primera fila de las figuras 26 a 35, respectivamente.
- El recuadro umbral 301 define un punto en espiral que gira en sentido antihorario, en el que el grosor máximo de la primera espiral es de dos píxeles y el grosor máximo de la segunda espiral es de dos píxeles. A valores umbral mayores que 7, la segunda espiral se vuelve más fina. En la segunda fila de las figuras 26 a 35 están representados, respectivamente, los puntos en espiral 3011-30110 generados por este recuadro umbral 301
35 para valores de densidad consecutivos de 1 a 10.
- El recuadro umbral 302 define un punto en espiral que gira en sentido antihorario, en el que, al aumentar los valores umbral, la primera espiral se vuelve más fina y la segunda más gruesa. En la tercera fila de las figuras 26 a 35 están representados, respectivamente, los puntos en espiral 3021-30210 generados por este recuadro umbral 302 para valores de densidad consecutivos de 1 a 10.
- El recuadro umbral 303 define un punto en espiral que gira en sentido antihorario y que comprende un punto cuadrado en su centro a partir del cual unas primera y segunda espirales aumentan en longitud para mayores valores umbral. En la cuarta fila de las figuras 26 a 35 están representados, respectivamente, los puntos en espiral 3031-30310 generados por este recuadro umbral 303 para valores de densidad consecutivos de 1 a 10.
- El recuadro umbral 304 define un punto espiral que gira en sentido antihorario y que comprende una primera
45 espiral doble y, por tanto, también dos segundas espirales. En la quinta fila de las figuras 26 a 35 están representados, respectivamente, los puntos en espiral 3041-30410 generados por este recuadro umbral 304 para valores de densidad consecutivos de 1 a 10.
- El recuadro umbral 305 es similar al recuadro umbral 300, pero el punto en espiral generado por el mismo tiene un ángulo inicial diferente. En la sexta fila de las figuras 26 a 35 están representados, respectivamente, los puntos en espiral 3051-30510 generados por este recuadro umbral 305 para valores de densidad consecutivos de 1 a 10.
- El recuadro umbral 306 define un punto espiral que gira en el sentido horario, en el que la primera espiral comprende protuberancias. En la séptima fila de las figuras 26 a 35 están representados, respectivamente, los puntos en espiral 3061-30610 generados por este recuadro umbral 306 para valores de densidad consecutivos
55 de 1 a 10.

En las luces de la imagen de trama, la cobertura de punto puede ser demasiado pequeña como para que los píxeles de imagen representen una vuelta completa de la primera espiral. Los píxeles de imagen representan entonces un segmento de la primera espiral, es decir, un primer arco, tal y como se muestra en las figuras 26-28. La transición de
60 las luces a los tonos medios se realiza preferiblemente aumentando el grosor de dicho primer arco y/o alargando la longitud de dicho primer arco hasta que se forme una vuelta completa de la primera espiral. Se puede obtener una cobertura aún mayor incrementando el grosor y/o la longitud de dicha primera espiral, que entonces puede constar de más de una vuelta, incluyendo vueltas parciales.

65 A partir de una determinada cobertura umbral, que es, preferiblemente, mayor que un 40%, más preferiblemente, mayor que un 50% y, lo más preferiblemente, mayor que un 55%, la primera espiral ya no puede aumentar en

longitud sin solaparse con un punto vecino. Por encima de dicho umbral, se pueden producir imágenes más oscuras reduciendo la longitud y/o el grosor de la segunda espiral, o insertando píxeles de imagen dentro de la segunda espiral. Con coberturas de punto aún mayores, la segunda espiral se encoge todavía más y se convierte en un arco (el segundo arco).

Debido al solapamiento entre puntos vecinos, los puntos en espiral con una gran cobertura de punto ya no tienen una segunda espiral abierta. No obstante, tales puntos en espiral siguen aportando las ventajas de la invención, ya que la segunda espiral cerrada sigue definiendo un canal que puede aceptar tinta, de manera que se obtiene una mejor calidad de impresión con parches más uniformes en comparación con los recuadros umbral AM de última generación. La presente invención también aporta las ventajas conocidas ofrecidas por los recuadros umbral AM de última generación en comparación con los recuadros umbral FM, a saber, la suavidad de las áreas de tonos sólidos, la representación de los tonos medios y una mayor estabilidad de impresión. Al mismo tiempo, la presente invención también aporta las ventajas de los recuadros umbral FM de última generación en comparación con los recuadros umbral AM, concretamente, la representación de los pequeños detalles y el cierre en las sombras. Además, la presente invención no genera "gusanos" irregulares o estructuras con forma de espagueti, tal y como ocurre con los recuadros umbral FM de 2º orden, los cuales hacen que las imágenes impresas sean más granulosas, especialmente en las viñetas y los tonos medios.

En una realización preferida se utiliza un conjunto de recuadros umbral para generar una imagen de trama con modulación cruzada (XM, por sus siglas en inglés) según la presente invención, que comprende puntos en espiral de pequeño tamaño, cuya frecuencia está modulada en las zonas de luces y de sombra de la imagen, y puntos en espiral más grandes, cuya amplitud está modulada en los tonos medios. Como consecuencia, son posibles frecuencias de trama superiores a 200 lpp (78,7 líneas/cm). La relación entre la resolución y la frecuencia de trama de la imagen de trama de semitonos es, preferiblemente, inferior a 12 y, más preferiblemente, inferior a 10. Por ejemplo, cuando la resolución es de 2400 ppp (945 puntos/cm), la frecuencia de trama preferiblemente es superior a 240 lpp (94,5 líneas/cm).

Los uno o más recuadros umbral pueden ser generados por un generador de recuadros umbral, también llamado generador de semitonos, que se encuentra comprendido en un procesador de imágenes de trama o en un sistema de flujo de trabajo de preparación de la impresión, de acuerdo con opciones seleccionadas por el usuario a través de un campo de entrada de una interfaz de usuario. Las opciones convencionales comprenden la resolución de imagen, la frecuencia de trama, el ángulo de trama y la forma de trama. De acuerdo con la presente invención, el número de opciones se amplía preferiblemente mediante un campo de entrada para seleccionar el grosor máximo del primer y del segundo arco o espiral. Puede añadirse un campo de entrada adicional para seleccionar la forma del punto en espiral (p. ej., circular, elíptica, etc., tal y como se ha descrito anteriormente) y, preferiblemente, también un parámetro que defina aún más la forma seleccionada, tal como la elipticidad. Se puede añadir otro campo de entrada para la selección de una o más líneas radiales que pasen por el centro de los puntos en espiral y, opcionalmente, también un campo de entrada adicional para la especificación del grosor de las líneas radiales.

El generador genera el recuadro umbral a partir de estos campos de entrada anteriormente mencionados, preferiblemente, por medio de una función de trama que define una forma en espiral, tal como la espiral de Arquímedes descrita anteriormente. La forma en espiral o las líneas radiales se generan preferiblemente mediante su cálculo en coordenadas polares, a diferencia de los generadores de semitonos de última generación, en los que se utilizan coordenadas cartesianas.

Aplicaciones

La imagen de trama de semitonos de la presente invención puede utilizarse en diversas técnicas de impresión y, más preferiblemente, en la impresión litográfica, la impresión flexográfica y la impresión digital.

La imagen de trama puede exponerse sobre un material foto o termosensible, tal como un precursor de planchas de impresión litográfica o flexográfica, por medio de un láser, preferiblemente, un láser violeta o infrarrojo. Después de tratar el precursor expuesto, el cual puede estar oculto para el usuario en un procedimiento denominado de "revelado en prensa", se obtiene una plancha de impresión que lleva la imagen de trama de la presente invención. Esa plancha puede montarse luego en una prensa de impresión en la que se suministrará tinta a la plancha, que luego se transferirá al sustrato que se vaya a imprimir.

Cuando se utiliza para la impresión flexográfica, la imagen de trama de la presente invención se representa en la plancha flexográfica por medio de puntos en espiral en relieve. En comparación con la flexografía convencional, estos puntos de semitono pueden estamparse más fácilmente sobre el sustrato, de manera que se puede lograr una mejor transferencia de tinta de la plancha de impresión flexográfica al sustrato, especialmente por medio del canal de tinta abierto.

Se sabe que los puntos de semitono de pequeño tamaño, por ejemplo, los producidos por tramas FM, son difíciles de reproducir con precisión con planchas de impresión litográfica debido a la resolución limitada de la capa registradora de imagen. Igualmente, los puntos de impresión de pequeño tamaño en la imagen litográfica se

desgastan con facilidad, lo que acorta la vida de tirada de la plancha. Estos problemas pueden reducirse gracias a la presente invención, que combina aspectos de las tramas AM con las ventajas de las tramas FM, tal como la representación de los pequeños detalles y el cierre de las sombras. Por lo tanto, la imagen de trama de nuestra invención se utiliza de manera ventajosa en combinación con planchas de impresión litográfica, en particular, con litoplanchas que comprenden un fotopolímero como capa registradora de imagen, las cuales se utilizan a menudo para la impresión de periódicos. Las placas litográficas térmicas, es decir, sensibles a los infrarrojos, también se utilizan ventajosamente en combinación con la presente invención.

En una técnica de impresión digital, la imagen de trama de la presente invención se aplica sobre el sustrato sin utilizar una plancha, por ejemplo, aplicando tinta con una impresora de inyección de tinta. Las tintas de inyección que es preferible utilizar en el contexto de la presente invención son las tintas curables por UV, las tintas de disolvente ecológico y las tintas acuosas. Todas estas técnicas son bien conocidas en la técnica.

Las técnicas de impresión por inyección de tinta preferidas incluyen la impresión húmedo sobre seco y la impresión húmedo sobre húmedo, ya sea por aplicación de tinta por chorro directamente sobre un sustrato o por aplicación de tinta por chorro y su transferencia de una cinta o tambor de transferencia a un sustrato. El canal de tinta predefinido formado por la segunda espiral aporta las ventajas mencionadas, especialmente cuando se aplica un chorro de tinta sobre sustratos no absorbentes tales como el PET, el polietileno o los sustratos para etiquetas que se utilizan habitualmente en flexografía. Nuestra invención también permite utilizar un tramado de alta frecuencia en sistemas de inyección de tinta de una sola pasada.

Otras técnicas de impresión que pueden beneficiarse de la presente invención son la serigrafía, el huecograbado, el grabado, la tampografía y la impresión por transferencia, y técnicas de impresión digital como la xerografía, la electrofotografía, la iconografía, la magnetografía, la impresión láser, la impresión por sublimación, la impresión matricial, la impresión térmica, la nanografía o la transferencia térmica (de cera).

El sustrato sobre el que se puede imprimir la imagen de trama puede ser de cualquier tipo, por ejemplo, películas o láminas de plástico, soportes siliconados (*release liner*), textiles, metal, vidrio, cuero, piel, algodón y, naturalmente, una gran variedad de sustratos de papel (ligero, pesado, estucado, sin estucar, cartulina, cartón, etc.). El sustrato puede ser una pieza de trabajo rígida o una lámina, rollo o manga flexible. Entre los materiales flexibles preferidos se incluyen, por ejemplo, el papel, las láminas de transparencia, las hojas de PVC adhesivo, etc., que pueden tener un grosor inferior a los 100 µm y, preferiblemente, inferior a los 50 µm. Entre los sustratos rígidos se incluyen, por ejemplo, los de tablero duro, PVC, cartón, madera o receptor de tinta, preferiblemente, de un grosor de hasta 2 cm y, más preferiblemente, de hasta 5 cm. El sustrato también puede ser un material de banda flexible (p. ej., papel, vinilo adhesivo, tejido, PVC, textil). Sobre el sustrato se puede aplicar una capa receptora, por ejemplo, una capa receptora de tinta, para obtener una buena adhesión de la imagen reproducida sobre el sustrato.

En otra realización, la presente invención también puede utilizarse en un tramado tridimensional, tal como la estereolitografía, el procesamiento digital de la luz, el modelado por deposición fundida, la sinterización selectiva por láser, la fusión selectiva por láser, la fusión por haz electrónico y la fabricación de objetos laminados.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos (EX1, EX2, EX3, EX4, EX5, EX6) se imprimieron con una prensa de termofijación de Lithoman con colores CMYK (cian, magenta, amarillo y negro) utilizando los siguientes materiales y equipos:

Tinta: sistema de tintas termofijables SunOne de SunChemical™ para el cian, el magenta y el amarillo y SunMag de SunChemical™ para el negro.

Sustrato: EcoPrime 68H, de 52 g/m², de UPM.

Filmadora de planchas: filmadora de planchas Magnus FLV de Kodak™, con una resolución de impresión de 2400 ppp.

Plancha de impresión: plancha digital Electra Máx. de Kodak™.

Además, se emplearon consumibles estándar para la impresión por termofijación como la solución limpiadora de planchas 707 Plate Finisher de Kodak™, el limpiador para mantillas SchnellReiniger 220-300 de Vegra GmbH, el regenerador de planchas Electra Max de Kodak™, el endurecedor SalinoFix de Huber Group (*que es un aditivo para realizar un ajuste específico de la dureza total, para conseguir que el agua purificada sea idónea para el proceso de impresión offset*), y la solución de mojado Redufix AF de Huber Group (*que está diseñada para la impresión sin alcohol en máquinas rotativas de impresión offset con unidades de humectación de alimentación continua*).

En dichos ejemplos, se utilizó uno de los siguientes procedimientos de tramado con recuadros umbral (*un umbral por tinta*), según lo cual la frecuencia de trama fue de 140 lpp (líneas por pulgada), que equivale a 55,12 líneas por cm (*1 pulgada = 2,54 cm*). Los ángulos de trama para el cian, el magenta, el amarillo y el negro fueron, respectivamente, de 15°, 75°, 0° y 45°, a una resolución de 2.400 ppp, que equivale a 944,88 puntos por cm:

* **HT1** = Agfa Balanced Screening™, abreviado también como ABS, de AGFA™ a efectos comparativos.

* **HT2** = Según la presente invención, con puntos de semitono en espiral, tal y como se muestra en la figura 11, para la separación del negro. El grosor máximo de espiral fue de $2,5 \times 25.400 / 2.400 = 26,4583 \mu\text{m}$, y el grosor máximo del canal de tinta abierto, también llamado en la presente invención canal de tinta, fue de $1,5 \times 25.400 / 2.400 \mu\text{m} = 15,875 \mu\text{m}$.

ABS es un sistema de tramado convencional basado en PostScript™ que mejora la calidad de las impresiones. Ambos procedimientos de tramado (HT1, HT2) utilizan un recuadro umbral por color, por lo que se pueden implementar fácilmente en un sistema de flujo de trabajo que incluya intérpretes de PostScript (PS) e intérpretes de Portable Document Format (PDF). El sistema de flujo de trabajo utilizado en estos ejemplos fue el Apogee™ de AGFA™.

Los 6 trabajos de impresión de los ejemplos (**EX1, EX2, EX3, EX4, EX5, EX6**) fueron revistas semanales, impresas para el mercado minorista y el de la alimentación, que comprendían precios nuevos de productos de consumo y promociones temporales sobre fondos sólidos de color en 48 u 80 páginas A4, con imposición e impresión en recto/verso en CMYK en ambas caras del sustrato. Se imprimieron una vez en varias copias según HT1 y una vez en varias copias según HT2, con la misma densidad máxima y la misma densidad para cada valor tonal para cada tinta con el fin de obtener un resultado de impresión similar por color (cian, magenta, amarillo y negro) entre los dos procedimientos de tramado.

Cobertura de tinta calculada en Apogee a partir de una imagen de trama digital de semitonos

Después del paso de tramado, la cobertura de tinta se puede calcular en Apogee™ utilizando la curva de tonos. Las coberturas de tinta mostradas en la siguiente tabla se calcularon como un porcentaje (*máx. = [número de tintas] x 100%*) según dicho procedimiento de cálculo en Apogee™. La diferencia en la cobertura de tinta por ejemplo (EX1 vs. EX2) fue causada por otras promociones temporales (semanales) y/o por una maquetación diferente. La diferencia en la cobertura de tinta en cada ejemplo entre los procedimientos de tramado HT1 y HT2 se debió al uso de una curva de valores tonales diferente, también llamada curva de linealización, por lo que las densidades para cada tinta son iguales en la impresión entre los dos procedimientos de tramado (HT1, HT2).

Ejemplo	Tramado	Cobertura de tinta	
		Recto	Verso
EX1	HT1	131,2	127,3
EX1	HT2	126,3	122,7
EX2	HT1	112,5	106,6
EX2	HT2	108,8	103,0
EX3	HT1	83,2	88,3
EX3	HT2	72,8	77,5
EX4	HT1	134,8	139,5
EX4	HT2	130,7	135,4
EX5	HT1	94,9	100,3
EX5	HT2	81,8	86,9
EX6	HT1	136,9	143,5
EX6	HT2	132,4	138,8

Aunque la cobertura de tinta calculada es un pronóstico, ya da una idea de lo grandes que son las coberturas de tinta en dichos ejemplos.

Ejemplo 1 (EX1)

Las siguientes densidades máximas se midieron en copias:

Negro	1,15,	Cian	0,96
Magenta	0,97,	Amarillo	0,90

El número de copias fue de 250.000 por procedimiento de tramado.

Cantidad de tinta consumida en kilogramos (Kg) por procedimiento de tramado:

HT1 610 (negro = 36%, cian = 17%, magenta = 18%, amarillo = 29%)
HT2 532 (negro = 35%, cian = 17%, magenta = 18%, amarillo = 30%)

Ejemplo 2 (EX2)

Las siguientes densidades máximas se midieron en copias:

Negro 1,15, Cian 0,96
Magenta 0,97, Amarillo 0,90

El número de copias fue de 275000 por procedimiento de tramado.

Cantidad de tinta consumida en kilogramos (Kg) por procedimiento de tramado:

HT1 641 (negro = 36%, cian = 21%, magenta = 19%, amarillo = 27%)
HT2 581 (negro = 33%, cian = 21%, magenta = 20%, amarillo = 26%)

Ejemplo 3 (EX3)

Las siguientes densidades máximas se midieron en copias:

Negro 1,30, Cian 1,15
Magenta 1,15, Amarillo 1,10

El número de copias fue de 325000 por procedimiento de tramado.

Cantidad de tinta consumida en kilogramos (Kg) por procedimiento de tramado:

HT1 792 (negro = 39%, cian = 21%, magenta = 18%, amarillo = 22%)
HT2 604 (negro = 38%, cian = 21%, magenta = 19%, amarillo = 22%)

Nota: Por motivos que se desconocen, las densidades máximas entre impresiones según HT1 y HT2 no fueron iguales y tuvieron que ajustarse durante la tirada de impresión de EX3 según HT2.

Ejemplo 4 (EX4)

Las siguientes densidades máximas se midieron en copias:

Negro 1,15, Cian 0,96
Magenta 0,97, Amarillo 0,90

El número de copias fue de 250.000 por procedimiento de tramado.

Cantidad de tinta consumida en kilogramos (Kg) por procedimiento de tramado:

HT1 703 (negro = 22%, cian = 10%, magenta = 23%, amarillo = 45%)
HT2 607 (negro = 23%, cian = 10%, magenta = 23%, amarillo = 44%)

Ejemplo 5 (EX5)

Las siguientes densidades máximas se midieron en copias:

Negro 1,30, Cian 1,15
Magenta 1,15, Amarillo 1,10

El número de copias fue de 325000 por procedimiento de tramado.

Cantidad de tinta consumida en kilogramos (Kg) por procedimiento de tramado:

HT1 732 (negro = 45%, cian = 20%, magenta = 18%, amarillo = 17%)
HT2 625 (negro = 44%, cian = 20%, magenta = 20%, amarillo = 16%)

Ejemplo 6 (EX6)

Las siguientes densidades máximas se midieron en copias:

Negro 1,15, Cian 0,96
Magenta 0,97, Amarillo 0,90

El número de copias fue de 375000 por procedimiento de tramado.

Cantidad de tinta consumida en kilogramos (Kg) por procedimiento de tramado:

5	HT1	656 (negro = 36%, cian = 22%, magenta = 19%, amarillo = 23%)
	HT2	539 (negro = 35%, cian = 23%, magenta = 20%, amarillo = 22%)

Conclusión

- 10 Se comparó el peso total de tinta consumida en relación con el número de copias entre las copias impresas según HT1 y las copias impresas según HT2 para calcular el ahorro de tinta con HT2. Estos ejemplos demuestran que con HT2 se consume menos tinta. Menos tinta en una copia da lugar a un mejor equilibrio agua-tinta, lo cual se traduce en una velocidad mayor, también existe la posibilidad de bajar la temperatura en el horno de termofijación.

REIVINDICACIONES

1. Imagen de trama de semitonos para crear la ilusión de una imagen de tonos continuos en una copia impresa, en donde dicha imagen de trama de semitonos comprende una pluralidad de puntos de semitono que comprenden:
 - (i) píxeles de imagen dispuestos formando un primer arco (200) o una pluralidad de arcos que, juntos, representan una primera espiral (100), y
 - (ii) píxeles no de imagen dispuestos formando un segundo arco (201) o una pluralidad de arcos que, juntos, representan una segunda espiral (101).
2. Imagen de trama de semitonos según la reivindicación 1, en la que el segundo arco o la segunda espiral es abierta.
3. Imagen de trama de semitonos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el grosor de dichos primer y segundo arcos y de dichas primera y segunda espirales es, independientemente, de 1 μm a 75 μm .
4. Imagen de trama de semitonos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los puntos de semitono están dispuestos formando un mosaico regular, con una distancia entre centros de puntos de semitono vecinos de 50 μm a 400 μm .
5. Imagen de trama de semitonos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que tiene una frecuencia de trama superior a 39 líneas por cm y un ángulo de trama seleccionado del grupo formado por 0°, 15°, 75°, 90°, 45°, 67,5°, 22,5°, 7,5°, 82,5° y 37,5°.
6. Imagen de trama según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la frecuencia de trama es mayor que 40 líneas por pulgada (15,7 líneas/cm).
7. Plancha de impresión litográfica que comprende una imagen de trama de semitonos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que la primera espiral define zonasceptoras de tinta y la segunda espiral define zonasceptoras de agua.
8. Plancha de impresión flexográfica que comprende una imagen de trama de semitonos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que la primera espiral define zonasceptoras de tinta.
9. Procedimiento de transformación de una imagen de tonos continuos en una imagen de trama de semitonos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el primer arco, la primera espiral, el segundo arco y la segunda espiral de los puntos de semitono tienen cada uno una longitud y/o un grosor que viene determinado por las densidades locales de la imagen de tonos continuos, comprendiendo el procedimiento un paso de transformar dicha imagen de tonos continuos en dicha imagen de trama de semitonos por medio de al menos un recuadro umbral, según lo cual:
 - el número de píxeles de imagen en las luces y los tonos medios de la imagen de trama de semitonos se incrementa aumentando la longitud y/o el grosor del primer arco o de la primera espiral, y
 - el número de píxeles de imagen en las sombras de la imagen de trama de semitonos se incrementa reduciendo la longitud y/o el grosor del segundo arco o de la segunda espiral.
10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que el número de píxeles de imagen se incrementa añadiendo protuberancias a la primera espiral, o aumentando el grosor de uno o más segmentos de la primera espiral, o aumentando el grosor de la primera espiral completa, o insertando píxeles de imagen dentro de la segunda espiral, o mediante una combinación de cualquiera de estos procedimientos.
11. Procedimiento de elaboración de una plancha de impresión, que comprende los pasos de (i) elaborar una imagen de trama de semitonos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 y (ii) exponer dicha imagen de trama de semitonos sobre un precursor de planchas de impresión.
12. Procedimiento de elaboración de una plancha de impresión, que comprende los pasos de (i) transformar una imagen de trama de semitonos por medio del procedimiento según la reivindicación 9 o 10 y (ii) exponer dicha imagen de trama de semitonos sobre un precursor de planchas de impresión.
13. Procedimiento de impresión, que comprende los pasos de (i) elaborar una plancha de impresión por medio del procedimiento según la reivindicación 11 o 12, (ii) suministrar tinta a dicha plancha y (iii) transferir tinta de dicha plancha a un sustrato.
14. Procedimiento de impresión por inyección de tinta, que comprende los pasos de (i) elaborar una imagen de trama de semitonos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 y (ii) aplicar tinta a chorro sobre un sustrato en zonas definidas por el primer arco y por la primera espiral de la imagen de trama de semitonos.

- 5 15. Procedimiento de impresión por inyección de tinta, que comprende los pasos de (i) transformar una imagen de tonos continuos en una imagen de trama de semitonos mediante el procedimiento según la reivindicación 9 o 10 y (ii) aplicar tinta a chorro sobre un sustrato en zonas definidas por el primer arco y por la primera espiral de la imagen de trama de semitonos.

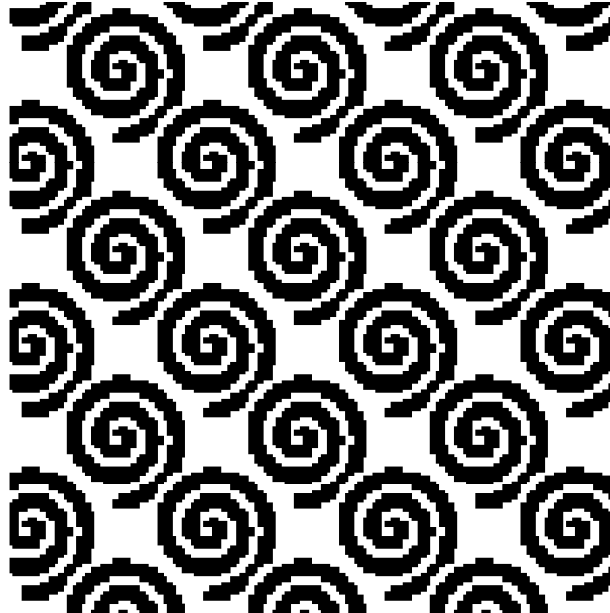


Fig. 1

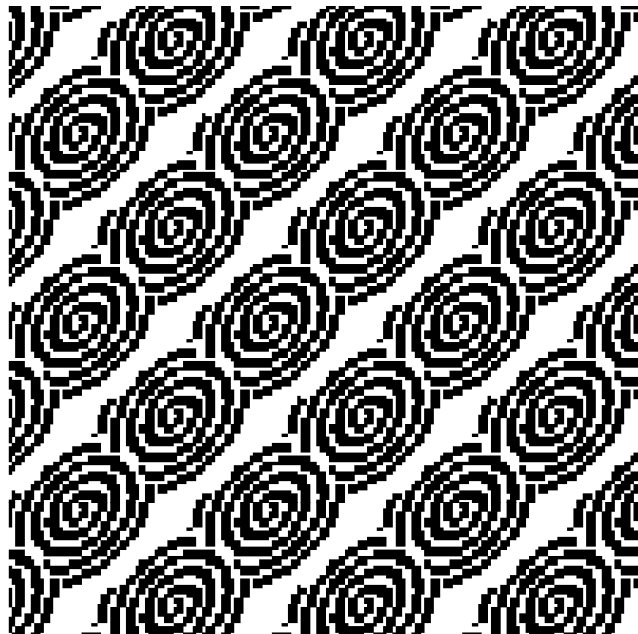


Fig. 2

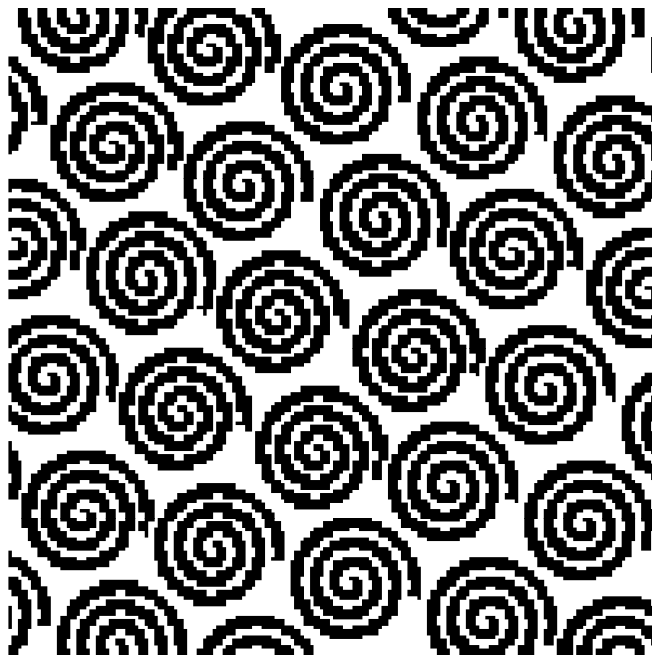


Fig. 3

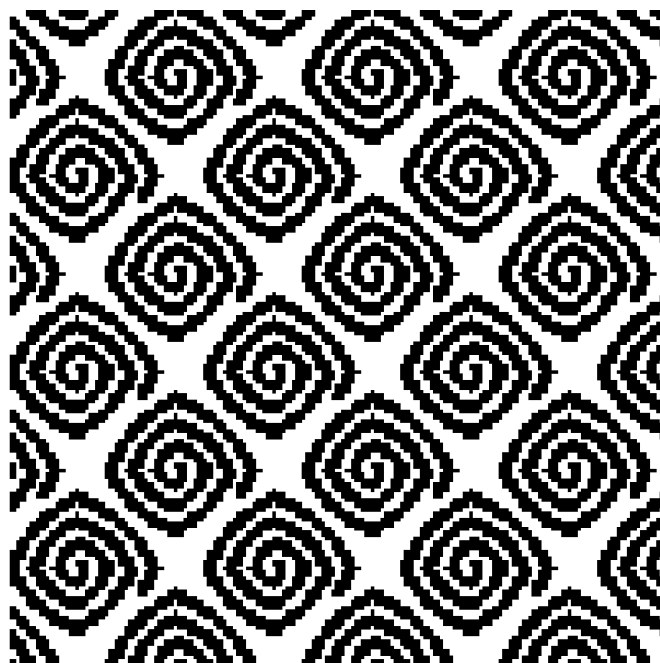


Fig. 4

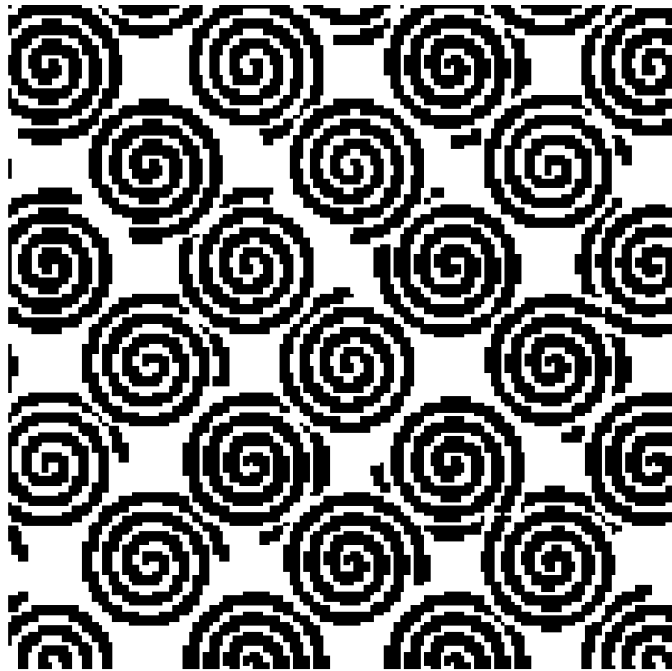


Fig. 5

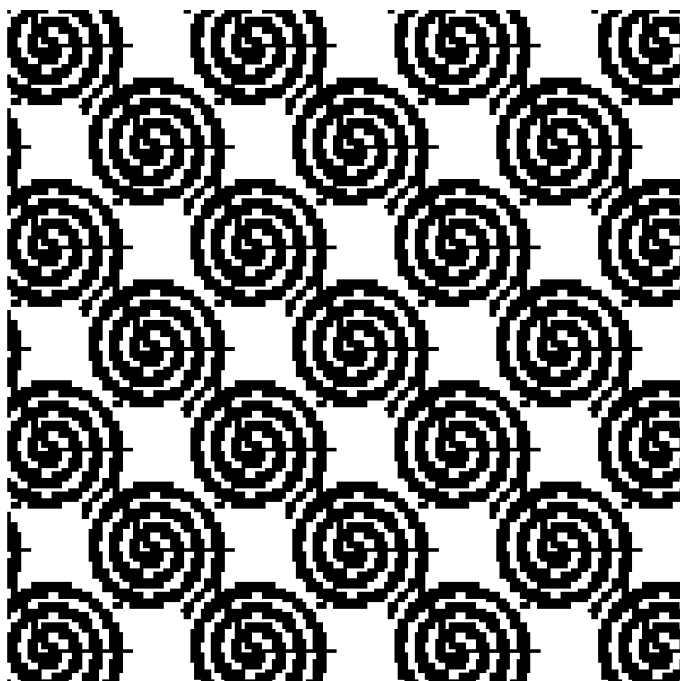


Fig. 6

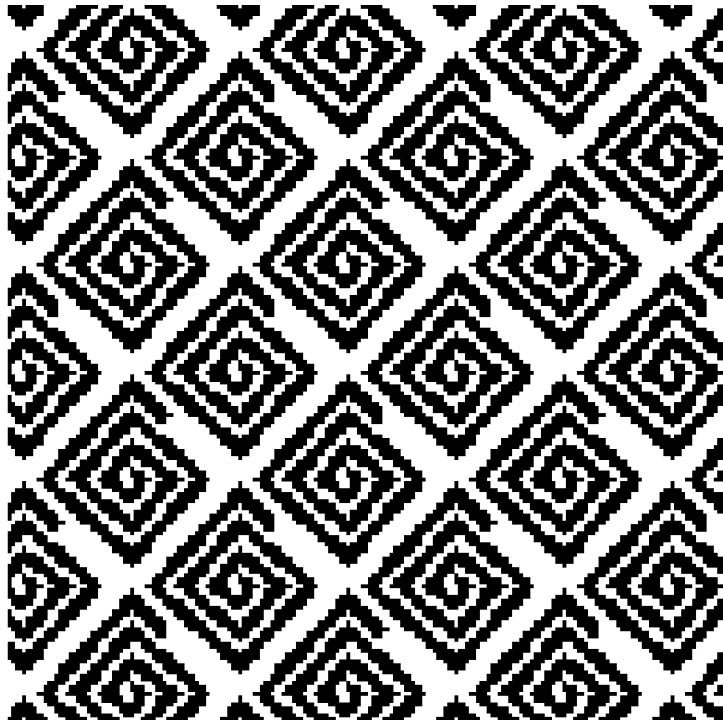


Fig. 7

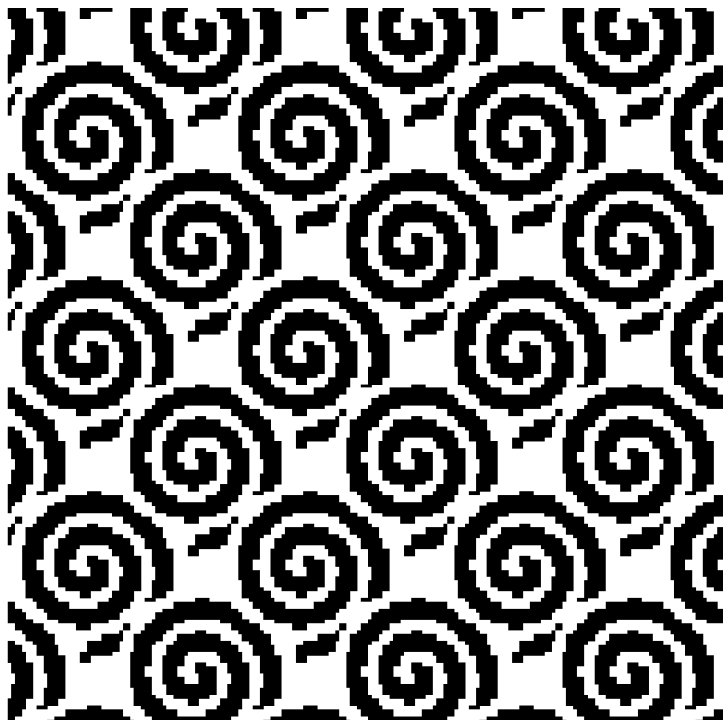


Fig. 8

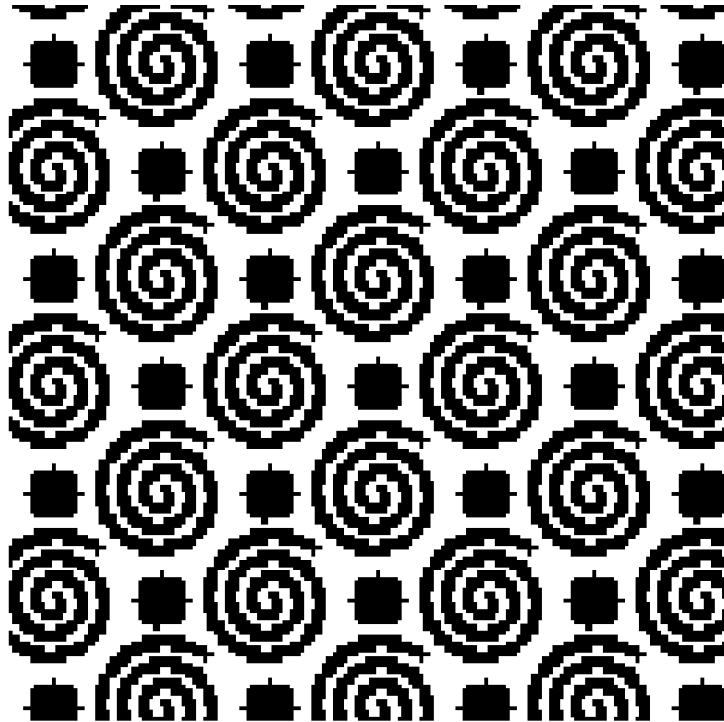


Fig. 9

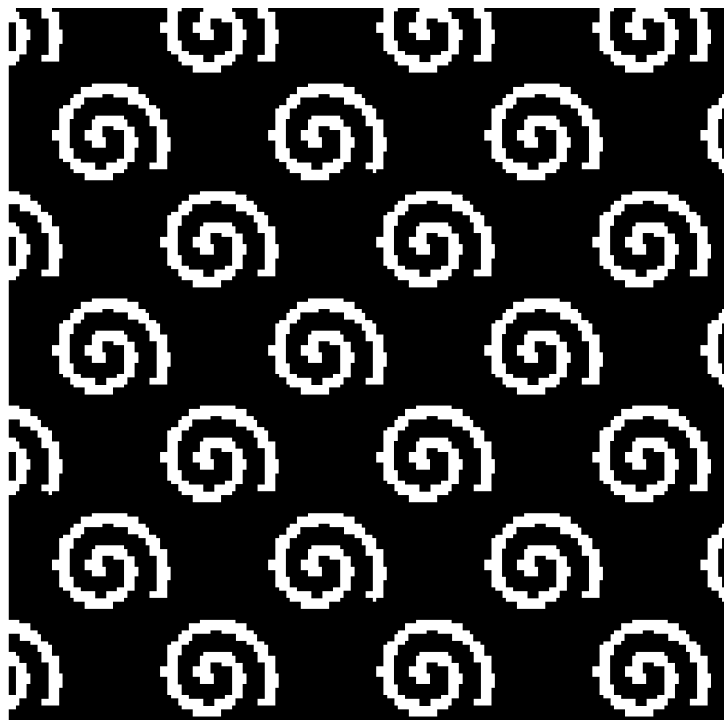


Fig. 10

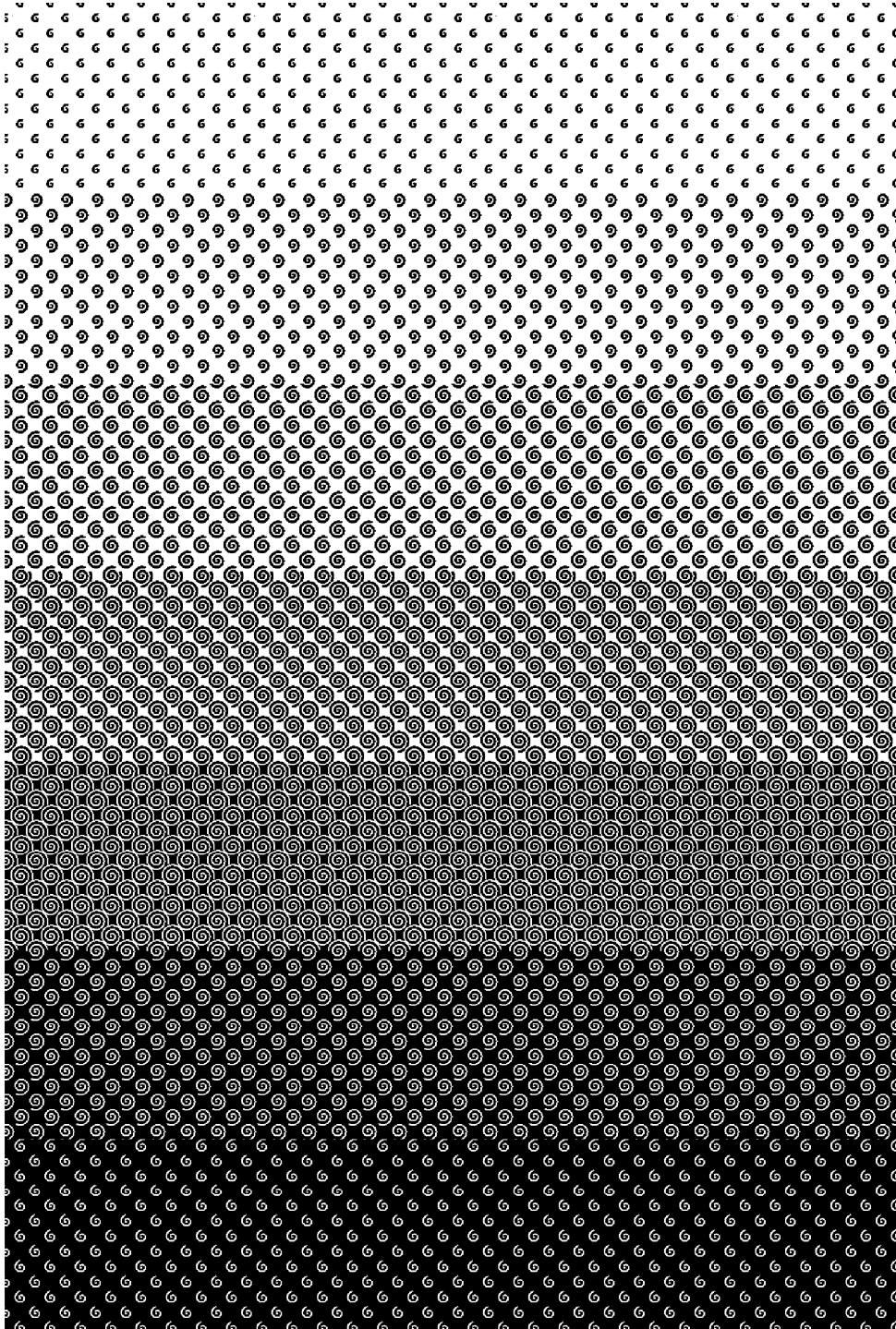


Fig. 11

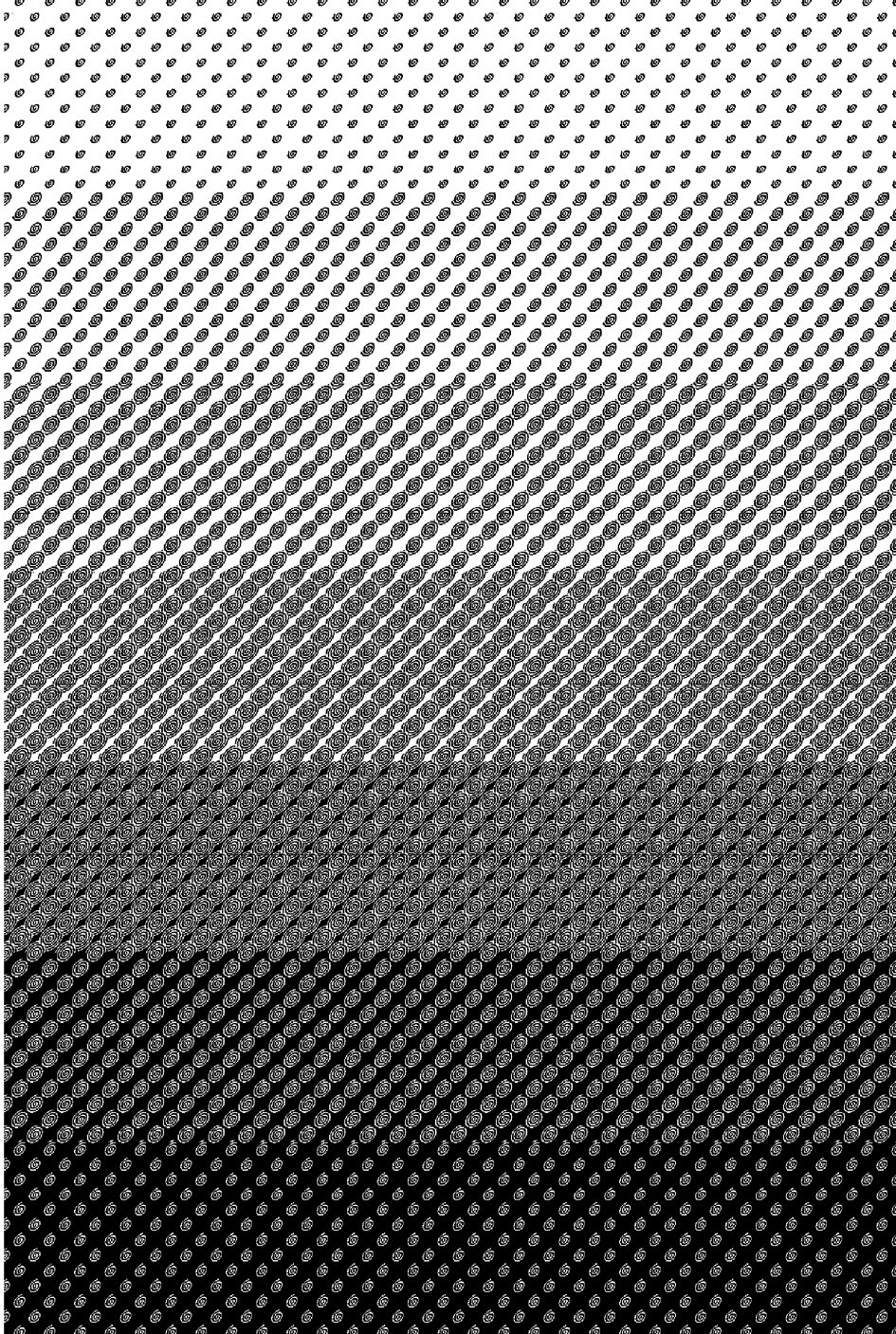


Fig. 12

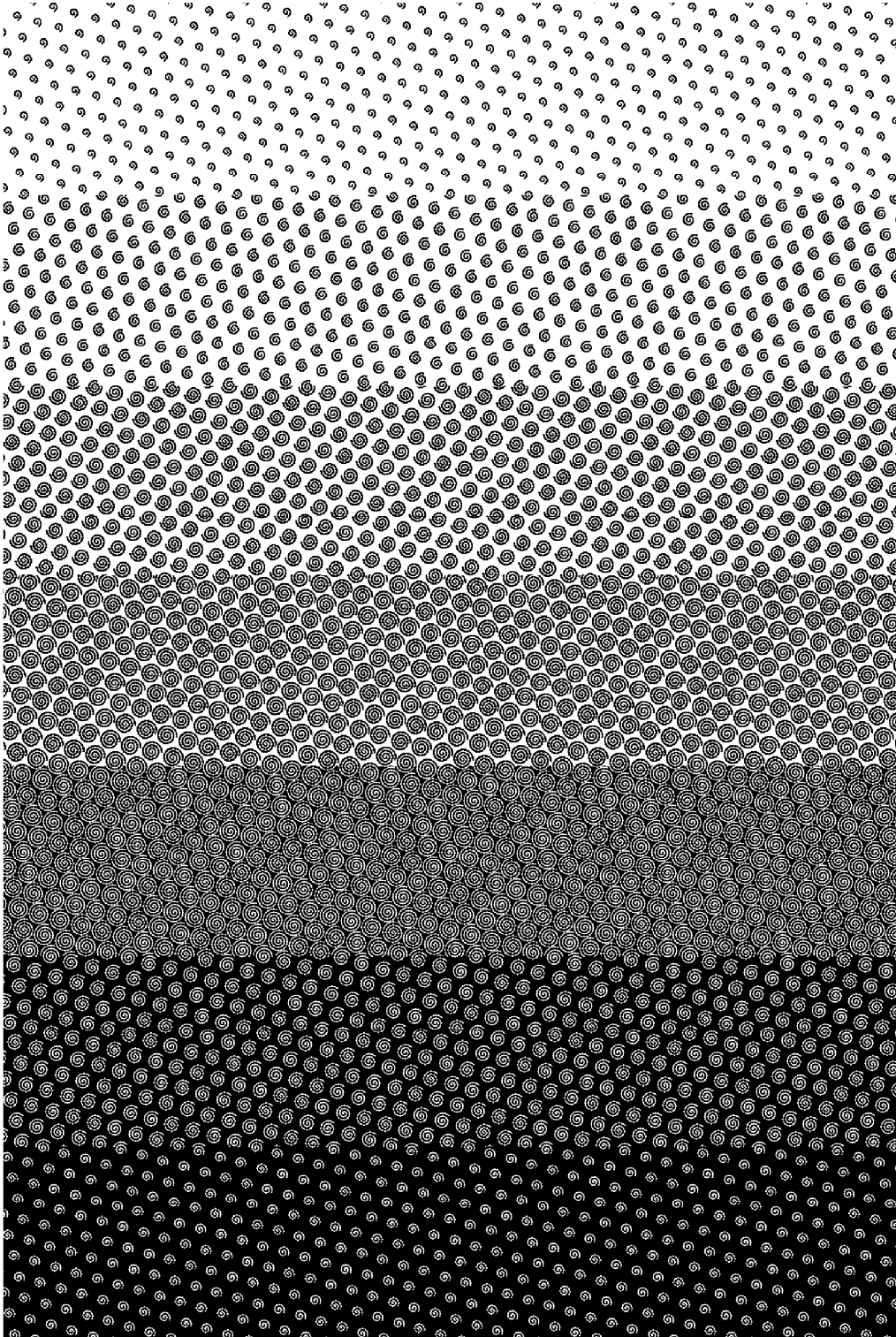


Fig. 13

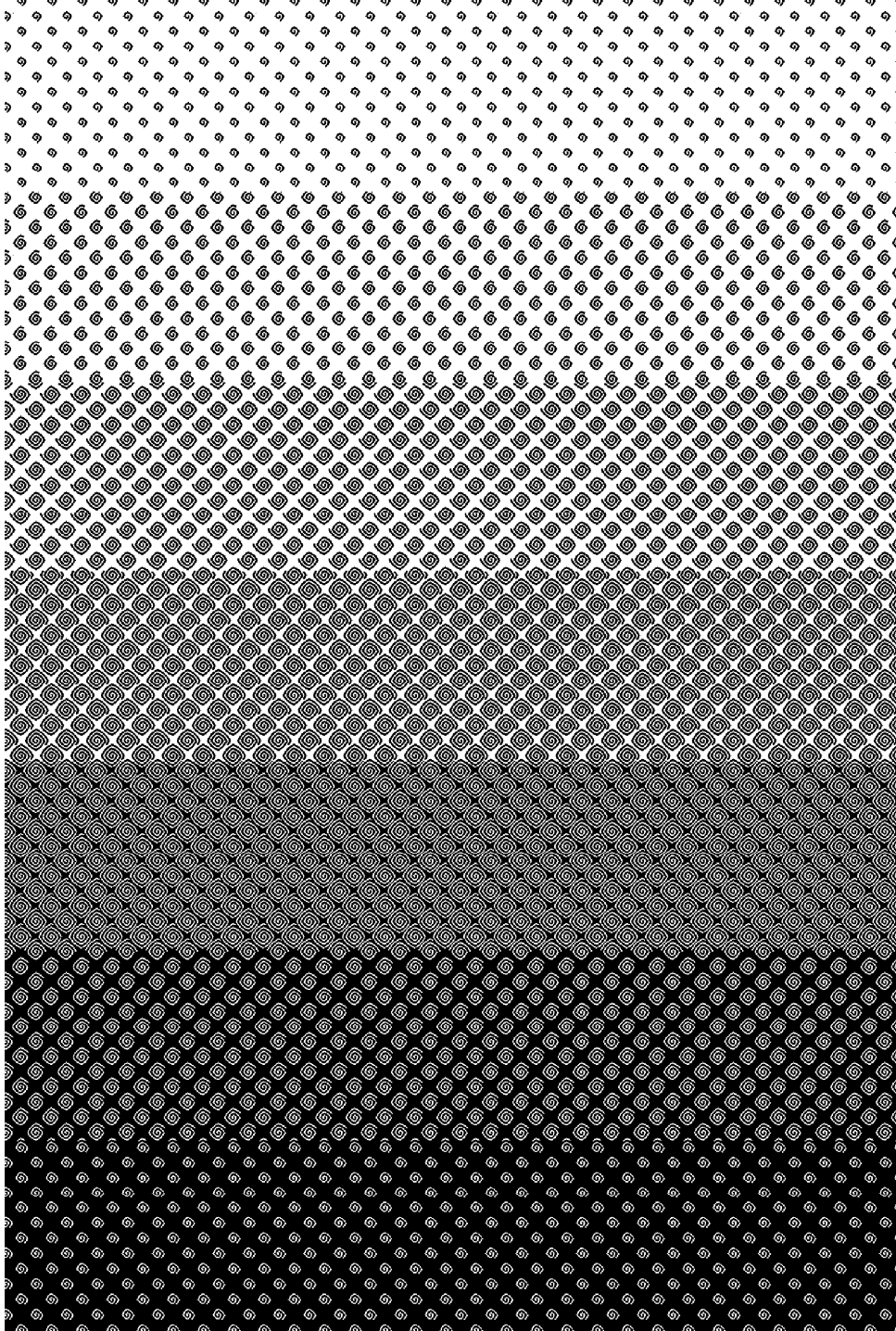


Fig. 14

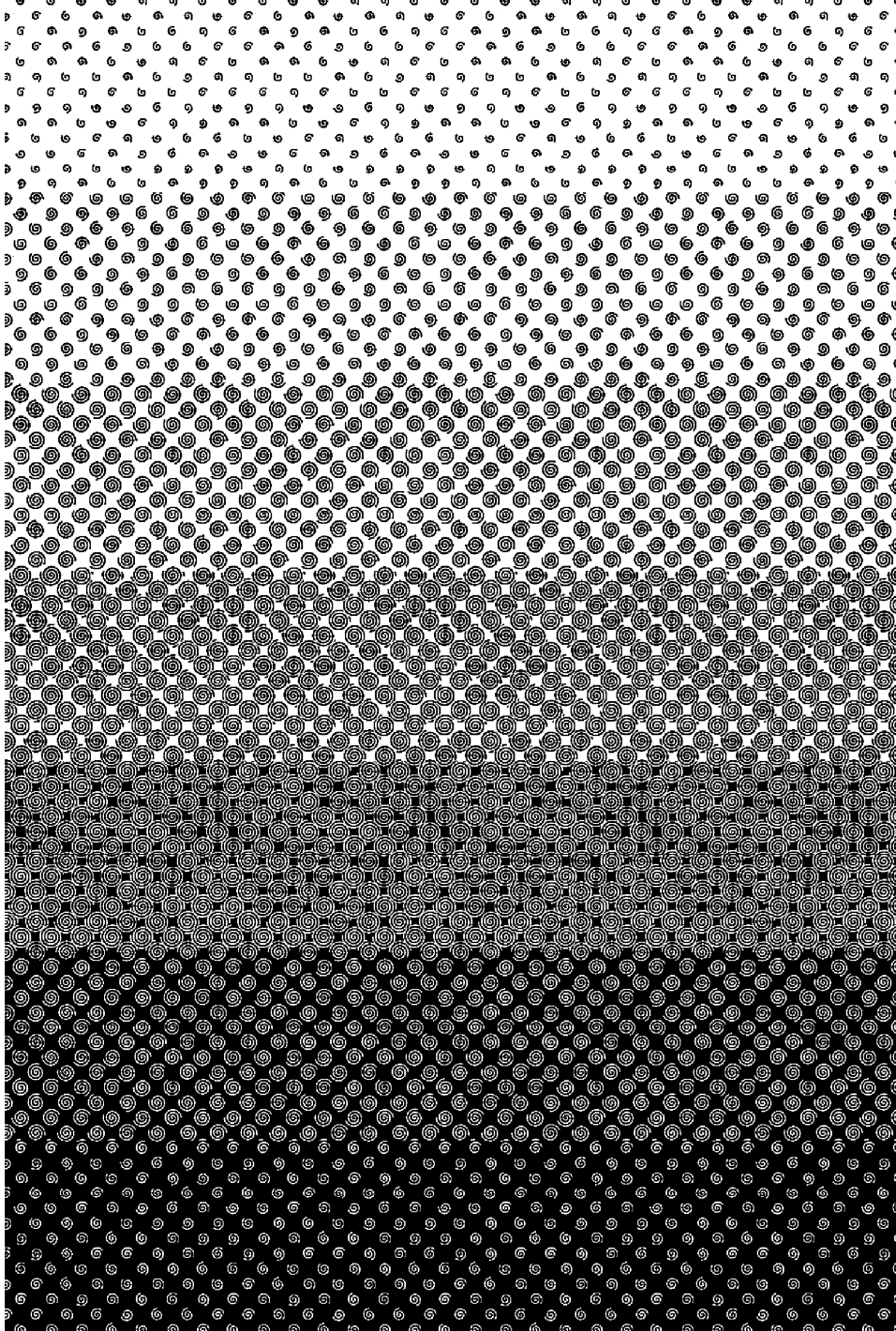


Fig. 15

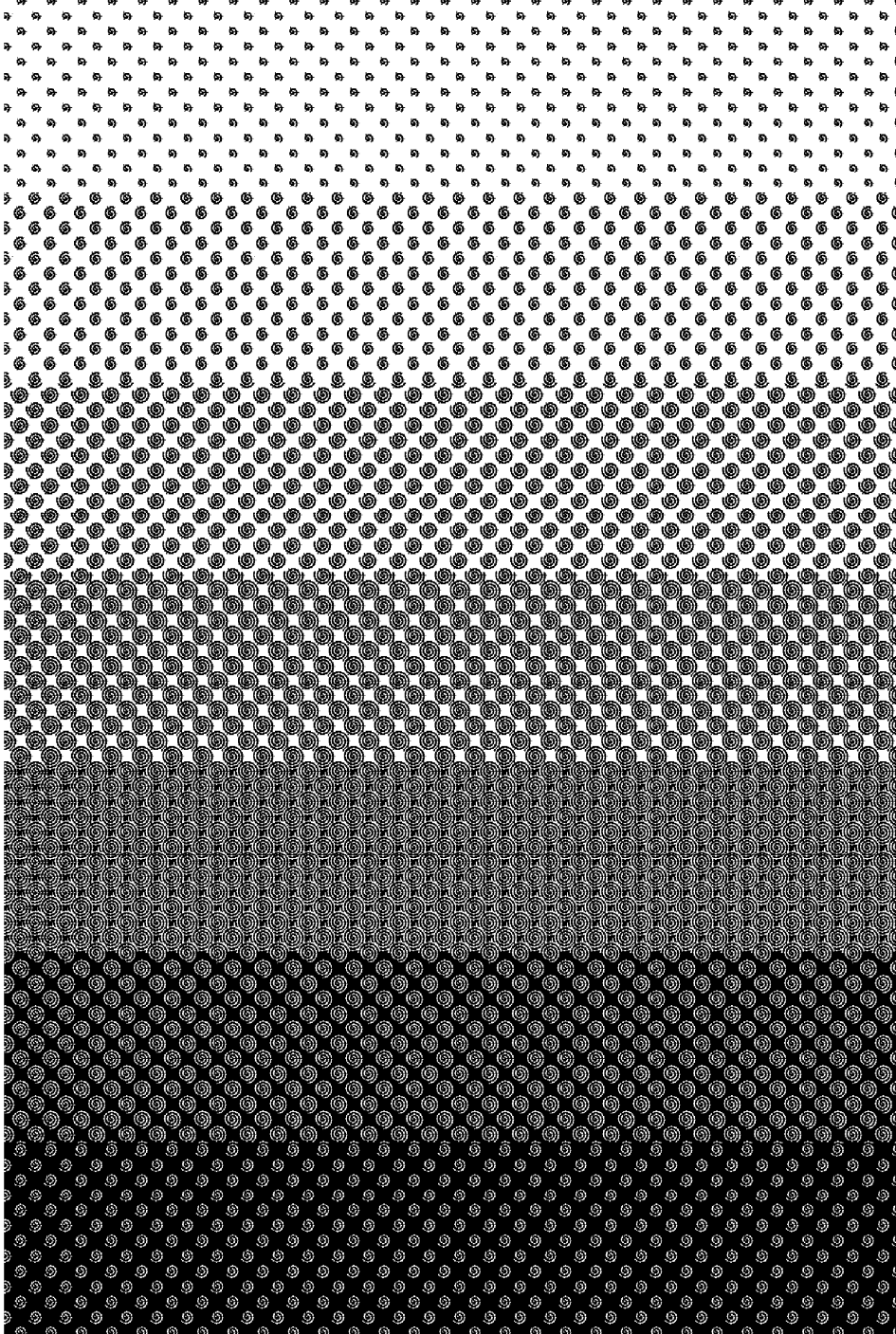


Fig. 16

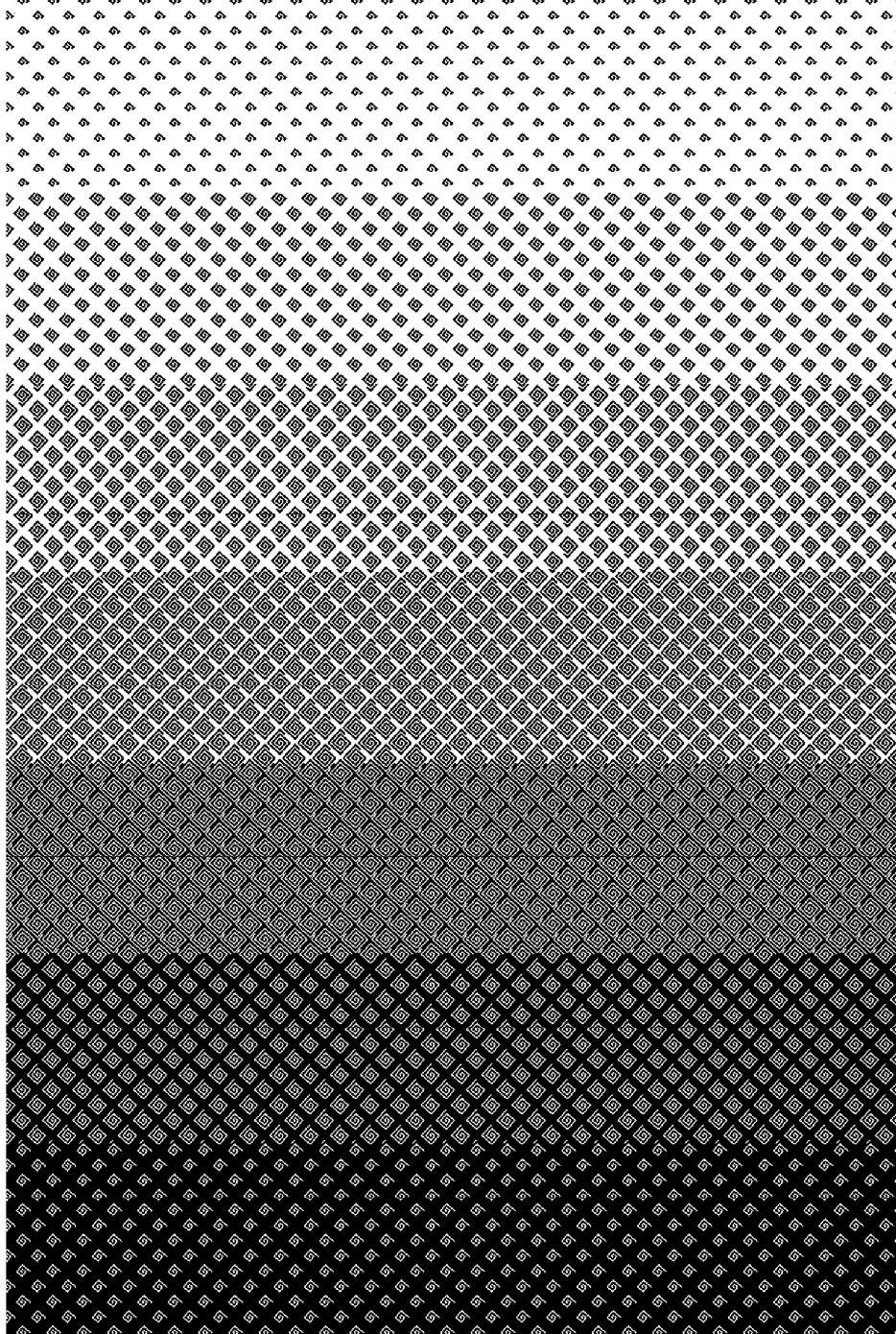


Fig. 17

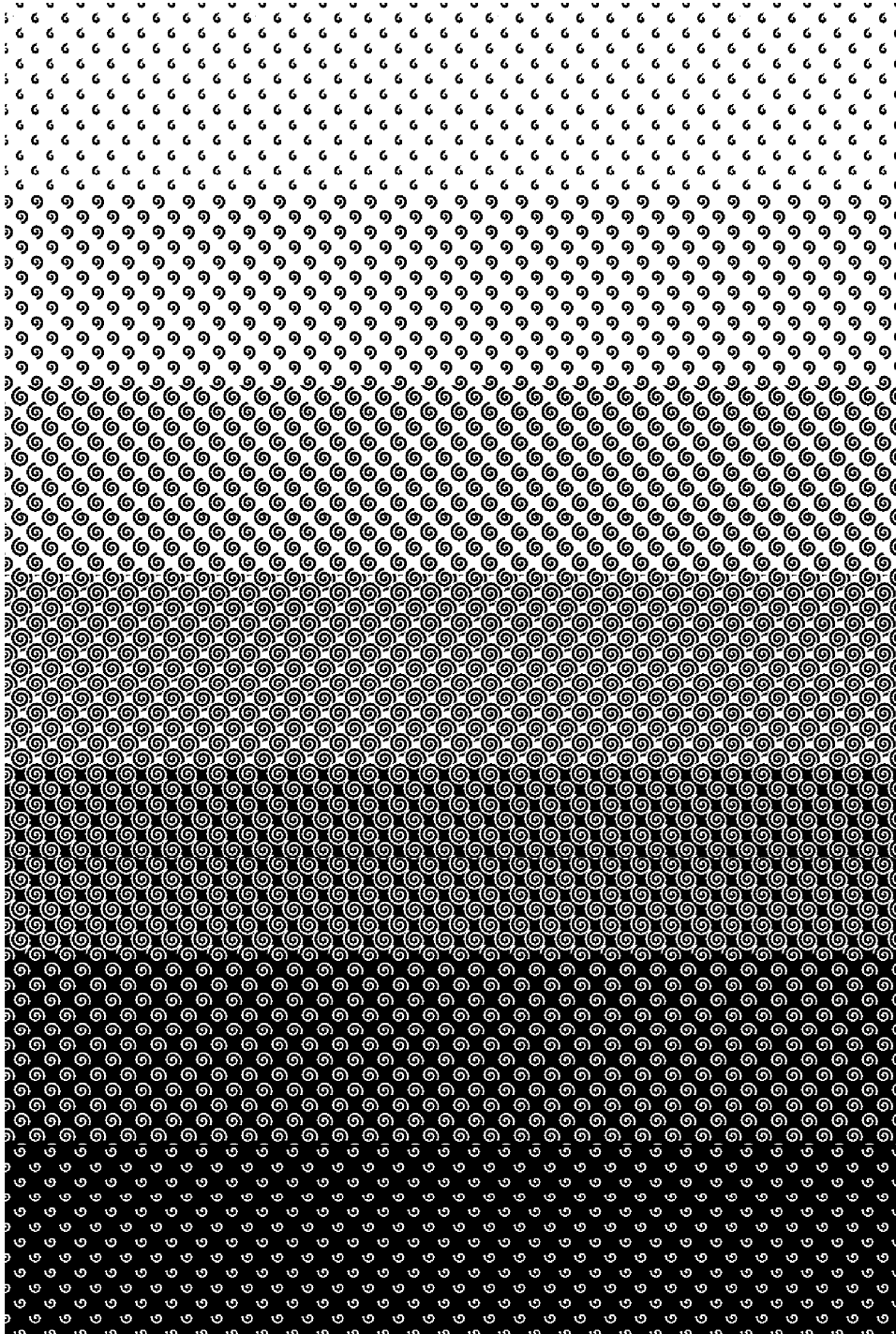


Fig. 18

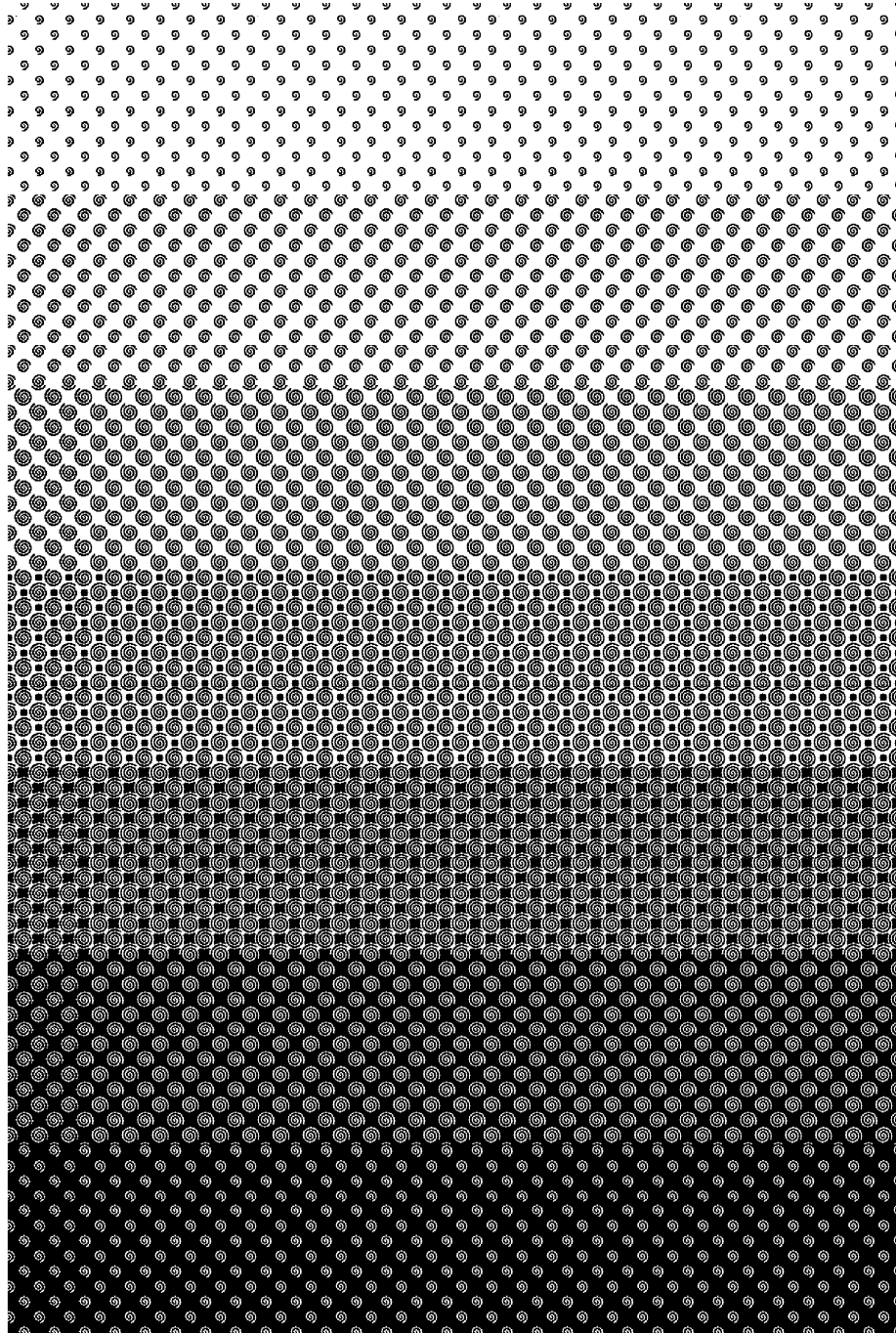


Fig. 19

26	25	199	199	200	53	53	94	97	104	111	115	123	126	129	78	78	125	129	122	117	110	110	74	203	204	204	37	36	255	255	
26	26	198	198	199	54	89	93	95	100	103	76	77	77	77	78	79	79	83	84	84	86	107	74	73	204	205	205	36	36	256	256
26	197	197	198	54	54	88	90	94	75	76	76	165	164	163	162	162	161	168	168	85	86	94	95	76	76	214	214	215	37	36	
196	197	197	55	55	85	87	74	75	75	166	166	165	164	163	162	161	161	168	168	167	168	95	95	75	75	214	215	216	217	218	
196	196	55	55	83	84	74	74	168	167	167	166	165	164	163	42	42	160	168	167	167	168	182	182	96	74	74	73	216	217	218	
195	56	56	85	84	73	73	169	169	168	167	166	41	41	41	42	42	43	45	46	47	167	182	181	180	97	74	73	218	219		
57	56	88	88	72	73	170	170	169	168	40	40	40	216	215	214	214	213	223	46	47	48	53	181	96	99	100	102	72	72	72	
94	92	91	89	72	72	172	171	171	170	39	39	218	217	216	215	214	213	223	223	48	53	53	98	100	101	104	106	107	71	71	
98	95	93	72	72	172	172	171	38	39	218	218	217	217	216	18	18	213	222	223	223	224	244	54	54	101	103	105	108	112	114	
104	100	97	71	173	173	173	38	38	219	219	218	16	17	17	17	18	19	20	20	223	223	243	243	55	55	105	107	111	117	121	
111	105	71	71	174	173	37	37	220	220	219	15	16	16	246	245	245	244	256	21	21	222	242	242	55	56	107	110	114	121	130	
115	109	70	175	174	174	36	37	221	220	15	15	247	247	246	246	245	244	256	256	21	22	241	241	241	56	56	113	119	126	133	
122	112	70	176	175	175	36	222	221	221	14	14	248	247	247	4	4	243	256	256	256	22	24	240	240	57	57	116	123	132	141	
127	117	70	177	176	176	36	223	222	222	14	249	248	248	3	4	5	5	5	256	256	23	25	240	239	239	58	117	124	137	148	
128	69	69	177	177	35	35	223	223	13	13	249	249	3	3	256	256	6	6	256	256	256	26	238	238	238	58	120	128	139	149	
130	69	68	178	178	35	35	224	224	13	13	250	250	2	1	1	256	256	6	7	256	256	26	26	237	237	58	59	130	141	151	
128	119	68	179	179	180	34	225	226	226	12	252	252	252	1	1	256	256	8	7	256	256	27	27	236	237	59	59	128	139	149	
126	119	68	181	181	181	34	227	227	12	12	253	253	254	255	255	256	9	8	255	256	256	27	235	235	236	60	118	125	137	147	
123	114	68	68	182	182	34	34	228	229	229	11	11	254	255	255	256	9	8	255	256	256	28	234	234	235	60	115	124	131	142	
125	118	72	72	196	196	196	36	245	246	246	247	11	11	11	10	9	9	255	256	256	29	28	233	234	61	61	113	118	126	136	
120	112	107	72	197	198	198	35	35	247	248	249	249	250	10	10	254	255	255	256	29	29	232	232	233	62	61	110	114	122	130	
87	88	104	72	71	199	199	200	35	34	249	250	251	252	253	254	254	255	256	31	30	30	231	231	232	62	104	108	111	117	120	
88	88	89	89	71	71	201	201	202	34	34	33	252	253	254	254	255	256	32	31	30	230	230	231	63	62	103	105	109	88	89	
184	183	95	96	75	75	215	215	216	216	217	35	35	34	34	33	33	32	32	228	228	229	230	63	63	99	101	87	87	88	194	
184	183	182	181	96	74	74	73	216	217	218	219	220	221	34	33	224	225	226	227	228	229	64	64	97	98	86	86	195	195	195	
51	182	182	181	180	97	74	73	72	218	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	227	65	65	99	98	85	86	197	196	195	195	
52	52	53	181	96	99	100	101	72	72	71	219	221	222	222	223	224	225	67	66	66	65	102	102	85	85	198	198	197	196	46	
245	53	53	54	97	100	101	104	106	107	71	71	70	70	69	68	68	68	67	66	109	107	106	103	84	200	199	198	197	46	46	
245	244	243	54	54	100	103	105	108	112	114	118	122	124	69	69	128	125	123	119	114	110	109	83	84	200	200	199	45	45	255	
245	244	243	242	55	55	104	107	111	117	120	126	132	136	139	140	138	137	131	127	121	116	112	83	201	201	201	44	44	255	255	
23	243	242	242	55	56	106	110	114	121	129	134	142	146	149	154	150	145	140	133	129	122	82	83	202	202	43	44	256	256	256	

Fig. 20

26	25	199	199	200	53	53	94	97	104	111	115	123	126	129	78	78	125	129	122	117	110	110	74	203	204	204	37	36	255	255	
26	26	198	198	199	54	89	93	95	100	103	76	77	77	77	78	79	79	83	84	84	86	107	74	73	204	205	205	36	36	256	256
26	197	197	198	54	54	88	90	94	75	76	76	165	164	163	162	162	161	168	168	85	86	94	95	76	76	214	214	215	37	36	
196	197	197	55	55	85	87	74	75	75	166	166	165	164	163	162	161	161	168	168	167	168	95	95	75	75	214	215	216	217	218	
196	196	55	55	83	84	74	74	168	167	167	166	165	164	163	42	42	160	168	167	167	168	182	182	96	74	74	73	216	217	218	
195	56	56	85	84	73	73	169	169	168	167	166	41	41	41	42	42	43	45	46	47	167	182	181	180	97	74	73	218	219		
57	56	88	88	72	73	170	170	169	168	40	40	40	216	215	214	214	213	223	46	47	48	53	181	96	99	100	102	72	72	72	
94	92	91	89	72	172	171	171	170	39	39	218	217	216	215	215	214	213	223	223	223	48	53	53	98	100	101	104	106	107	71	
98	95	93	72	72	172	172	171	38	39	218	218	217	217	216			213	222	223	223	224	244	54	54	101	103	105	108	112	114	
104	100	97	71	173	173	173	38	38	219	219	218								223	223	243	243	55	55	105	107	111	117	121		
111	105	71	71	174	173	37	37	220	220	219								246	245	244	256										
115	109	70	175	174	174	36	37	221	220									247	247	246	246	247	241	241	241	56	56	113	119	126	133
122	112	70	176	175	175	36	222	221	221									248	247	247											
127	117	70	177	176	176	36	223	222	222									249	248	248											
128	69	69	177	177	35	35	223	223										249	249												
130	69	68	178	178	35	35	224	224										250	250												
128	119	68	179	179	180	34	225	226	226									252	252	252											
126	119	68	181	181	34	227	227	227											253	253	253										
123	114	68	68	182	182	34	34	228	229	229									254	255	255	256									
125	118	72	72	196	196	196	36	245	246	246	247																				
120	112	107	72	197	198	198	35	35	247	248	249	249	250																		
87	88	104	72	71	199	199	200	35	34	249	250	251	252	253	254	254	255	256	31	30	30	231	231	232	62	104	108	111	117	120	
88	88	89	89	71	71	201	201	202	34	34	33	252	253	254	254	255	256	32	31	30	230	230	231	63	62	103	105	109	88	89	
184	183	95	96	75	75	215	215	216	216	217	35	35	34	34	33	33	32	32	228	228	229	230	63	63	99	101	87	87	88	194	
184	183	182	181	96	74	74	73	216	217	218	219	220	221	221	222	223	224	225	226	227	228	229	64	64	97	98	86	86	195	195	195
51	182	182	181	180	97	74	73	72	218	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	227	227	65	65	99	98	85	86	197	196	195	195
52	52	53	181	96	99	100	101	72	72	71	219	221	222	222	223	224	225	226	227	66	66	65	102	102	85	85	198	198	197	196	46
245	53	53	54	97	100	101	104	106	107	71	71	70	70	69	68	68	68	67	66	109	107	106	103	84	200	199	198	197	46	46	
245	244	243	54	54	100	103	105	108	112	114	118	122	124	69	69	128	125	123	119	114	110	109	83	84	200	199	45	45	255	255	
245	244	243	242	55	55	104	107	111	117	120	126	132	136	139	140	138	137	131	127	121	116	112	83	201	201	201	44	44	255	255	
23	243	242	242	55	56	106	110	114	121	129	134	142	146	149	154	150	145	140	133	129	122	82	83	202	202	43	44	256	256	256	

Fig. 21

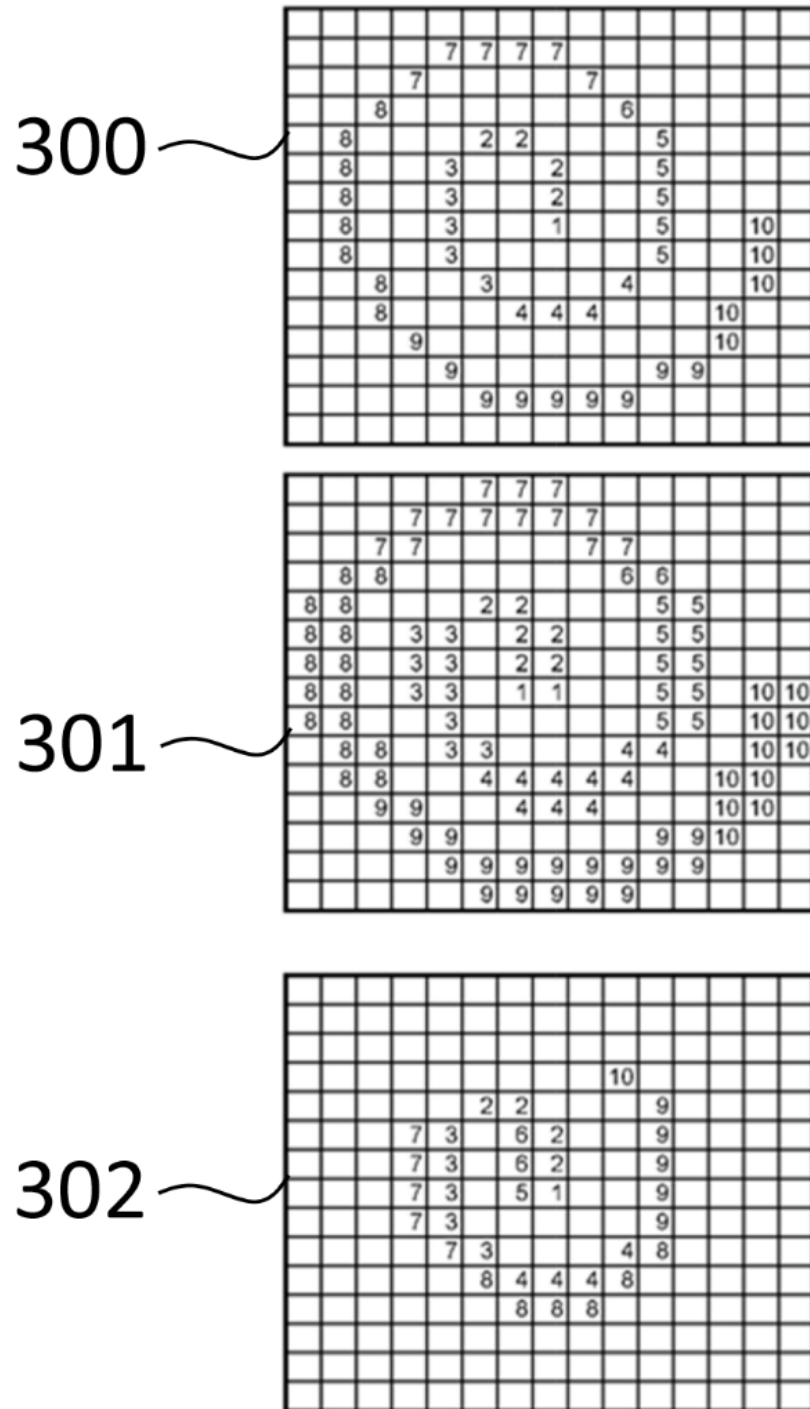


Fig. 22

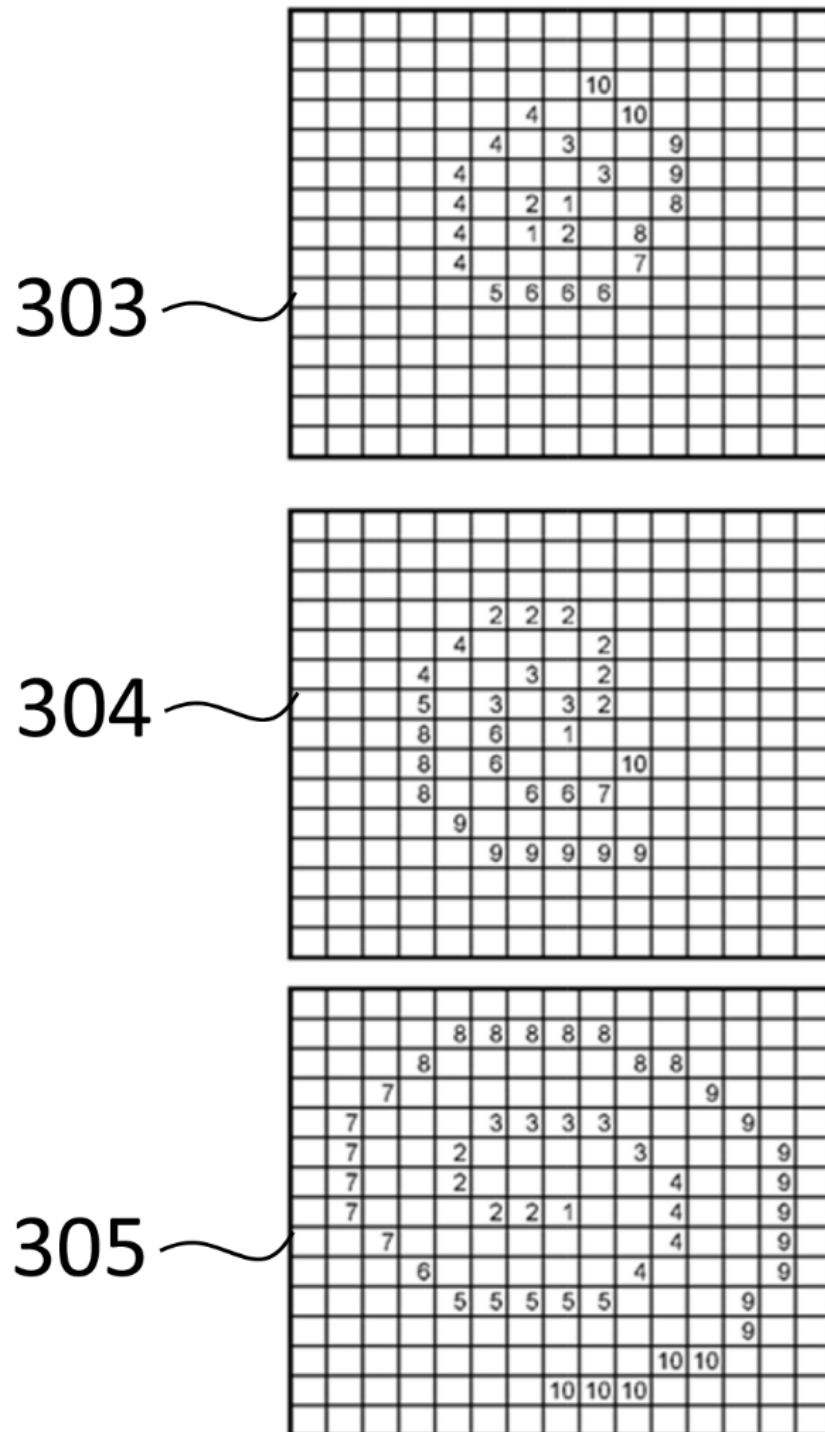


Fig. 23

306

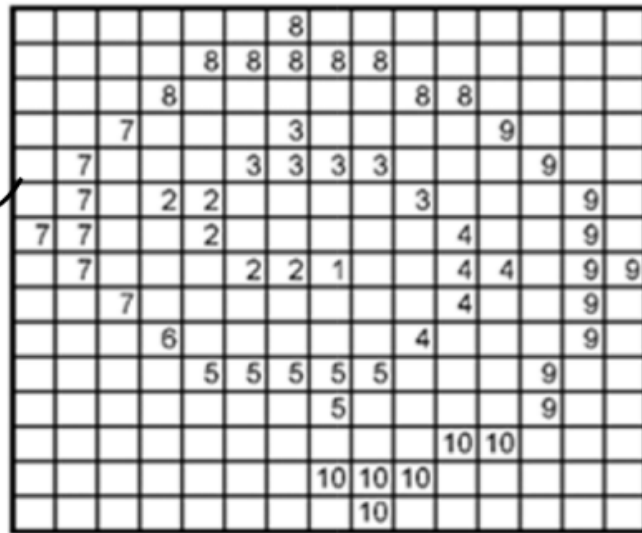


Fig. 24

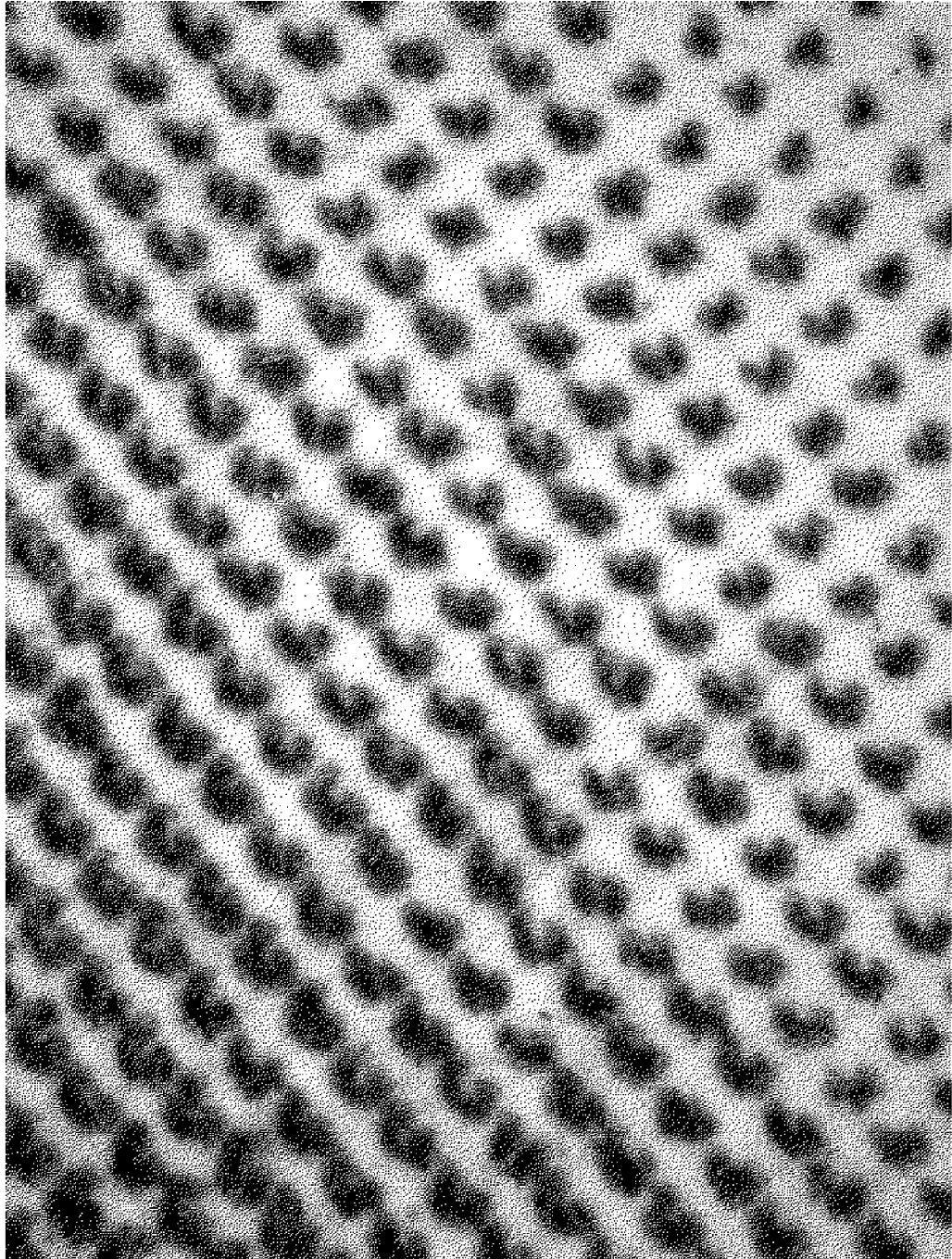


Fig. 25

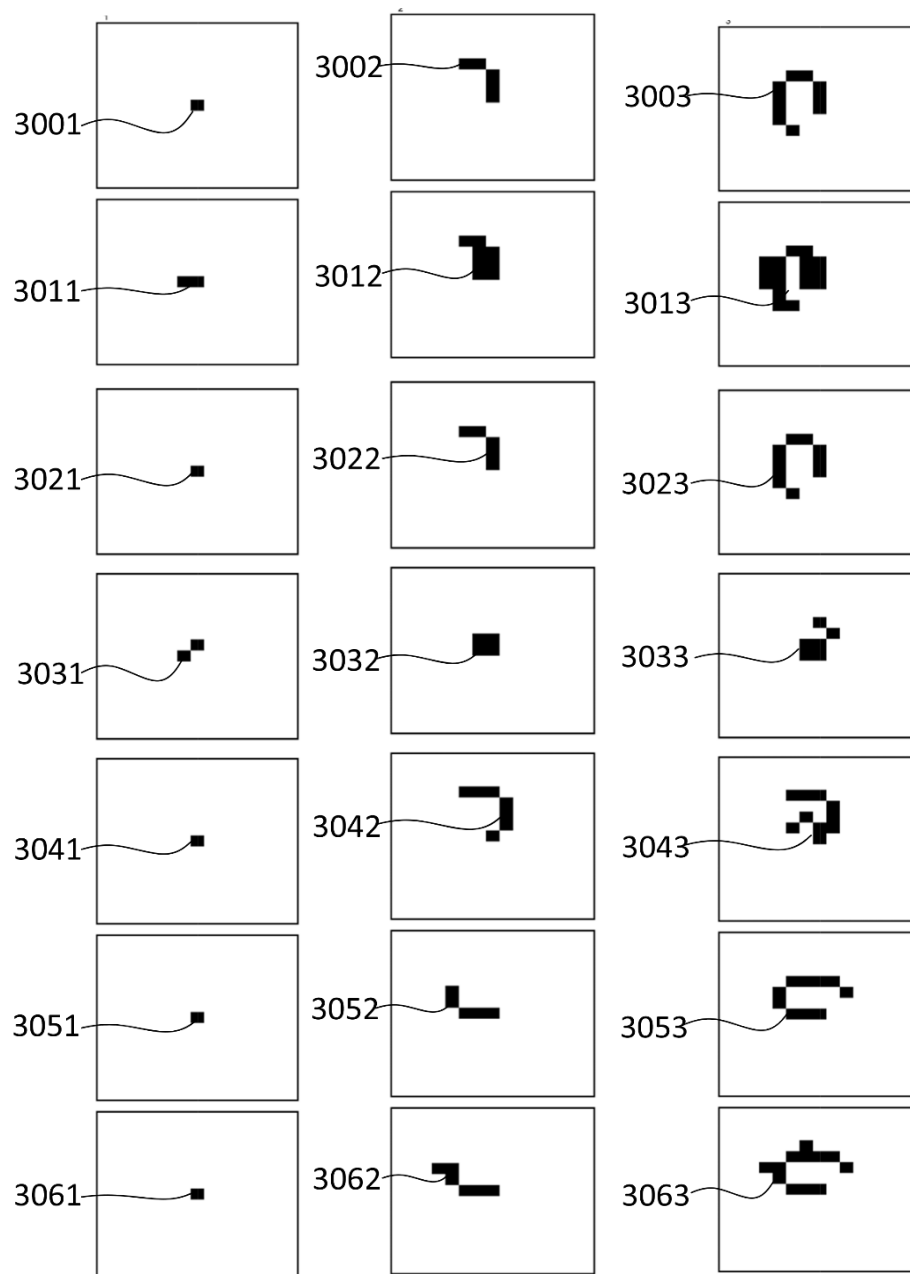


Fig. 26

Fig. 27

Fig. 28

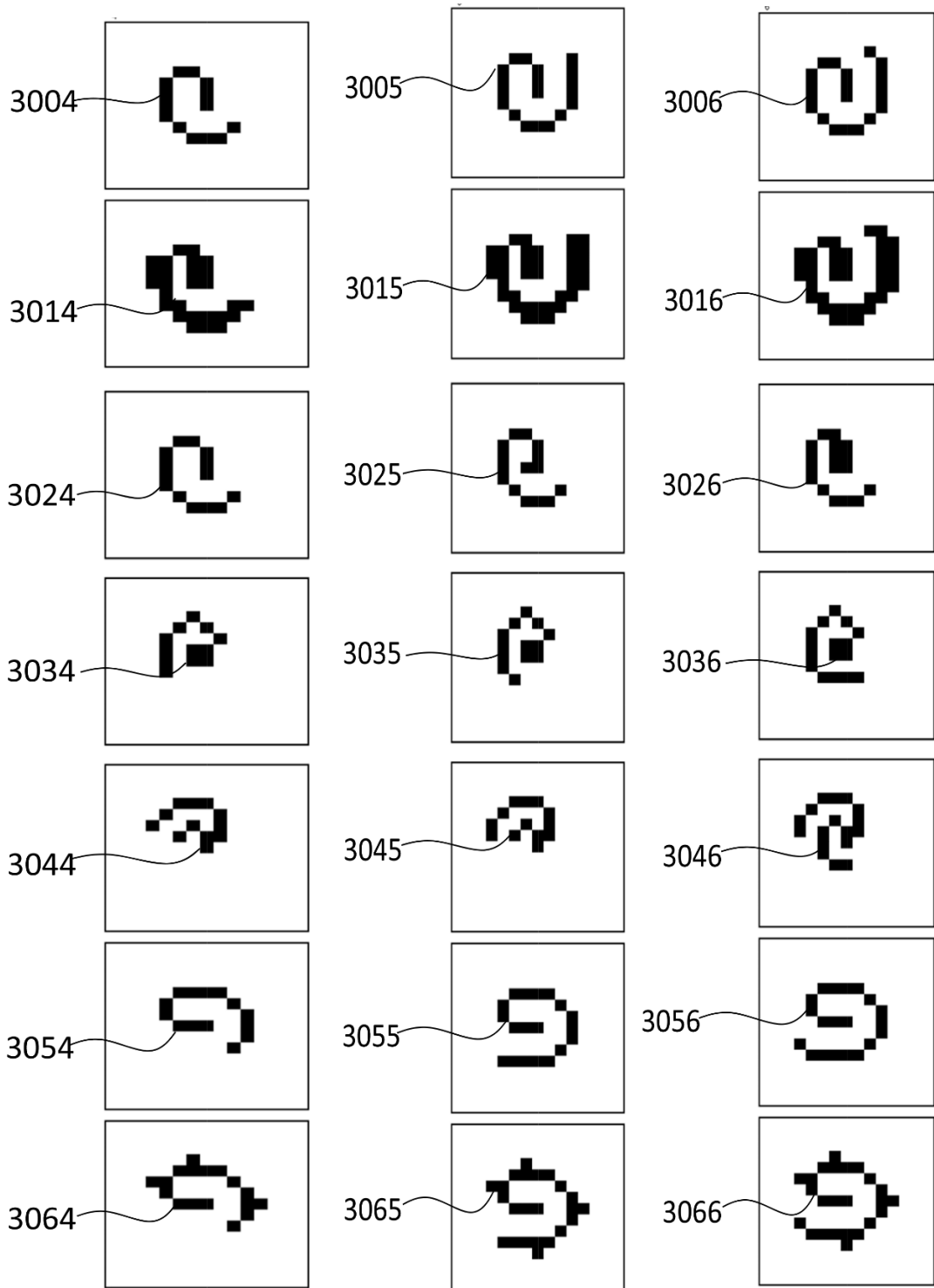


Fig. 29

Fig. 30

Fig. 31

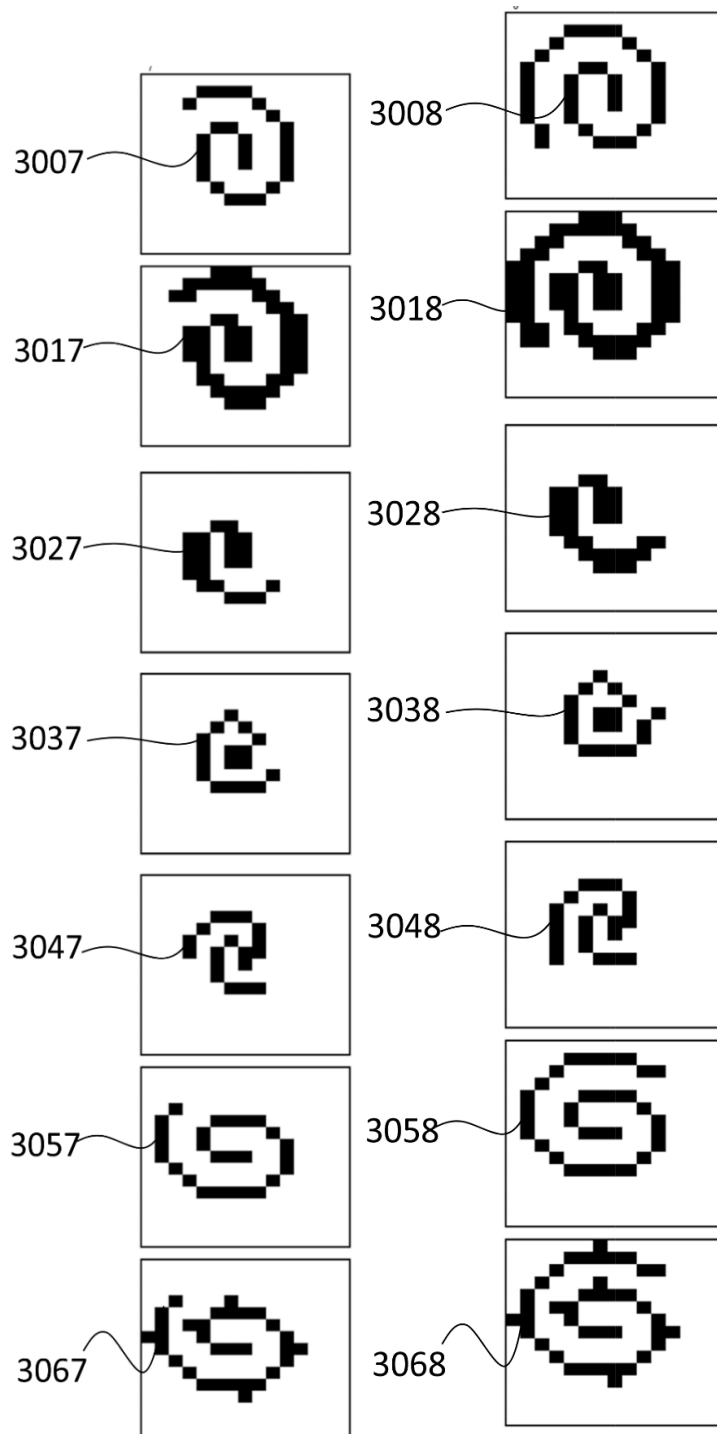


Fig. 32

Fig. 33

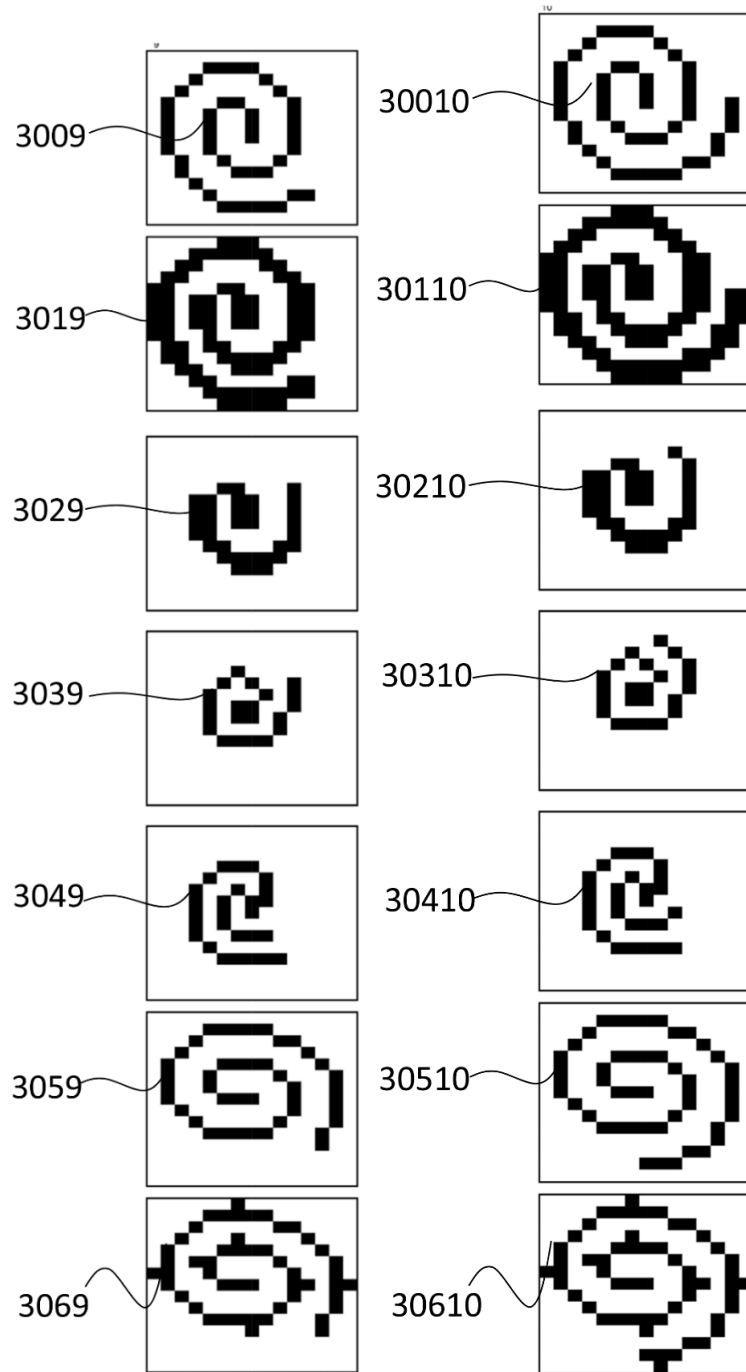


Fig. 34

Fig. 35

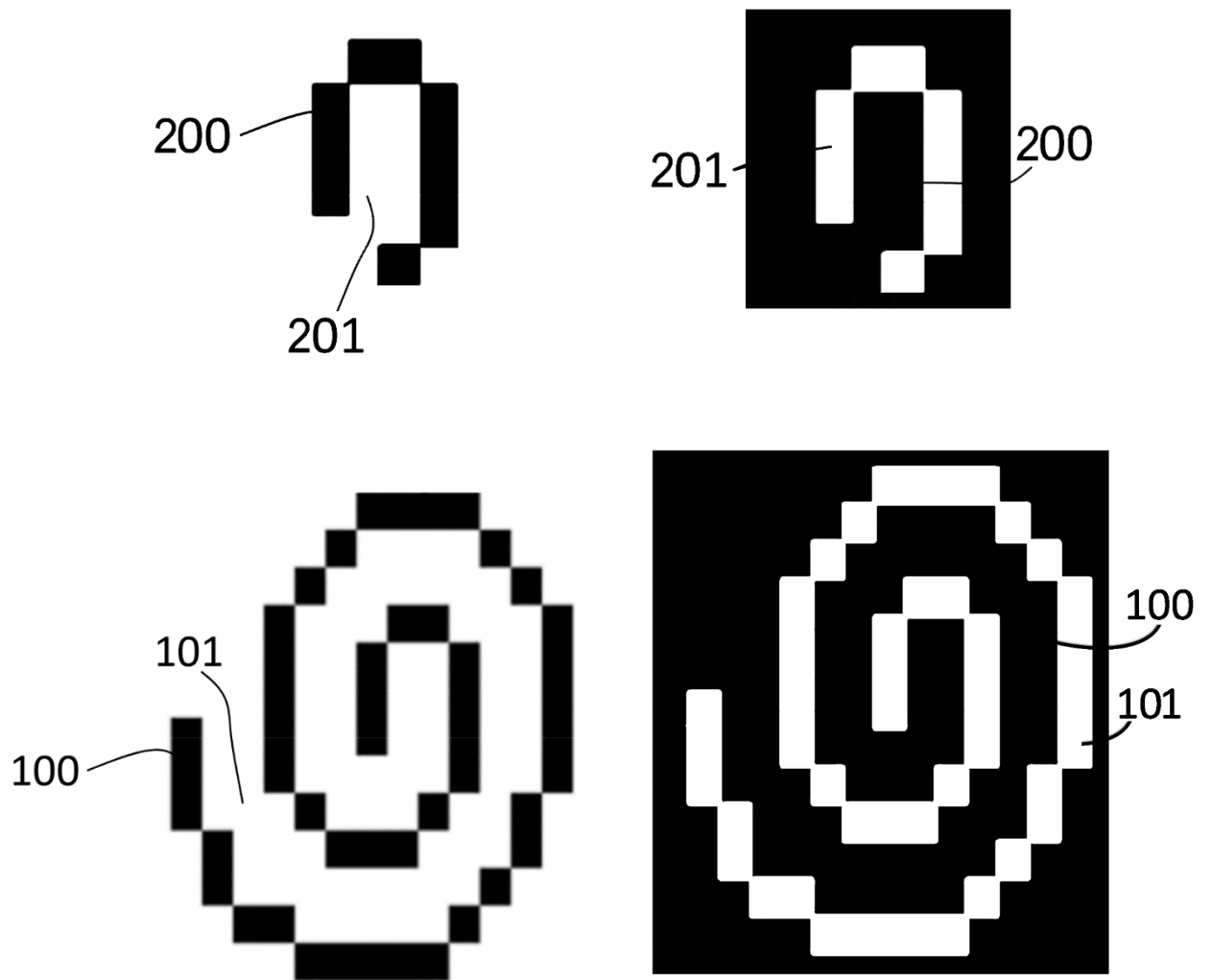


Fig. 36

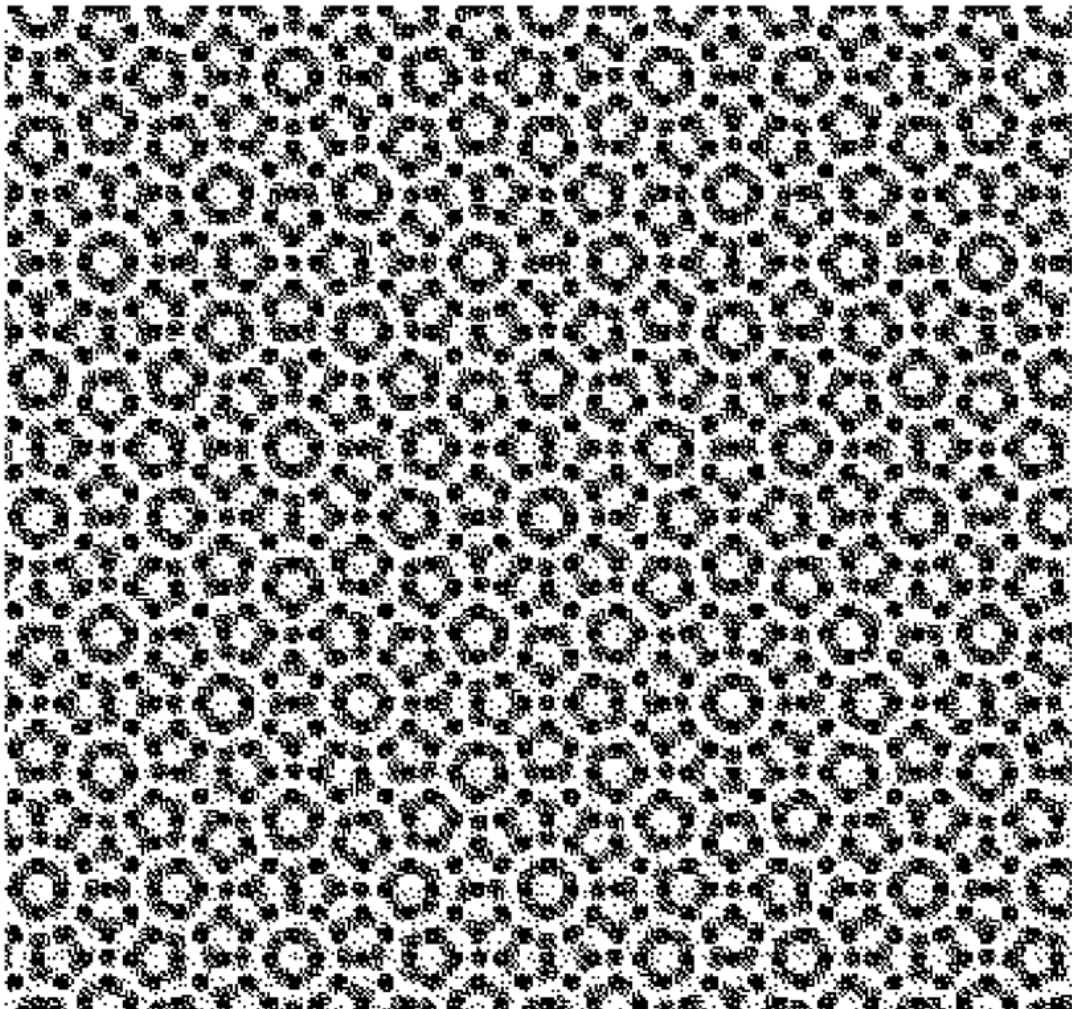


Fig. 37 (estado de la técnica)

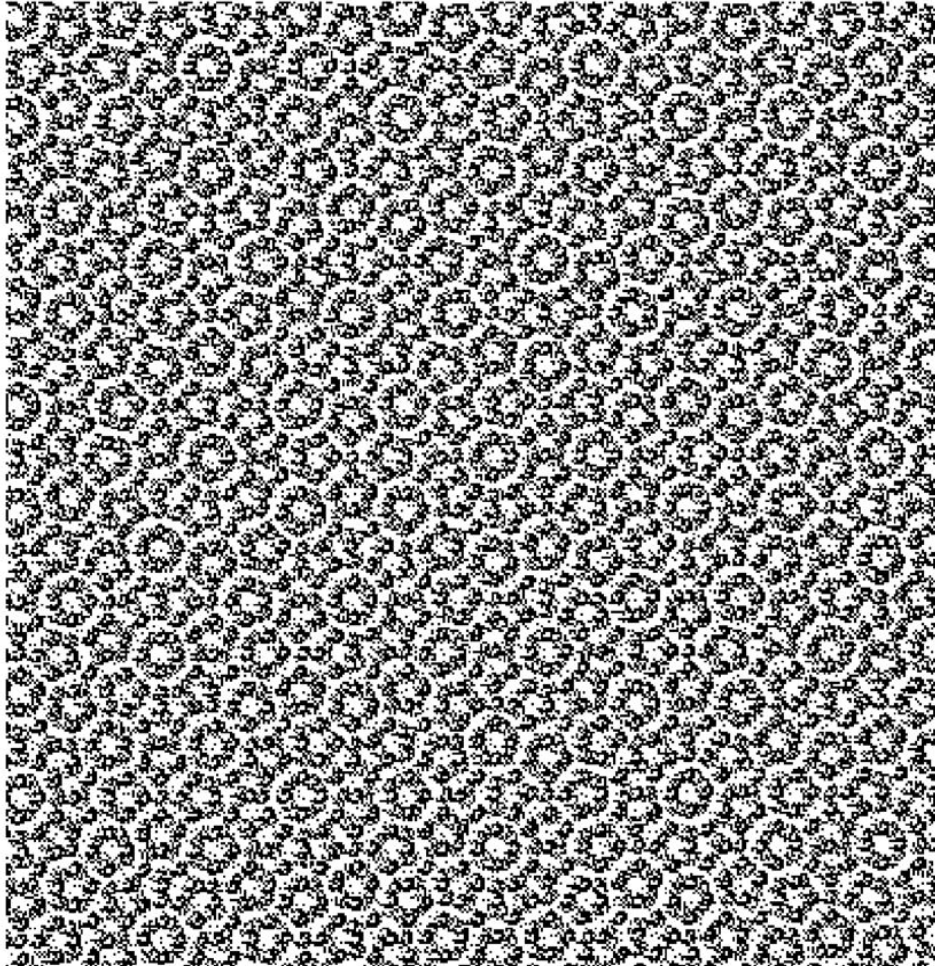


Fig. 38

