

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 380 137**

51 Int. Cl.:
G06F 11/10 (2006.01)
G06F 11/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08014389 .4**
96 Fecha de presentación: **12.08.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2154611**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.02.2010**

54 Título: **Sistema de almacenamiento de datos y procedimiento para el funcionamiento del mismo**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.05.2012

73 Titular/es:
STRATO AG
Pascalstr. 10
10587 Berlin, DE

72 Inventor/es:
Jansen, Arne

74 Agente/Representante:
Curell Aguilá, Mireia

ES 2 380 137 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

Sistema de almacenamiento de datos y procedimiento para el funcionamiento del mismo.

- 5 La presente invención se refiere a un sistema de almacenamiento de datos, en particular a un sistema de almacenamiento basado en RAID, y a un procedimiento para el funcionamiento del mismo.

Objeto de la invención

- 10 Los sistemas de almacenamiento de datos de este tipo se utilizan en el campo del almacenamiento masivo de datos. Usualmente, se reúnen varias unidades de memoria para formar grupos. Se designa entonces como grupo de redundancia a un grupo de unidades de memoria formado de manera redundante. Con redundancia se piensa, en lo que viene a continuación, en especial en el suministro de una seguridad contra averías mejorada es decir, por ejemplo, que se permita continuar trabajando en caso de una avería y/o una reconstrucción de los datos de las unidades averiadas. Con ello se aumenta en los sistemas de almacenamiento de datos la disponibilidad de los datos, la protección contra la pérdida de datos.

- 20 Como una realización de los grupos de redundancia de este tipo se conocen los denominados grupos RAID (RAID – “Redundant Array of Independent Disks” en castellano “Conjunto Redundante de Discos Independientes”). Usualmente, las unidades de memoria están realizadas como memorias de disco duro. Un grupo RAID es entonces una disposición redundante de discos duros independientes. Se han propuesto diferentes versiones de grupos RAID. En un sistema de almacenamiento de datos el grupo RAID puede formar, como un todo, él mismo de nuevo una unidad de memoria autónoma e independiente, la cual en un nivel de sistema de almacenamiento superior se considera como una parte de un grupo RAID superior. De todos modos las unidades de memoria del grupo RAID incluido en el nivel de sistema de almacenamiento superior no es ni visible ni direccionable para la administración de sistema de almacenamiento en el nivel de sistema de almacenamiento superior. Más bien el grupo RAID está, en el nivel de sistema de almacenamiento superior, que se puede designar también como nivel jerárquico superior, puede ser “accesible” únicamente como una unidad total.

- 30 Los grupos RAID se caracterizan porque un cierto número de unidades de memoria se pueden averiar sin que se pierdan datos o que la administración de memoria RAID ya no sea capaz de funcionar. Otra propiedad de un grupo RAID es el tiempo que se necesita para volver a restablecer el estado de funcionamiento normal, después de la avería de un grupo RAID, lo que se designa también como reconstrucción. Además, un grupo RAID se puede caracterizar sobre la base de la aceleración, que se alcanza para operaciones de escritura/lectura.

- 35 Tipos conocidos de grupos RAID son, por ejemplo, RAID 1, RAID 4/5 así como RAID 6 / RAID DP. En el caso de RAID 1 cada grupo RAID consta de dos discos duros. Cada operación de escritura se lleva a cabo de forma paralela en ambos discos duros. Aquí puede averiarse un disco duro antes de que se pierdan los datos. En el caso de RAID 4/5 cada grupo RAID consta de $n + 1$ discos. n discos se utilizan para el almacenamiento de datos, el disco $n + 1$ primero para almacenar la paridad (redundancia). En el caso de RAID 5 se reparten los datos y la paridad entre todos los discos duros, siendo sin embargo idéntica la capacidad utilizable. Aquí puede averiarse un disco duro sin que se pierdan datos. RAID 6 / RAID DP prevé para cada grupo RAID $n + 2$ discos, utilizándose n discos duros para el almacenamiento de datos y dos discos duros para la paridad. Se pueden averiar dos discos duros sin que se pierdan datos. En el caso de RAID 6 se reparten, como en el caso de RAID 5, los datos y la paridad entre todos los discos duros.

- 50 Estos tipos fundamentales de grupos RAID se pueden integrar en las estructuras jerárquicas ya mencionadas más arriba. Se conocen, por ejemplo, combinaciones de RAID 1 así como combinaciones de RAID 4/5/6 con RAID 1 como capa inferior. Pueden estar previstas, sin embargo, también combinaciones de RAID 4 y RAID 5.

- 55 Por la memoria de patente US 6 158 017 se conoce un procedimiento para el almacenamiento de una paridad y de nuevos formatos de un contenido de datos de dos discos averiados en un subsistema de almacenamiento externo, que comprende las etapas: preparación de una disposición de discos definida como una matriz de $(N - 1) * N$, que comprende N discos, de los cuales cada uno está subdividido en $N - 1$ bloques de datos, siendo N un número primo, estando definidos los bloques de una fila de datos como un grupo de paridad, estando definidos los bloques presenten en una línea continua hacia la derecha y hacia arriba como un grupo de paridad diagonal.

- 60 El documento de solicitud US 2006/0129873 A1 da a conocer un sistema tolerante a errores para disposiciones de almacenamiento, que almacena valores de paridad en discos (orientados horizontalmente) separados de los elementos de datos y en discos que presentan los elementos de datos (orientados verticalmente).

Del documento de solicitud US 2008/0016435 A1 se conoce un procedimiento de una paridad triple simétrica con una disposición que abarca un número de p placas.

- 65 La patente US nº 5.708.769 da a conocer un sistema de una disposición de almacenamiento redundante con un gran número de unidades de almacenamiento físicas, a las cuales se puede acceder por bloques, estando configuradas

las unidades de almacenamiento físicas como una o varias unidades de almacenamiento lógicas.

Por la solicitud US 2005/0279837 A1 se conoce un procedimiento para el suministro de una protección contra la pérdida de datos en un dispositivo de memoria, pudiendo direccionarse las unidades de memoria todas de manera individual.

Sumario de la invención

La invención se plantea el problema de proponer un sistema de almacenamiento de datos mejorado así como un procedimiento para el funcionamiento del mismo, con el cual se mejora la protección contra la pérdida de datos.

Este problema se resuelve según la invención mediante un sistema de almacenamiento de datos según la reivindicación 1 independiente así como un procedimiento para el funcionamiento del mismo según la reivindicación 7 independiente y las restantes reivindicaciones independientes 13, 14 y 15. Las estructuraciones ventajosas de la invención son el objeto de reivindicaciones subordinadas.

Está previsto, por lo tanto, que por lo menos una de las unidades de memoria sea por lo menos parte de un grupo de redundancia y parte de otro grupo de redundancia y, por consiguiente, una de las unidades de memoria forma, tanto en el grupo de redundancia así como también una de las unidades de memoria, en el otro grupo de redundancia. Esto se puede considerar como una asignación de una y la misma unidad de memoria por lo menos al grupo de redundancia y al otro grupo de redundancia. Tanto el grupo de redundancia como otro grupo de redundancia están formados en el mismo nivel de sistema de almacenamiento ó nivel jerárquico del sistema de almacenamiento de datos, de manera que las unidades de memoria correspondientes se pueden direccionar, de forma individual o directa, por parte de la administración de sistema de almacenamiento implementada en el nivel del sistema de almacenamiento, lo que corresponde a una posibilidad de acceso individual o directa a las unidades de memoria individuales mediante la administración de sistema de almacenamiento en el nivel de sistema de almacenamiento. Los grupos de redundancia forman, respectivamente, grupos de unidades de memoria formados de manera redundante.

Con la ayuda de la invención se amplían las posibilidades de volver a "recuperar" datos en caso de avería. Se reduce globalmente la probabilidad de avería del sistema de almacenamiento de datos. Además, se aumenta la velocidad de reconstrucción o de recuperación dado que para la recuperación de los datos se puede acceder a las informaciones electrónicas de diferentes grupos de redundancia.

Un perfeccionamiento preferido de la invención prevé que dicha por lo menos una de las unidades de memoria esté asignada a más de dos de dichos por lo menos dos grupos de redundancia. De esta forma y manera se forma una especie de estructura de asignación pluridimensional para las unidades de memoria de los varios grupos de redundancia.

Un perfeccionamiento de la invención puede prever que varias de las unidades de memoria estén asignadas a más de uno de dichos por lo menos dos grupos de redundancia, estando las varias unidades de memoria asignadas, respectivamente, a un número igual de grupos de redundancia.

Un perfeccionamiento de la invención prevé, preferentemente, que dichos por lo menos dos grupos de redundancia estén formados, respectivamente, como un grupo de paridad.

En una estructuración ventajosa de la invención puede estar previsto que dichos por lo menos dos grupos de redundancia estén formados como un grupo RAID.

Un perfeccionamiento de la invención puede prever que las varias unidades de memoria estén realizadas, respectivamente, como una memoria de disco duro.

Un perfeccionamiento preferido de la invención prevé que la mayoría de las unidades de disco estén realizadas, en cada caso, como una memoria flash. Una memoria flash se designa también memoria SSD ("Solid State Disk" en castellano "Disco de Estado Sólido"). Además, puede estar previsto que la mayoría de las unidades de memoria estén realizadas como combinación de memorias Flash y memorias de disco duro.

Una forma de realización ventajosa de la invención prevé que las unidades de memoria y las restantes unidades de memoria estén formadas en correspondencia con una estructura bidimensional. Se crea de este modo una estructura de administración u organización bidimensional. La estructura bidimensional puede estar realizada, por ejemplo, como una estructura rectangular. Se forman de este modo filas y columnas, cuyos elementos representan las unidades de memoria individuales. Los grupos de redundancia se forman a lo largo de las líneas y columnas. De esta manera se hace posible asignar una unidad de memoria, por un lado, a un grupo de redundancia formada por filas y, por el otro, también a un grupo de redundancia formado por columnas. Además, puede estar prevista la formación de grupos de redundancia a lo largo de las diagonales.

En relación con las estructuraciones del procedimiento para el funcionamiento de un sistema de almacenamiento de datos son válidas correspondientemente las explicaciones hechas en relación con las formas de realización correspondientes del sistema de almacenamiento de datos.

5 Otros aspectos de la invención se refieren a un programa de ordenador con código de programa para la realización de todas las etapas del procedimiento según la invención para el funcionamiento de un sistema de almacenamiento de datos, cuando el código de programa se ejecuta en un ordenador, un programa de ordenador correspondiente con código de programa, el cual está almacenado en un soporte legible por una máquina, así como un producto de programa de ordenador correspondiente. Por ordenador se hace referencia, en la presente memoria, en especial a un dispositivo de control para el control de unidades de memoria, en especial discos duros.

Descripción de ejemplos de realización preferidos de la invención

15 La invención se explica a continuación con mayor detalle, sobre la base de ejemplos de formas de realización preferidos, haciendo referencia a las Figuras de un dibujo, en las que:

la Fig. 1 muestra una representación esquemática de una disposición de unidades de almacenamiento de un sistema de almacenamiento de datos según una estructura bidimensional con varios grupos de redundancia,

20 la Fig. 2 muestra una representación esquemática de otra disposición de unidades de almacenamiento de un sistema de almacenamiento de datos según una estructura bidimensional con varios grupos de redundancia, y

la Fig. 3 muestra una representación esquemática de una disposición de unidades de almacenamiento de un sistema de almacenamiento de datos según una estructura tridimensional con varios grupos de redundancia.

25 La Fig. 1 muestra una representación esquemática de una disposición de unidades de almacenamiento de un sistema de almacenamiento de datos según una estructura bidimensional con varios grupos de redundancia. En la forma de realización representada las unidades de almacenamiento están realizadas en cada caso como una memoria de disco duro.

30 Por ejemplo, se parte de una disposición de cinco por cinco unidades de almacenamiento 1.1, ..., 1.5, 2.1, ..., 2.5, ..., 5.1, ..., 5.5. Para la redundancia de la disposición bidimensional se añaden además otras unidades de almacenamiento 1.r, ..., 5.r, así como r.1, ..., r.5.

35 Las unidades de memoria 1.1, ..., 1.5, 1.r están asignadas a un primer grupo de redundancia 10, con el cual está formado un grupo de redundancia por filas. Unidades de memoria 2.1, ..., 2.5, 2.r están comprendidas por una segunda unidad de redundancia 20, que forma asimismo un grupo de redundancia por filas. Ésta se prolonga hasta un quinto grupo de redundancia 50, que comprende unidades de memoria 5.1, ..., 5.5, 5.r.

40 Además, están formados en el sistema de almacenamiento de datos según la Fig. 1 por filas grupos de redundancia los cuales están representados con la ayuda de líneas de trazos. A título de ejemplo, se remite a un grupo de redundancia 100, el cual comprende las unidades de memoria 1.1, ..., 5.1, 5.r. De ello resulta que la unidad de memoria 1.1 está rodeada tanto por el grupo de redundancia 10 por filas así como también por el grupo de redundancia 100 por filas. De forma análoga, es válida la pertenencia múltiple también para las otras unidades de memoria del sistema de almacenamiento de datos de la Fig. 1.

45 Tanto los grupos de redundancia por filas 10, ..., 50 así como también los grupos de redundancia 100, ..., 500 por filas están asignados a uno y el mismo nivel de sistema de almacenamiento o nivel jerárquico en el sistema de almacenamiento de datos, lo que significa que todas las unidades de memoria, que están rodeadas por ello, pueden ser direccionadas por la administración de sistema de almacenamiento de datos implementados en el sistema de almacenamiento de datos de manera individual o de forma directa, para depositar o leer aquí por ejemplo datos.

50 La Fig. 2 muestra una representación esquemática de otra disposición de unidades de memoria de un sistema de almacenamiento de datos según una estructura bidireccional con varios grupos de redundancia.

55 Una redundancia doble está ampliada, con el mantenimiento de una estructura bidimensional como en la Fig. 1, hasta una redundancia triple. A título de ejemplo se parte, como se muestra en la Fig. 2, de una disposición de cinco por cinco unidades de memoria 1.1, ..., 1.5, 2.1, ..., 2.5, ..., 5.1, ..., 5.5. Para la redundancia de la disposición bidireccional se han añadido las unidades de memoria 1.r, ..., 5.r así como r.1, ..., r.5. El grupo de redundancia 10 consta, por lo tanto, de las unidades de memoria 1.1, ..., 1.5 así como 1.r. Para la ampliación se han añadido unidades de memoria 1.d, ..., 5.d, que por motivos de claridad no están representadas en la Fig. 2. Se forman más grupos de redundancia 1000, ..., 5000 sobre diagonales, cuya composición se muestra esquemáticamente en la Fig. 2 con la ayuda de un símbolo correspondiente. De este modo, el grupo de redundancia 1000 está formado por unidades de memoria {1.1, 2.5, 3.4, 4.3, 5.2, 1.d}, el grupo de redundancia 2000 por las unidades de memoria {1.2, 2.1, 3.5, 4.4, 5.3, 2.d}, el grupo de redundancia 3000 por las unidades de memoria {1.3, 2.2, 3.1, 4.5, 5.4, 3.d}, el grupo de redundancia 4000 por las unidades de memoria {1.4, 2.3, 3.2, 4.1, 5.5, 4.d}, y el grupo de redundancia

5000 por las unidades de memoria {1.5, 2.4, 3.3, 4.2, 5.1, 5.d}.

En este caso, cada una de las unidades de disco 1.1, ..., 5.5 forma parte de exactamente tres grupos de redundancia, y cada dos grupos de redundancia tienen únicamente una unidad de memoria común. Esta disposición puede compensar sin pérdida de datos la pérdida de siete unidades de memoria discrecionales.

La Fig. 3 muestra la ampliación en tres dimensiones como otra posible ampliación de la disposición de la Fig. 1. Al mismo tiempo los cinco niveles a título de ejemplo son dispuestos uno detrás de otro, como se muestra en la Fig. 1. Como se muestra en la Fig. 3 se forman entonces unidades de memoria 1.1.1, ..., 5.5.5. Además, existen en cada nivel unidades de memoria para la formación de la redundancia, como se designa en relación con la Fig. 2 mediante el índice r , por lo tanto $x.y.r$, $x.r.y$ y $r.x.y$. En cada nivel se forman grupos de redundancia de forma análoga al ejemplo de la Fig. 1. Se forman al mismo tiempo en el 1^{er} nivel de grupos de redundancia 11, ..., 15 en la horizontal y grupos de redundancia 101, ..., 105 en la vertical. En el 2^o nivel se forman grupos de redundancia 21, ..., 25 en la horizontal y grupos de redundancia 201, ..., 205 en la vertical. En el 5^o nivel se forman por lo tanto grupos de redundancia 51, ..., 55 en la horizontal y grupos de redundancia 501, ..., 505 en la vertical.

Además, se forman grupos a lo largo del eje Z. Al mismo tiempo se forman grupos de redundancia 1011, ..., 1055. El grupo de redundancia 1011 contiene las unidades de memoria 1.1.1, ..., 1.1.5 y 1.1.r, el grupo de redundancia 1055, no mostrado por motivos de claridad, comprende las unidades de memoria 5.5.1, ..., 5.5.5 y 5.5.r. Los restantes grupos se forman de manera análoga. Esta disposición soporta, igual de que las formas de realización descritas con anterioridad, la avería de siete unidades de memoria discrecionales, sin que se pierdan datos.

De manera análoga la disposición se puede ampliar en un número discrecional de combinaciones. Además, se pueden añadir también las diagonales descritas más arriba. En general, los sistemas de almacenamiento de datos, en los cuales a cada unidad de memoria están asignados por lo menos n grupos de redundancia, pueden compensar la avería de $2^n - 1$ unidades de memoria discrecionales, sin que se pierdan datos.

En los ejemplos mostrados de la Fig. 1 a la Fig. 3, se parte del hecho de que como procedimiento de redundancia se elige un procedimiento, en el cual las informaciones de redundancia son almacenadas en unidades de memoria separadas. Puede estar previsto también elegir procedimientos con redundancia distribuida, en tanto en cuanto cada unidad de memoria pertenezca a no más de un grupo de redundancia de unidades de memoria con redundancia distribuida. Por ejemplo, forman entonces las unidades de memoria 1.1, ..., 1.5 así como 1.r un grupo de redundancia, estando la información de redundancia distribuida de igual manera a lo largo de todas las unidades de memoria.

Se producen otras ventajas en caso de la avería de una unidad de memoria. En una formación de sistema de almacenamiento convencional, como por ejemplo RAID, se pueden utilizar para la reconstrucción de los datos únicamente las unidades de memoria, a las que pertenece la unidad de memoria averiada. Sin embargo, cuando la unidad de memoria pertenece a varios grupos de redundancia, se pueden utilizar también los datos de todas las unidades de memoria pertenecientes a todos estos grupos de redundancia. Con ello, se puede aumentar la velocidad de recuperación y, para la misma velocidad, se puede reducir la carga de las unidades de memoria que se necesitan para la reconstrucción.

Las características de la invención, dadas a conocer en la descripción anterior, las reivindicaciones y las figuras, pueden ser importantes, tanto individualmente como en combinaciones discrecionales entre sí, para la realización de la invención en sus diferentes formas de realización.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de almacenamiento de datos, en particular sistema de almacenamiento basado en RAID, con varias unidades de memoria, que están asignadas a un nivel de sistema de almacenamiento, pudiendo direccionarse todas las unidades de memoria de manera individual por parte de una administración de sistema de almacenamiento en el nivel de sistema de almacenamiento, y en las cuales se forman por lo menos dos grupos de redundancia de unidades de memoria, siendo asignada conjuntamente por lo menos una de las unidades de memoria a más de uno de dichos por lo menos dos grupos de redundancia y a dos grupos de redundancia cualquiera de entre dichos por lo menos dos grupos de redundancia, respectivamente, como máximo a una de las unidades de memoria, siendo realizadas las diversas unidades de memoria, respectivamente, como una memoria de disco duro o una memoria flash.
- 15 2. Sistema de almacenamiento de datos según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha por lo menos una de las unidades de memoria está asignada a más de dos de dichos por lo menos dos grupos de redundancia.
- 20 3. Sistema de almacenamiento de datos según la reivindicación 1 y 2, caracterizado porque varias unidades de memoria están asignadas a más de uno de dichos por lo menos dos grupos de redundancia, estando asignadas las diversas unidades de memoria, respectivamente, a un número idéntico de grupos de redundancia.
- 25 4. Sistema de almacenamiento de datos según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dichos por lo menos dos grupos de redundancia están formados, respectivamente, como un grupo de paridad.
- 30 5. Sistema de almacenamiento de datos según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dichos por lo menos dos grupos de redundancia están formados, respectivamente, como un grupo RAID.
- 35 6. Sistema de almacenamiento de datos según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las diversas unidades de memoria están realizadas, respectivamente, como una memoria de disco duro.
- 40 7. Sistema de almacenamiento de datos según por lo menos una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque las diversas unidades de memoria están realizadas, respectivamente, como una memoria flash.
- 45 8. Procedimiento para el funcionamiento de un sistema de almacenamiento de datos, en particular de un sistema de almacenamiento basado en RAID, con varias unidades de memoria, en el cual las diversas unidades de memoria están asignadas a un nivel de sistema de almacenamiento, pudiendo direccionarse todas las unidades de memoria de manera individual por parte de una administración de sistema de almacenamiento en el nivel de sistema de almacenamiento, y en las cuales se forman por lo menos dos grupos de redundancia de unidades de memoria, siendo asignada conjuntamente por lo menos una de las unidades de memoria a más de uno de dichos por lo menos dos grupos de redundancia y a dos grupos de redundancia cualquiera de entre dichos por lo menos dos grupos de redundancia, respectivamente, como máximo a una de las unidades de memoria, siendo realizadas las diversas unidades de memoria, respectivamente, como una memoria de disco duro o una memoria flash.
- 50 9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque dicha por lo menos una de las unidades de memoria es asignada por lo menos a dos de dichos por lo menos dos grupos de redundancia.
- 55 10. Procedimiento según la reivindicación 8 ó 9, caracterizado porque varias de las unidades de almacenamiento son asignadas a más de uno de dichos por lo menos dos grupos de redundancia, siendo asignadas las diversas unidades de memoria, respectivamente, a un número idéntico de grupos de redundancia.
- 60 11. Procedimiento según por lo menos una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado porque dichos por lo menos dos grupos de redundancia son formados, respectivamente, como un grupo de paridad.
- 65 12. Procedimiento según por lo menos una de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizado porque dichos por lo menos dos grupos de redundancia son formados, respectivamente, como un grupo RAID.
13. Procedimiento según por lo menos una de las reivindicaciones 8 a 12, caracterizado porque las diversas unidades de memoria se realizan, respectivamente, como una memoria de disco duro.
14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 12, caracterizado porque las diversas unidades de memoria son realizadas, respectivamente, como una memoria flash.
15. Programa de ordenador con código de programa para llevar a cabo todas las etapas del procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 14, cuando el código de programa se ejecuta en un ordenador.
16. Programa de ordenador con código de programa, el cual está almacenado en un soporte legible por una máquina, para llevar a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 14, cuando el código de

programa se ejecuta en un ordenador.

17. Producto de programa de ordenador con código de programa para llevar a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 14, cuando el código de programa se ejecuta en un ordenador.

5

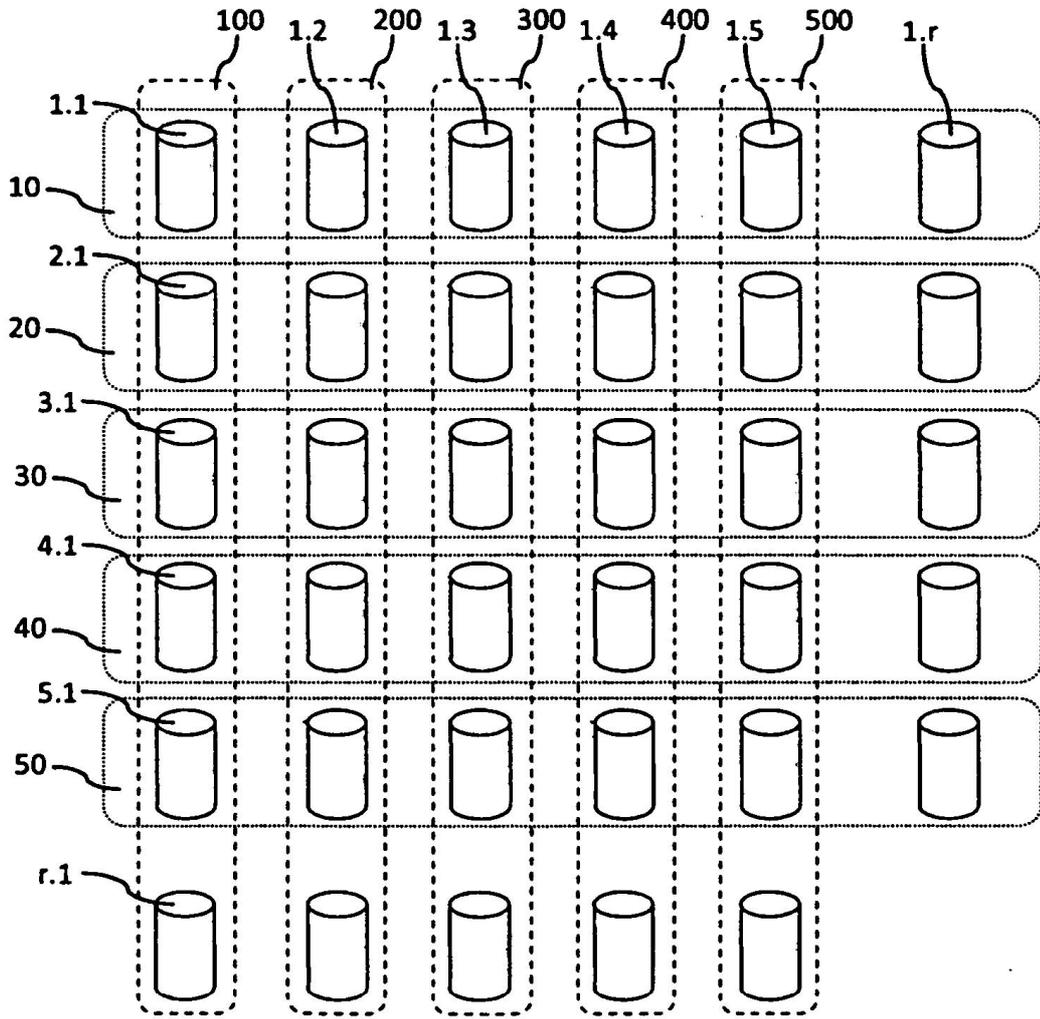


Fig. 1

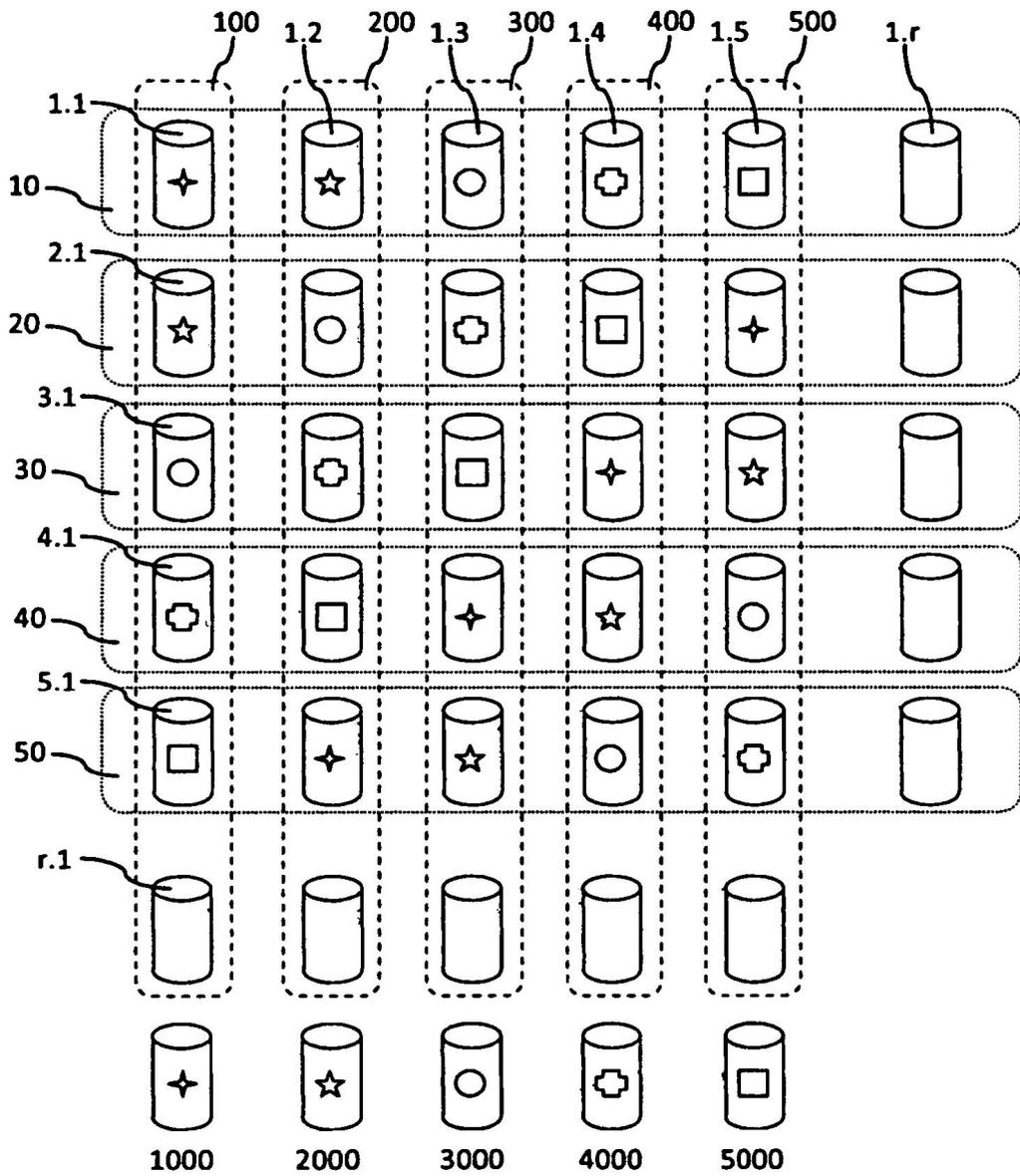


Fig. 2

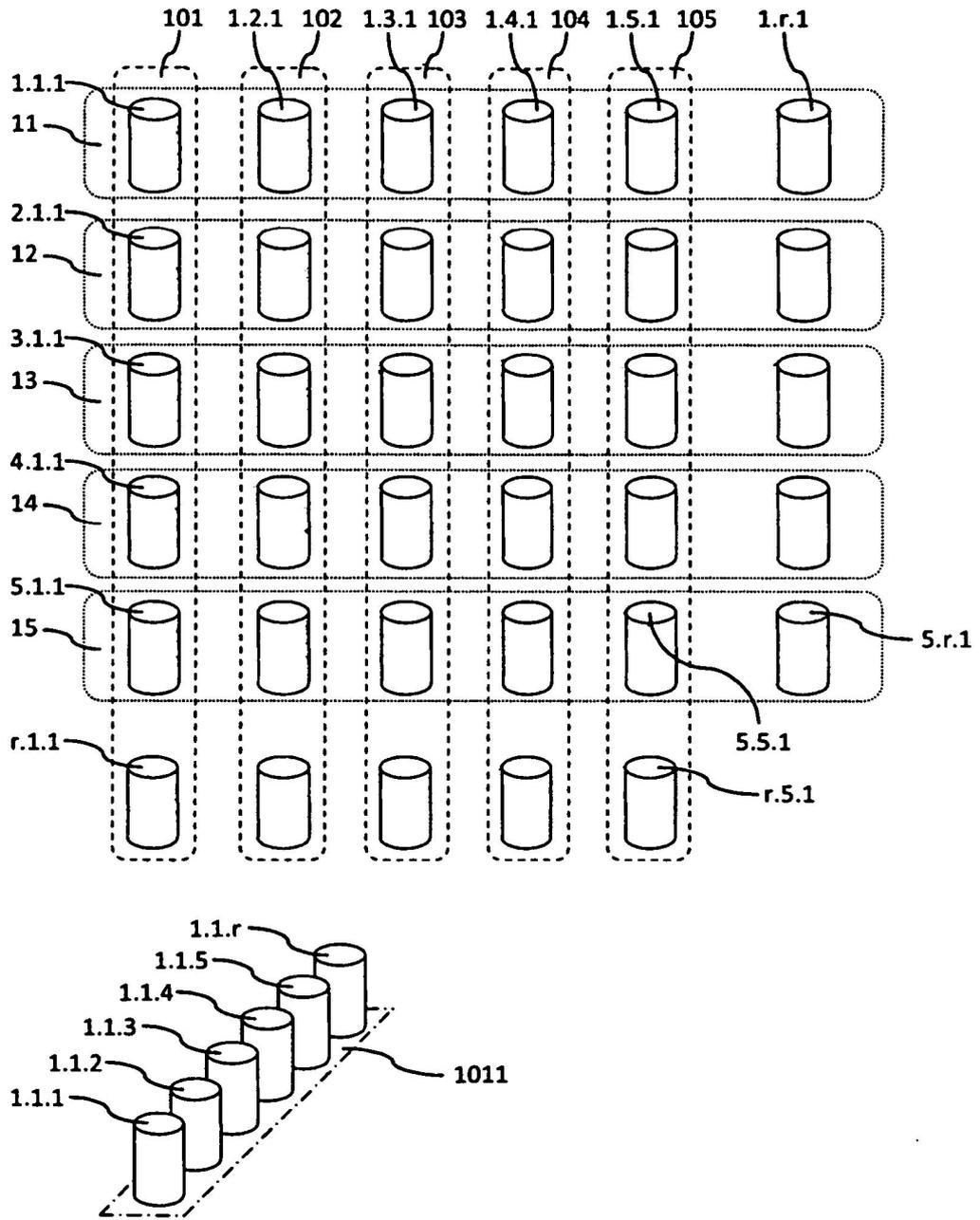


Fig. 3