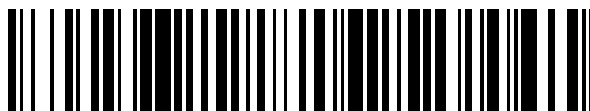


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 184**

51 Int. Cl.:

G01B 15/00 (2006.01)

A43D 1/06 (2006.01)

G01N 23/046 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.01.2016 PCT/RU2016/000003**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.07.2017 WO17123111**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2016 E 16757089 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2018 EP 3333535**

54 Título: **Procedimiento para medir el volumen interior de un objeto**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
15.04.2019

73 Titular/es:

EVERBRIGHT INNOVATIONS LIMITED (100.0%)
Unit 2403 Tung Wai Comm Bldg. 109-111
Gloucester Rd. Wan Chai
Hong Kong, CN

72 Inventor/es:

CHERNIK, MIKHAIL VALERIEVICH;
GAVRILYUK, SERGEY ALEKSEYEVICH;
BORODIN, DMITRY VLADIMIROVICH;
LEBEDEV, OLEG ALEKSANDROVICH;
LAVRINOVICH, ANDREY ALEKSANDROVICH;
NAZVIN, NIKOLAY YURYEVICH y
CHERNIK, VALERY GRIGORIEVICH

74 Agente/Representante:

GARCÍA EGEA, Isidro José

ES 2 709 184 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

Procedimiento para medir el volumen interior de un objeto

5

La presente invención se refiere al sector de los procedimientos de medición, más específicamente a un procedimiento para medir el volumen interior de un objeto, en el que el objeto se escanea, sin contacto, utilizando un escáner tomográfico computerizado, siendo usados los resultados del escaneo para una construcción automatizada de un modelo tridimensional del volumen interior del objeto, y el volumen interior del objeto se mide utilizando el procesamiento computerizado del modelo tridimensional obtenido.

10

La invención se usa para obtener un modelo tridimensional exacto del volumen interior de cualquier objeto no metálico que incluya elementos metálicos.

15

ESTADO DE LA TÉCNICA

Se conoce un procedimiento para medir el volumen interior de un objeto que utiliza sistemas de escaneo por láser con escáneres especiales de láser. El uso de escaneo por láser para medir el volumen interior de un objeto exige la colocación del cabezal de escaneo en el interior del objeto, y también un volumen suficiente para que se desplace. Ver: [http://www.nikon.com/products/instruments/lineup/industrial/3d metrology/3d scanner/lc](http://www.nikon.com/products/instruments/lineup/industrial/3d_metrology/3d_scanner/lc).

20

25

Durante este movimiento rotacional, se mide la superficie interior del objeto, y, subsiguientemente, se combinan todas las imágenes y se lleva a cabo la construcción de un modelo tridimensional del volumen interior del objeto. Un inconveniente del escaneado con láser es la imposibilidad de escanear un contorno abierto del volumen interior del objeto, y también la necesidad de una cantidad suficiente de volumen en el interior del objeto que va a ser medido para que se desplace el cabezal de escaneo. Además, la operación es trabajosa y no puede ser totalmente automatizada.

30

Además, para medir el volumen interior de un objeto, puede utilizarse el escaneo sin contacto que use telémetros de gama especial, que combina objetivos ópticos e infrarrojos (ver <http://wikipedia-infor.ru/dalnomer/>). Un inconveniente concreto de este procedimiento es que es prácticamente imposible situar el objetivo del telémetro en el interior del objeto completo, teniendo, como consecuencia de ello, una calidad muy pobre del modelo tridimensional que se obtiene del volumen interior del objeto.

35

40

Otro procedimiento para medir el volumen interior de un objeto es un procedimiento de relleno de dicho volumen interior con un material endurecedor, destruyendo subsiguientemente el objeto que va a ser medido y obteniendo un molde del volumen interior del objeto para la construcción de un modelo tridimensional del volumen interior del objeto por medio de un procedimiento de medición sin contacto a la vez que instrumental.

45

Igualmente, se conoce un procedimiento de escaneo directo del volumen interior de un objeto usando un escáner tomográfico computerizado. El procedimiento de inspección estratificada no destructiva de la estructura interior de un objeto fue sugerida en 1972 por Godfrey Hounsfield y Allan Cormack, que recibieron el Premio Nobel *ex aequo* por este descubrimiento. El procedimiento se basa en la medición sin contacto y el subsiguiente procesamiento computerizado de la diferencia en la atenuación de la radiación de rayos x de materiales que difieren en cuanto a su densidad.

50

En cada una de las imágenes se representan todos los materiales del objeto por diferentes valores de brillo de la imagen definida sobre la base de su densidad. Para una evaluación visual y computacional de la densidad de los materiales del objeto visualizado por el procedimiento de tomografía computerizada se usa una escala de atenuación de la radiación de rayos x, a la que bautizó como escala Hounsfield. Su reflejo visualizado en un dispositivo de control es un espectro de imagen en blanco y negro. El alcance de las unidades de la escala ("índices densitométricos" – unidades Hounsfield) correspondientes a un nivel de atenuación de la radiación por rayos x, por ejemplo, por estructuras anatómicas del organismo se extiende desde -

55

60

1024 a +3071, por ejemplo 4096 grados de atenuación. El indicador promedio en la escala Hounsfield (0 HU) corresponde a la densidad del agua, las figuras negativas de la escala corresponden a los gases (por ejemplo, el aire), las positivas se corresponden con sustancias más densas como, por ejemplo, plásticos, cristal y metales.

5

En las imágenes obtenidas después del escaneo, todos los materiales tienen diferentes valores de brillo de imagen. Al estar relleno con aire el volumen interior del objeto, este es el más brillante que se ve. Después del escaneo, se obtiene una compilación de archivos de ordenador en formato DICOM, en los que se registran los resultados. Para la construcción del modelo tridimensional del volumen interior del objeto se usa un software apto para trabajar con objetos tridimensionales. Al poner en las imágenes obtenidas filtros con diferente densidad de luz y filtros que hacen posible combinar objetos indestructibles, se obtiene un modelo tridimensional del volumen interior del objeto. El volumen interior del objeto se mide basándose en el modelo tridimensional obtenido. Prácticamente todos los parámetros geométricos de este volumen pueden ser medidos en cualquier sistema de unidades.

10

15

Los inconvenientes del estado de la técnica son:

20

25

30

- La imposibilidad de medir el volumen interior de objetos que tengan un contorno abierto de su volumen interno (volumen abierto).
- La imposibilidad de medir de forma exacta el volumen interior de objetos no metálicos que comprendan elementos metálicos y otras sustancias que causen la presencia de elementos extraños en el modelo que va a ser construido. El escaneo de objetos no metálicos que comprendan diversos elementos metálicos de fabricación tienen como resultado que aparezca una luminiscencia alrededor de las partes metálicas. Esta luminiscencia se hace visible en las imágenes obtenidas en forma de figuras geométricas como hongos, círculos, pirámides, etc., estos elementos son interferencias que hacen más difícil la medida exacta del volumen interior,
- La imposibilidad de una detección automatizada del volumen interior de un objeto en la presencia de los elementos mencionados *supra*. Estos elementos sólo pueden ser eliminados de forma manual en una subsiguiente inspección, y esta operación conlleva el peligro de modificar la geometría de los propios modelos tridimensionales iniciales.

35

De la patente US 2006/0004833 A1 se conoce un procedimiento para medir el volumen interior de un objeto. En dicho procedimiento se miden zapatos de una forma no destructiva utilizando un escáner tomográfico computerizado. El volumen interior del objeto se rellena con un relleno antes del escaneo, siendo dicho relleno reutilizable. La radiodensidad del relleno difiere respecto a la radiodensidad del objeto.

40

Aparte de ello, la patente EP0605294 A1 se relaciona con la construcción de volúmenes ubicados en el interior de un objeto sólido, que puede estar oculto o ser difícil de acceder, con una forma que debe ser conocida con exactitud y sobre el cual se van a llevar a cabo las operaciones de computación digital.

45

También se considera que las patentes DE 10 2006 036692 A1, DE 44 38 993 A1 y EP 0 588 664 A2 son relevantes para el estado de la técnica.

50

DIVULGACIÓN DE LA INVENCION

Basándose en lo anterior, la tarea que subyace la invención es la creación de un procedimiento para medir el volumen interior de un objeto proporcionando una creación automatizada de un modelo tridimensional del volumen interior de un objeto no metálico que comprenda elementos metálicos de acuerdo con la reivindicación 1. El volumen interior del objeto se rellena con un relleno antes del escaneo, siendo dicho relleno reutilizable y siendo diferente la radiodensidad del relleno de la radiodensidad del objeto.

55

Las realizaciones preferentes de la invención se definen por las reivindicaciones independientes.

60

La esencia de la invención reside en el uso del relleno reutilizable especialmente seleccionado para rellenar el volumen interior de un objeto no metálico que comprende elementos metálicos y el subsiguiente escaneo conjunto del objeto con el relleno en un escáner tomográfico computerizado. La expresión "relleno reutilizable" significa, en esta solicitud, un relleno que puede ser fácilmente retirado del objeto después de que la medición haya sido llevada a cabo y utilizado en posteriores mediciones. Como resultado del escaneo, se obtiene una colección de modelos tridimensionales digitales para todos los materiales de diferente radiodensidad, que, conjuntamente con la selección del relleno hace posible obtener automáticamente un modelo tridimensional exacto del volumen interior del objeto sin dañar a este último. De acuerdo con la presente invención, se utiliza arena de cuarzo como relleno. La elección de arena de cuarzo como relleno permite una clara separación de los modelos tridimensionales exteriores de los objetos de los modelos tridimensionales de su volumen interior.

En cada imagen, todos los materiales del objeto y del relleno se representan por diferentes valores de brillo de la imagen, determinados sobre la base de su densidad. La selección del material de relleno para el volumen interior se lleva a cabo de tal forma que la densidad del objeto y la densidad del relleno se representan en las imágenes obtenidas por valores de brillo que no se solapan, esto es, diferentes valores de atenuación de la radiación de rayos X. Tal selección del material de relleno hace entonces posible excluir todo excepto el propio relleno en el modelo tridimensional reconstruido y detectar automáticamente el volumen interior del objeto que va a ser medido.

En una realización preferida de la invención, se usa como relleno arena de cuarzo modificada. En esta solicitud, arena de cuarzo modificada significa arena con ingredientes adicionales, por ejemplo soluciones, que hacen posible la fijación de la forma inicialmente dada. Por medio de esta arena modificada, el volumen interior del objeto puede ser completamente rellenado, incluso si tiene aberturas laterales y/o inferiores a través de las cuales la arena podría caer, modificando así los contornos del volumen interior del objeto que va a ser medido.

En otra realización preferente de la invención, el contorno abierto del volumen interior del objeto está limitado por al menos un obturador antes de rellenar el volumen interior del objeto con el relleno, en donde el al menos un obturador puede contener el relleno dentro de los límites del volumen interior del objeto. Esto hace posible medir de forma exacta el volumen interior de un objeto con un contorno abierto o una forma compleja.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Fig. 1 muestra el contorno del objeto que va a ser medido
 Fig. 2 muestra en sección longitudinal el objeto que va a ser medido
 Fig. 3 muestra una colección de objetos de plástico con una forma interior compleja, como ejemplo de realización de la invención.
 Fig. 4 muestra las imágenes digitales obtenidas
 Fig. 5 muestra los modelos digitales tridimensionales obtenidos del volumen interior de los objetos que van a ser medidos.

REALIZACIÓN DE LA INVENCION

La Fig. 1 muestra un tubo bifurcado de plástico cuyo volumen interior va a ser objeto de medición. La Fig. 2 muestra el mismo tubo bifurcado en sección longitudinal. Se ve nítidamente cómo el tubo bifurcado en sección longitudinal tiene un contorno exterior fabricado con el material 1 del tubo bifurcado, mientras que en las zonas de conexión del tubo bifurcado el contorno del volumen interior del mismo está abierto. Para llevar a cabo la medición del volumen interior del tubo bifurcado, su contorno abierto se delimita por al menos un obturador (3), a continuación se rellena el volumen interior del tubo bifurcado con el relleno (2), y el tubo bifurcado se escanea, sin contacto, usando un escáner tomográfico computerizado. Después del escaneo sin contacto, se retira el relleno del volumen interior sin destruir el tubo bifurcado, y los resultados del escaneo se usan para fabricar un modelo tridimensional del tubo bifurcado, sobre la base del cual se mide el volumen interior del tubo bifurcado.

Un ejemplo de realización de la invención se realizó también mediante la medición del volumen interior de objetos plásticos de una forma interior compleja (Fig. 3).

5 Se usó arena de cuarzo como relleno. La elección del material de relleno se basó en la diferencia en las radiodensidades del plástico (de -800 HU a + 200 HU) y la arena de cuarzo (de +500 HU a +2000 HU), que hizo posible distinguir, inequívocamente, entre los modelos tridimensionales exteriores de los objetos y los modelos tridimensionales de su volumen interior cuando se usa un escáner tomográfico computerizado.

10 Los objetos plásticos seleccionados para los experimentos se rellenaron con arena de cuarzo usando una mesa de vibración, que hizo posible impedir que se produjeran retenciones de aire en los lugares donde el relleno contacta la superficie interior de los objetos que van a ser medidos. Cuando se miden objetos con un volumen interior de contorno abierto (volumen abierto), se usan como obturadores contenedores elásticos con arena de cuarzo. De ser necesario, se lleva a cabo una formación correctiva de la superficie en los lugares abiertos por medio de los contenedores elásticos con arena modificada.

15 Después de rellenar los objetos con arena, se llevó a cabo el escaneo con un escáner tomográfico computerizado médico de la compañía Toshiba (ver <http://medical.toshiba.com/products/ct/aquilion-one-family/scalable-technology.php>). Estos dispositivos permiten implementar una medición tridimensional del volumen interior con una resolución muy alta. Adicionalmente, hacen posible medir, de una sola vez, varios objetos dispuestos sobre una bandeja de 1750 mm de longitud.

25 Planificación de escaneo:

- Voltaje: 120 kV (exacto),
- Corriente: 50 mA incrementándose a 95 mA sobre el recipiente tendido.
- Matriz: 512 x 512 (exactos)
- 30 - Campo de vista (FOV): 37.6 x 37.6 (exactos)
- Anchura de la sección de escaneo: 5 mm (exactos)
- Anchura de la sección de reconstrucción: 1 mm (exactos)

35 Figuras de la escala de Hounsfield:

- Recipiente tendido: 530-750 HU (aproximadamente)
- Recipiente redondo en pie: 830-870 HU (aproximadamente)
- Contenedor en forma ovalada: 780-850 HU (aproximadamente)
- Recipiente redondo en pie con rosca: 780-950 HU (aproximadamente)
- 40 - Recipiente ovalado en pie con rosca: 800-940 HU (aproximadamente)
- Molde "aeroplano": 900-930 HU (aproximadamente)
- Molde "locomotora": 970-1020 HU (aproximadamente)
- Molde "camión": 1000-1100 HU (aproximadamente)
- 45 - Molde "coche de pasajeros": 900-970 HU (aproximadamente)

El escaneo resultó en una compilación de archivos de ordenador en formato DICOM. Su posterior procesamiento produce modelos digitales tridimensionales del volumen interior de los objetos.

50 También en el proceso de escaneo de objetos con tal relleno del interior del volumen se obtuvo una imagen tridimensional del objeto que carece de residuos de elementos metálicos, incluidos de forma constructiva en los objetos como "setas", formaciones circulares y similares. La falta de residuos permite evitar la corrección manual de los modelos y ofrece la posibilidad de automatizar el subsiguiente procesamiento por ordenador. Con esta finalidad, los resultados del escaneo se incorporaron a un software con objetos tridimensionales que agregaron filtros de densidad (más de 400 y menos de 1400) y combinaron elementos integrales. Como resultado, se obtuvieron modelos

60

APLICABILIDAD INDUSTRIAL

5 El procedimiento de la invención puede ser ampliamente aplicado en diferentes campos de la industria en los cuales es de esencial importancia la medida exacta del volumen interior de un objeto sin destruir el mismo.

10 El procedimiento de la invención puede ser aplicado principalmente en un control automatizado de las dimensiones del volumen interior de objetos en fabricación pero también en la medición automatizada y el control del volumen interior de zapatos.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento para la medición del volumen interior de un objeto no metálico que comprenda elementos metálicos en el que:
 - El volumen interior del objeto se rellena con un relleno (2), en el que el relleno (2) es reutilizable.
 - El objeto se escanea, sin contacto, utilizando un escáner tomográfico computerizado,
 - 10 - Los resultados del escaneo se usan para una construcción automatizada de un modelo tridimensional del volumen interior del objeto, y
 - El volumen interior del objeto se mide usando un procesamiento computerizado del modelo tridimensional obtenido

caracterizado porque
la radiodensidad del relleno (2) difiere de la radiodensidad del objeto, en donde se utiliza cuarzo como relleno (2) con objeto de evitar residuos de elementos metálicos en la imagen del objeto.
- 15 2. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** se usa como relleno (2) arena de cuarzo modificada, en donde la arena de cuarzo es una arena de cuarzo con ingredientes adicionales, que permiten la fijación de una forma inicialmente dada.
- 20 3. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** antes de rellenar el volumen interior del objeto con el relleno (2) el contorno abierto del volumen interior del objeto está limitado por al menos un obturador (3), donde el al menos un obturador (3) está adaptado para mantener el relleno dentro de los límites del volumen interior del objeto, en donde se utilizan como obturadores (3) contenedores elásticos con arena de cuarzo o arena de cuarzo modificada.
- 25 4. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el volumen interior del objeto está rellenado con un relleno (2) usando una mesa de vibración.
- 30 5. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes para la medición del volumen interior de zapatos.
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

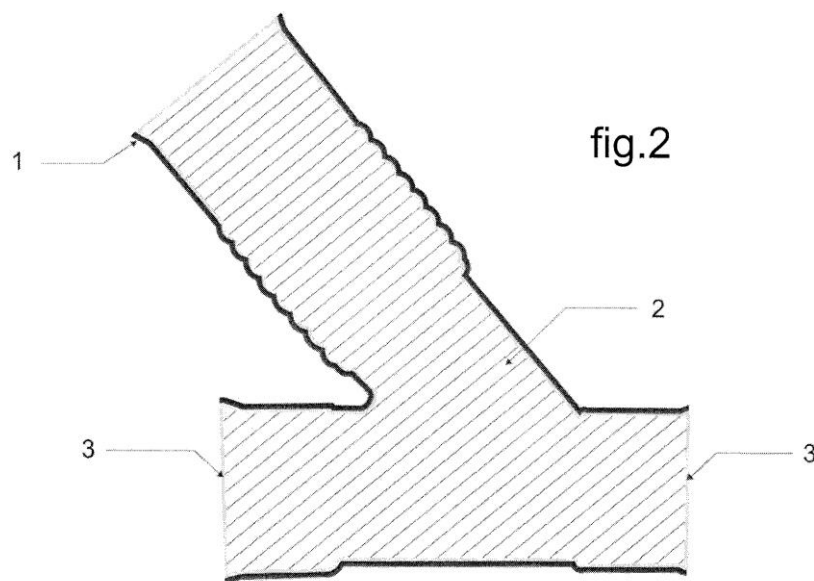
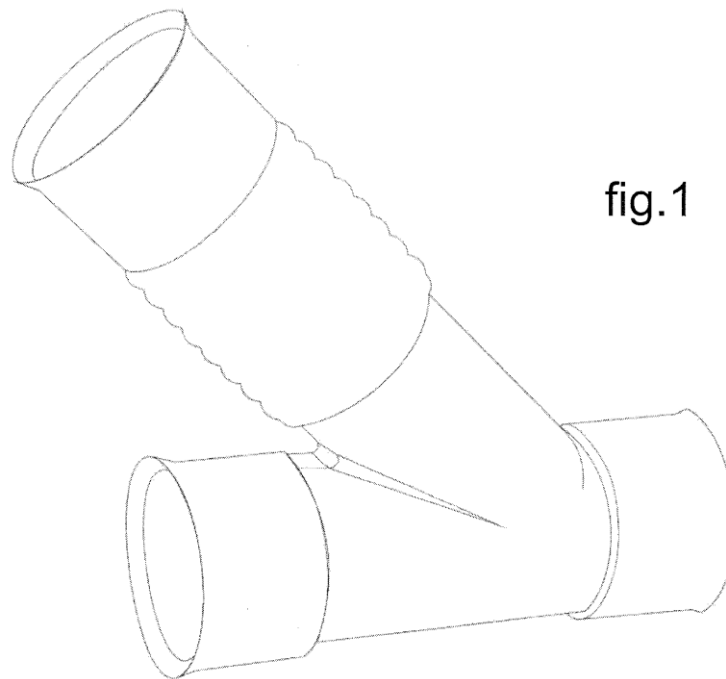




fig.3

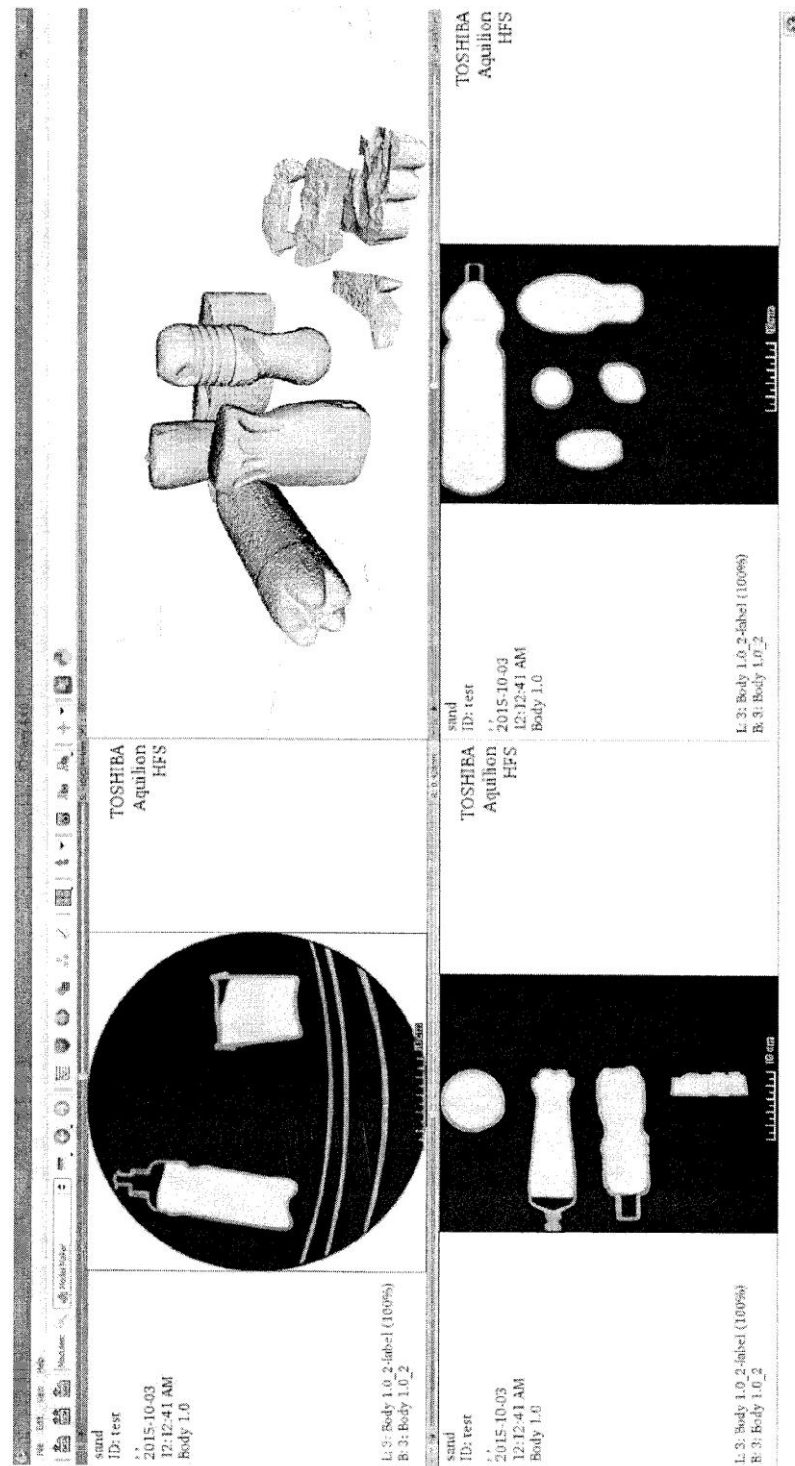


fig.4

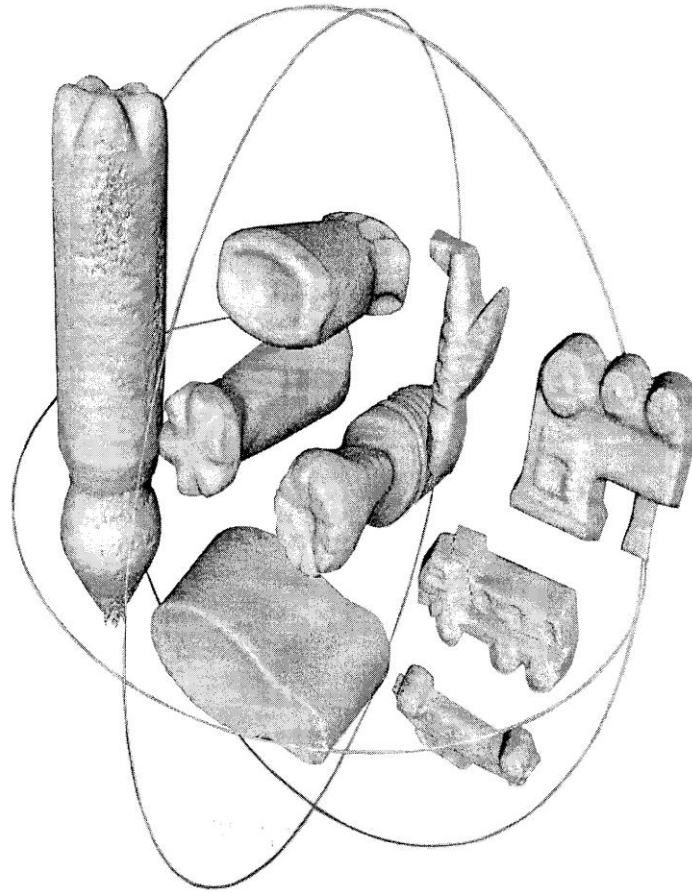


fig.5