

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 708**

51 Int. Cl.:

**A61C 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2009** **E 09015130 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017** **EP 2193759**

54 Título: **Preformas en agrupación o matrices direccionables para sistemas CAD/CAM dentales**

30 Prioridad:

**05.12.2008 US 329200**

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

**21.02.2018**

73 Titular/es:

**IVOCLAR VIVADENT AG (100.0%)  
BENDERERSTRASSE 2  
9494 SCHAAN, LI**

72 Inventor/es:

**GANLEY, ROBERT A. y  
BRODKIN, DMITRI G.**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 655 708 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

Preformas en agrupación o matrices direccionables para sistemas CAD/CAM dentales.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a sistemas asistidos por ordenador para diseñar y fabricar prótesis y restauraciones dentales. La invención también se refiere a preformas en agrupación de fresado y su utilización en sistemas CAD/CAM dentales para expandir una gama de sistemas compatibles con una preforma dada; permitir la intercambiabilidad de preforma de fresado con otros sistemas; proporcionar acceso a una variedad aumentada de preformas de fresado para un sistema dado; y maximizar la versatilidad del sistema, la selección de materiales y la eficiencia de funcionamiento. Según determinados aspectos, la presente invención también se refiere a técnicas y métodos asociados con las preformas en agrupación mencionadas anteriormente.

15 **Antecedentes de la invención**

En la divulgación siguiente, se hace referencia a determinadas estructuras y/o métodos. Sin embargo, las siguientes referencias no deben construirse como una admisión de que estas estructuras y/o métodos constituyen la técnica anterior. El solicitante se reserva expresamente el derecho a demostrar que tales estructuras y/o métodos no se califican como técnica anterior.

Hoy en día, existe una tendencia que aumenta progresivamente en odontología hacia la utilización de tecnologías automatizadas para la planificación de tratamiento, procedimientos virtuales, ortodoncias, diseño y fabricación de restauraciones dentales tanto en consultas dentales (en consulta) como en laboratorios dentales (en laboratorio). Esta tendencia, denominada a veces "revolución digital", es más evidente en el auge en laboratorio de tecnologías CAD/CAM. El número de sistemas CAD/CAM disponibles para laboratorios dentales ha aumentado casi diez veces en la última década. Actualmente, existen alrededor de 25 sistemas CAD/CAM dentales y muchos sistemas de fresado de copia que utilizan preformas de fresado en una variedad de formas y tamaños. Las conformaciones de preforma varían desde formas geométricas simples tales como rectangular, cilíndrica o hexagonal hasta más complejas tales como preformas inteligentes descritas en la patente US nº 6.979.496 B. Sus tamaños oscilan desde aproximadamente 1,3 cm (0,5") hasta aproximadamente 10 cm (4") en longitud o diámetro. Están disponibles preformas de fresado en los 4 tipos de materiales -metales, polímeros (resinas, plásticos), cerámicas y compuestos-. Las preformas de fresado cerámicas pueden dividirse en tres categorías principales: feldespática (basada en leucita y basada en feldespato o sanidina), vitrocerámica (silicato de litio, micáceo, etc.), y basada en cerámica cristalina tal como alúmina y/o circonita (de sinterización blanda o totalmente densa). Las tres categorías de cerámica así como preformas de material compuesto ya están disponibles o estarán disponibles pronto en una variedad de tonos. Disponer del inventario necesario de tonos para cada tipo dado de preforma añade las presiones económicas a la instalación que hace funcionar un sistema CAD/CAM.

Una preforma de circonita 100 en forma de disco de (4) pulgadas de diámetro convencional 102 se ilustra en las figuras 1 a 2. Tal como se ilustra en las mismas, se forma una pluralidad de formas 110 fresadas en la preforma de circonita 100. La preforma 100 se forma enteramente a partir de circonita, y por tanto es muy costosa. Tal como se ilustra en la figura 2, la utilización de tales preformas 100 para formar una pluralidad de formas 110 fresadas da como resultado una cantidad significativa de zona 120 de bloque de intervención desperdiciada definida entre las envolturas de fresado 112.

Aunque la tecnología CAD/CAM dota a laboratorios dentales de oportunidades para una calidad, una reproducibilidad y una eliminación de error humano mejorados, la mayor parte de los sistemas CAD/CAM están orientados a fresar circonita de sinterización blanda y por tanto carecen de selección de material para ser competitivos en un mercado sobresaturado y acelerado. La mayor parte de los fabricantes de sistemas CAD/CAM no hacen sus propios bloques, en su lugar los compran a proveedores tales como Ivoclar, Vita o Metoxit, con una competencia básica establecida en desarrollo y fabricación de materiales avanzados o dentales. Comprensiblemente, los materiales CAD/CAM son bastante caros añadiéndose sustancialmente a los costes de funcionamiento del sistema CAD/CAM. El rendimiento por preforma tal como se define en el documento US 6.979.496 B es bastante bajo y la mayor parte se desperdicia.

Los primeros sistemas CAD/CAM que comprenden unidades de fresado para la utilización en consulta o laboratorio tal como Cerec (Sirona) y Lava (3M/ESPE) eran sistemas cerrados en los que preformas de fresado están unidas a un retenedor de brazo, un saliente, un mandril, un soporte o un cuerpo portador, que presenta una geometría patentada única tal como se describe en las patentes US 6.485.305 B y 6.769.912 B y también puede protegerse mediante un código de barras, impidiendo de ese modo la intercambiabilidad con otros sistemas (CAD/CAM). También se describen variaciones de una pieza de trabajo (parte que puede fresarse) en un conjunto de brazo en los documentos US 7.214.435 B, 6.669.875 B, 6.627.327 B, 6.482.284 B, 6.224.371 B, 6.991.853 B y 6.660.400 B. Con la aparición de los sistemas de arquitectura abierta, la intercambiabilidad de preforma entre sistemas ha pasado a ser no sólo posible sino extremadamente deseable. Aunque el mercado

está dominado actualmente por sistemas cerrados, la penetración en el mercado de sistemas abiertos está aumentando de manera constante. De 25 sistemas CAD/CAM comerciales al menos 5 o 6 están utilizando el mismo escáner 3D dental D-250 y el software de CAD dental DentalDesigner™ (3Shape A/S, Copenhague, Dinamarca). En un sistema de arquitectura abierta, las preformas no están protegidas con código de barras y puede utilizarse cualquier preforma siempre que encaje en el alojamiento existente (soporte de preforma, elemento de sujeción, elemento de recepción, soporte) de la unidad de fresado.

No todos los tipos de preformas pueden producirse económicamente de cualquier forma y tamaño. Por ejemplo, pueden formarse bloques de circonia y alúmina de cualquier forma y tamaño dado para cubrir la demanda de fundas más grandes que pueden fresarse a partir de preformas más grandes. Por otro lado, las preformas feldespáticas y vitrocerámicas grandes no son tan deseables debido a varias limitaciones mecánicas y económicas.

El documento US 2006/0115794 A se presenta para enseñar un sistema para producción continua de piezas de prostodoncia tales como núcleos de corona, coronas o similares. El sistema utiliza torneado y fresado en una máquina de control numérico informática de punto del cabezal CNC de una varilla de circonia que se alimenta automáticamente en la máquina. Se cortan múltiples piezas una tras otra a partir de la varilla continua. Esta solicitud de patente se presenta para enseñar además la utilización de múltiples máquinas en la que cada máquina se alimenta de una varilla de una forma y/o tamaño diferente. Una unidad de control central obtiene especificaciones para una pieza que va a cortarse y selecciona la máquina en la que va a hacerse la pieza determinando la varilla que requerirá la cantidad mínima de corte. Además de las dificultades económicas y de elaboración de fabricación y fresado de varillas largas a partir de materiales distintos de circonia totalmente densa, considerando el coste de la máquina de CNC, es mucho más ventajoso permitir que una máquina frese todas las fundas que tener muchas máquinas, dedicada cada una a un tipo determinado de funda.

El documento US nº 7.234.938 B se presenta para divulgar el soporte de preforma múltiple o receptor de piezas de trabajo construido como una banda alargada con múltiples orificios en la misma para incrustar una pluralidad de preformas o piezas de trabajo idénticas. La invención se refiere a una máquina de fresado/desbastado, en la que, el receptor de piezas de trabajo o soporte de preforma de fresado presenta una pluralidad de orificios dispuestos a lo largo de su eje longitudinal, para recibir las piezas de trabajo o preformas. Esta invención también comprende un material de incrustación moldeable dispuesto dentro del orificio pasante para retener la pieza de trabajo dentro del orificio pasante. Enseña además una máquina de fresado/desbastado, que comprende un dispositivo de incrustación para la incrustación automática de la pieza de trabajo en el receptor de piezas.

El documento US 2006/0106485 A describe la utilización de una preforma virtual correspondiente a una preforma física que se procesa para formar una pluralidad de características de fabricación. Esta solicitud enseña además el mecanizado virtual de cada característica de fabricación de la pluralidad de características de fabricación en la preforma virtual en la que cada característica de fabricación exhibe una relación asociativa con el sistema de coordenadas. Se generan instrucciones de fabricación para crear la parte real mecanizando la pluralidad de características de fabricación en la preforma. Tales métodos fueron pioneros en la industria automovilística y se describen en los documentos US 6.775.581 B; 7.024.272 B; 7.110.849 B y US 2006/0106485 al enfoque de diseñar electrónicamente un artículo que comprende un conjunto de componentes se describe en el documento U. 2007/0136031 A. Una vez más, esta divulgación no se refiere a la odontología.

El documento US 2008/0241798 A1 describe un método para fabricar prótesis dentales. Las prótesis dentales se proporcionan en un armazón del que se extienden refuerzos a dichas prótesis y luego se procesan en un procedimiento de prototipo rápido. El armazón se sostiene con abrazaderas de sujeción para procesar pero también puede insertarse en un armazón de soporte preparado de manera correspondiente y fijado posteriormente en la posición para el procesamiento.

El objetivo de la invención deriva de una necesidad en la técnica de permitir la intercambiabilidad de preforma, maximizar el rendimiento por preforma, y reducir el desperdicio de material, para maximizar la versatilidad del sistema, la selección de materiales y la eficiencia de funcionamiento. También existe un deseo de reducir un inventario de preformas reduciendo por tanto los costes de funcionamiento asociados con sistemas CAD/CAM comerciales.

### Sumario de la invención

El objetivo anterior se resuelve mediante una preforma de fresado en agrupación tal como se define en la reivindicación 1. Se divulgan formas de realización adicionales de la invención en las reivindicaciones dependientes. La presente invención proporciona técnicas y disposiciones que pueden abordar opcionalmente una o más de las deficiencias mencionadas anteriormente asociadas con los sistemas CAD/CAM existentes. Según determinados aspectos, la presente invención proporciona preformas de fresado mediante la proporción de preformas en agrupación.

“Preforma en agrupación” tal como se utiliza en la presente memoria, se define como un conjunto de preforma múltiple que comprende al menos dos y preferiblemente cuatro o más preformas individuales fijadas a un armazón (cuerpo portador, alojamiento, horquilla de agarre) compatible con el alojamiento existente (soporte de preforma, elemento de sujeción, elemento de recepción, soporte) de una unidad de fresado, con modificación mínima o inexistente. Por tanto, la preforma en agrupación forma una clase de matriz direccionable de preformas a la que la unidad de fresado o sistema CAD/CAM puede acceder para fresar de manera eficiente cuerpos con forma en las preformas, con desperdicio y retirada de material mínimos, y con intercambiabilidad y flexibilidad máximas. Por consiguiente, los términos “preforma en agrupación” y “matriz direccionable” pueden utilizarse de manera intercambiable en la presente memoria.

Pueden formarse diversas preformas en agrupación a partir de preformas individuales usando armazones prefabricados o personalizados para permitir la utilización de dichas preformas individuales en el máximo número posible de sistemas. Una preforma en agrupación puede comprender las mismas preformas individuales de tamaño y tono idénticos, o tonos diferentes de la preforma del mismo tipo y tamaño. Las preformas en agrupación también pueden comprender diversos tamaños y tonos del mismo tipo de preforma (material) y también una variedad de diferente tipos de preformas de uno o diferentes fabricantes pueden ensamblarse en el mismo armazón para hacer una preforma en agrupación “híbrida”. Para maximizar el impacto de preformas en agrupación en la eficiencia del sistema puede utilizarse un software de anidación y un software de optimización de sistema basándose en metodologías de diseño de procedimiento digital (DPD) que utilizan una aproximación de preforma virtual.

Por consiguiente, la presente invención proporciona una preforma de fresado en agrupación que comprende un armazón construido para cooperar con un soporte de preforma de un sistema CAD/CAM existente; y una pluralidad de subpreformas unidas al armazón.

Un sistema CAD/CAM descrito en la presente memoria comprende una máquina de fresado, un soporte de preforma, una preforma de fresado en agrupación que comprende un armazón construido para cooperar con el soporte de preforma, y una pluralidad de subpreformas unidas al armazón; y software de anidación que presenta al menos un nivel de primer orden de funcionalidad.

Un método de fresado de objetos descrito en la presente memoria utiliza el sistema CAD/CAM descrito anteriormente, comprendiendo el método analizar datos de fresado reales históricos, o analizar datos correspondientes a objetos fresados, obteniendo de ese modo el software de anidación una distribución de forma y tamaño para envolturas de fresado y su correlación con tipos específicos de artículos dentales, seleccionando un lote de fundas correspondiente a objetos que van a fresarse seleccionando sus datos electrónicos correspondientes, optimizando el número, tipo, tamaño, disposición, dimensiones y/o tonos de subpreformas seleccionadas para fresar el lote de fundas, ensamblando las subpreformas seleccionadas en uno o más armazones que utilizan una o más plantillas para producir una o más preformas en agrupación; y fresando los objetos en subpreformas respectivas.

Aunque la presente invención se describe en la presente memoria principalmente con referencia a prótesis dentales mecanizadas, debe entenderse que la presente invención no está tan limitada. Por ejemplo, los principios de la las presentes invenciones pueden aplicarse a dispositivos médicos en general (por ejemplo, implantes, partes de articulación de sustitución, sustituciones óseas, etc.) Según sus aspectos internos, la presente invención puede aplicarse al fresado o la formación de esencialmente cualquier objeto tridimensional. Ejemplos de objetos tridimensionales incluyen, pero no están limitados a, artículos dentales, tales como, una cofia, un pónico, un armazón, dientes de dentadura, un retenedor de espacio, un aparato de sustitución dental, un retenedor ortodóncico, una dentadura, un poste, una faceta, una férula, un cilindro, un pasador, un conector, una corona, una corona parcial, una carilla, una incrustación *onlay*, una incrustación *inlay*, un puente, una dentadura parcial fija, un implante o un diente de sostén.

### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una preforma en forma de disco convencional.

La figura 2 es ilustrativa del desperdicio de fresado de la preforma de la figura 1.

La figura 3 es una preforma en agrupación formada según una primera realización no cubierta por la presente invención.

La figura 4 es una preforma en agrupación formada según una segunda realización no cubierta por la presente invención.

La figura 5 es una preforma en agrupación formada según una forma de realización adicional no cubierta por la presente invención.

- La figura 6 es una preforma en agrupación formada según todavía otra realización no cubierta por la presente invención.
- 5 La figura 7 es una preforma en agrupación según todavía una forma de realización adicional no cubierta por la presente invención.
- La figura 8a ilustra una máquina de fresado CAD/CAM convencional que comprende un soporte de preforma de fresado de doble disco en posición abierta.
- 10 La figura 8b ilustra una máquina de fresado CAD/CAM convencional que comprende un soporte de preforma de fresado de doble disco en posición cerrada.
- La figura 9 es una ilustración esquemática de una plantilla maestra de preforma en agrupación formada según principios no cubiertos por la presente invención.
- 15 La figura 10 es una modificación de la plantilla maestra de la figura 9, construida según una forma de realización no cubierta por la presente invención.
- La figura 11 es una modificación de la plantilla maestra de la figura 9, construida según otra realización no cubierta por la presente invención.
- 20 La figura 12 es una representación gráfica de la distribución de tamaño de envolturas de fresado.
- La figura 13 es una vista en perspectiva superior de subpreformas montadas sobre un armazón según una forma de realización no cubierta por la presente invención.
- 25 La figura 14 es una vista en perspectiva superior de subpreformas montadas sobre un armazón según una forma de realización no cubierta por la presente invención.
- La figura 15 es una vista en perspectiva fragmentaria de una subpreforma montada en un armazón según una forma de realización no cubierta por la presente invención.
- 30 La figura 16 es una vista en perspectiva fragmentaria de una subpreforma montada en un armazón según una forma de realización no cubierta por la presente invención.
- 35 La figura 17 es una vista en perspectiva fragmentaria de subpreformas montadas en un armazón según una forma de realización no cubierta por la presente invención.
- La figura 18 es una vista en perspectiva fragmentaria de subpreformas montadas en un armazón según una forma de realización no cubierta por la presente invención.
- 40 La figura 19 es una vista en sección transversal de subpreformas montadas en un armazón tomada en la línea 19-19 de la figura 18.
- 45 La figura 20 es una vista en perspectiva superior de subpreformas montadas sobre un armazón según una forma de realización no cubierta por la presente invención.
- La figura 21 es una vista en perspectiva lateral superior de subpreformas montadas sobre un armazón según una forma de realización no cubierta por la presente invención.
- 50 La figura 22 es una vista lateral del armazón en la figura 21.
- La figura 23 es una vista en planta frontal del armazón de la figura 21, con una vista en sección transversal parcial en la línea 23-23 de la figura 22.
- 55 La figura 24 es una vista en perspectiva superior del armazón de la figura 21, con una vista en sección transversal parcial en la línea 24-24 de la figura 22.
- La figura 25 es una vista en perspectiva fragmentaria de una preforma en agrupación según una forma de realización no cubierta por la presente invención.
- 60 La figura 26 es una vista en planta superior de una preforma en agrupación según una forma de realización no cubierta por la presente invención.
- 65 La figura 27 es una vista en despiece ordenado del conjunto de preforma en agrupación de la figura 26.

La figura 28 es una vista en sección transversal de la preforma en agrupación de la figura 26 tomada en la línea 28-28 de la figura 26.

5 La figura 29 es una vista en sección transversal de la preforma en agrupación de la figura 26 tomada en la línea 29-29 de la figura 26.

La figura 30 es una vista a escala ampliada de una subpreforma que encaja en la figura 29.

10 La figura 31 es una vista en sección transversal de la preforma en agrupación de la figura 26 tomada en la línea 31-31 de la figura 26.

La figura 32 es una vista en perspectiva de una subpreforma en un receptáculo.

15 La figura 33 es una vista fragmentada de la subpreforma de la figura 32.

La figura 34 es una vista en planta superior de una preforma en agrupación según una forma de realización de la presente invención.

20 La figura 35 es una vista en perspectiva de la preforma en agrupación de la figura 34.

La figura 36 es una vista en sección transversal de la preforma en agrupación de la figura 34 tomada en la línea 36-36.

25 La figura 37 es una vista en sección transversal de la preforma en agrupación de la figura 34 tomada en la línea 37-37.

La figura 38 es una vista en sección transversal de la preforma en agrupación de la figura 34 tomada en la línea 38-38.

30 La figura 39 es una vista en perspectiva de la preforma en agrupación de la figura 34 con las subpreformas retiradas.

35 La figura 40 es una vista en perspectiva de la preforma en agrupación de la figura 34 estando el soporte fijado mecánicamente al armazón.

La figura 41 es una vista en perspectiva de la preforma en agrupación de la figura 34 con subpreformas en la misma.

40 La figura 42 es una vista en perspectiva de la preforma en agrupación de la figura 34 con subpreformas en la misma.

La figura 43 es una vista en perspectiva de la preforma en agrupación de la figura 34 estando unas subpreformas fijadas mecánicamente al soporte.

45 La figura 44 es una vista en perspectiva de la preforma en agrupación de la figura 34 estando un soporte fijado mecánicamente al armazón.

### Descripción detallada de la invención

50 Según un aspecto opcional de la presente invención, se forman diversas preformas en agrupación a partir de preformas individuales utilizando armazones prefabricados o personalizados para permitir la utilización de preformas individuales en el máximo número posible de sistemas. Más adelante, preformas individuales que se ensamblan en una preforma en agrupación se calificarán subpreformas. Una preforma en agrupación puede comprender subpreformas de tamaño y tono idénticos, o tonos, tamaños y/o tipos de subpreformas diferentes.

55 Por ejemplo, una preforma en agrupación puede comprender diversos tamaños y tonos del mismo tipo de subpreforma y también una variedad de tipos de subpreformas diferentes de uno o diferentes fabricantes pueden ensamblarse en el mismo armazón para hacer una preforma en agrupación "híbrida". Por ejemplo, e.max CAD MO y/o LT preformas (Ivoclar) también conocidas como "bloques azules" pueden procesarse potencialmente mediante cualquier sistema CAD/CAM robusto utilizando procedimiento de fresado húmedo y presentando software capaz de diseñar restauraciones de contorno completo. Un ejemplo de un sistema de este tipo capaz de, pero aún no "bloques azules" de fresado son los sistema Zeno<sup>®</sup>Tec (Wieland), específicamente las unidades de fresado ZENO<sup>®</sup>4820 y ZENO<sup>®</sup>3020 comunicadas mediante interfaz con DentalDesigner<sup>™</sup> Software de 3Shape mencionado anteriormente. Se muestran ejemplos de preformas en agrupación formadas en las figuras 3 a 6.

65

Pueden disponerse subpreformas en una matriz direccionable, mediante lo cual la matriz direccionable está diseñada a partir de parámetros recibidos de un historial de operaciones de fresado anteriores u operaciones de tareas anteriores. Las subpreformas presentan propiedades asociadas con parámetros recibidos de un historial de operaciones de fresado anteriores u operaciones de tareas anteriores. Estas propiedades pueden incluir tipo de material, características de material, tamaño de la subpreforma, forma de la subpreforma, y/o tono de la subpreforma. Ejemplos de formas de la subpreforma incluyen formas poligonales, redondas, ovaladas y casi netas complejas. Las formas casi netas pueden incluir protuberancias formadas de una sola pieza con las subpreformas para unión al soporte o armazón. Las protuberancias pueden formarse en mandriles para la unión al soporte o armazón. Los parámetros recibidos de un historial de operaciones de fresado anteriores pueden incluir tipo de funda, parámetros de selección de material, tamaño del artículo dental, forma del artículo dental, tono del artículo dental, trayectoria de herramienta óptima, parámetros de fresado, y estadísticas de envolturas de fresado utilizadas en la fabricación de artículos dentales. Ejemplos de estadísticas de envolturas de fresado incluyen forma y dimensiones de las envolturas de fresado y la correlación de las envolturas de fresado con tipos específicos de artículos dentales. Ejemplos de parámetros de fresado incluyen tipo de herramienta, profundidad de corte, razón de alimentación, rotaciones por minuto (rpm) y/o velocidad lineal. Ejemplos de tipo de herramienta incluyen una superficie abrasiva, desbastada o de corte. El herramienta puede variar por material, forma, y/o tamaño de herramienta. Ejemplos de superficie abrasiva, desbastada o de corte incluyen diamante, carburos, acero endurecido, o cerámica. Ejemplos de formas de herramienta incluyen, pero no están limitados a cilíndrica, cónica, en forma de disco, en forma de bola, o estriada. El tamaño de la herramienta puede depender del diámetro y la longitud. Un herramienta de diamante puede incluir microgránulo de diamante. La profundidad de corte del herramienta puede oscilar en tamaño de micras a milímetros. Ejemplos adicionales de parámetros de fresado incluyen parámetros de fresado posteriores tales como parámetros de tratamiento con calor, vidriado o recubrimiento. Ejemplos de parámetros con respecto al historial de operaciones de tareas anteriores incluyen inventario utilizado, inventario restante, e historial de casos.

Una primera preforma en agrupación 10 formada según determinadas formas de realización no cubiertas por la presente invención se ilustra en la figura 3. Tal como se ilustra en las mismas, la preforma en agrupación 10 comprende una pluralidad de subpreformas 12. Según la realización ilustrada, se incluyen dos tipos diferentes de subpreformas 12 en la preforma en agrupación 10. Concretamente, según la realización ilustrada, una pluralidad de primeras preformas en agrupación 14 se ubican generalmente en la zona central de la preforma en agrupación 10, y una segunda pluralidad de subpreformas 16 se proporciona alrededor de la periferia de la preforma en agrupación 10. La primera pluralidad de preformas en agrupación comprende bloques azules C14 y la segunda pluralidad de subpreformas comprende bloques azules B32. Cada de las subpreformas 12 está unida, o de lo contrario puede estar integrada con, un común 18. El armazón 18 puede formarse de cualquier material adecuado. Por ejemplo, el armazón 18 puede construirse de un metal tal como acero o una aleación de aluminio, un plástico o polímero tal como PMMA, o material compuesto tal como Paradigm® MZ100 fabricado por 3M. El armazón puede comprender partes estacionarias o móviles.

Las preformas en agrupación 10, 20 tal como se describen en las formas de realización ilustrativas anteriores, pueden componerse opcionalmente de una pluralidad de bloques azules y personalizados para su utilización en el sistema Zeno® Tec mencionado anteriormente.

Una modificación de la realización representada en la figura 3 se ilustra en la figura 4. Esta realización es similar a la realización ilustrada en la figura 3, excepto por la disposición y el tipo de subpreformas 12 asociadas con el armazón 18. Según la realización ilustrada en la figura 4, las subpreformas 14 presentan cada una la misma construcción, por ejemplo, presentan cada una el mismo tamaño, tono, y/o están formadas del mismo material. Según una forma de realización opcional, cada una de las subpreformas 14 son esencialmente idénticas entre sí.

Los armazones pueden ser de cualquier conformación o forma incluyendo 2D y 3D. Los armazones pueden producirse en masa (prefabricados) o personalizados para cada pareja de sistema y preforma de fresado deseada. Las subpreformas pueden unirse mecánicamente (fijadas) a un armazón o, de manera alternativa, adherirse adhesivamente (pegadas) al mismo o formarse como una parte integral del armazón. Las subpreformas también pueden montarse en aberturas en el armazón utilizando materiales de montaje colables, materiales de moldeado, compuestos de polímero y otros materiales endurecibles. Los armazones para preformas en agrupación pueden diseñarse para múltiples utilidades, y/o como instrumentos disponibles. Además, los armazones de preformas en agrupación pueden comprender una parte única monolítica, o pueden comprender un montaje de una pluralidad partes o componentes. En el último caso, las partes o los componentes del montaje de armazón pueden unirse de manera permanente entre sí o ser separables. El montaje de armazón también puede comprender partes móviles. Por ejemplo, pueden utilizarse partes móviles para rotar o de lo contrario cambiar la posición de a subpreforma en una preforma en agrupación antes, durante o después del fresado. Este movimiento puede ser manual o automatizado y controlado mediante los mismos medios que una unidad de fresado de CNC.

Preformas adicionales en agrupación 30, 40 y 50 formadas según formas de realización adicionales no cubiertas por la presente invención se ilustran en las figuras 5 a 7, respectivamente.

Tal como se ilustra en la figura 5, la preforma en agrupación 30 incluye una pluralidad de subpreformas 32 dispuestas en un armazón poligonal 34. Según realización ilustrativa, no limitativa, las subpreformas comprenden 9 bloques redondos dispuestos en tres filas de tres bloques cada una, y el armazón 34 es sustancialmente cuadrado. El bloque 32 y el armazón 34 pueden formarse de cualquiera de los materiales descritos anteriormente en la presente memoria.

Tal como se ilustra en la figura 6, una preforma en agrupación 40 formada según una forma de realización alternativa no cubierta por la presente invención incluye al menos una subpreforma que presenta una primera característica y una pluralidad de segundas subpreformas 44 que presentan una segunda característica que difiere de la de la al menos una primera subpreforma 42. Según ejemplo ilustrativo, no limitativo, la primera subpreforma 42 comprende un bloque sustancialmente redondo, y la pluralidad de segundas subpreformas 44 comprenden preformas poligonales o sustancialmente cuadradas dispuestas de manera simétrica alrededor de la primera subpreforma 42. Las subpreformas primera y segunda 42, 44 están unidas a un armazón poligonal 46. Según la realización ilustrativa no limitativa, el armazón 46 es sustancialmente cuadrado. Ambas subpreformas 42, 44 y el armazón 46 pueden formarse de cualquiera de los materiales descritos anteriormente.

La figura 7 ilustra una preforma en agrupación 50 que forma una matriz 4x4 direccionable(SBij) que comprende 16 subpreformas 52 que tienen diversos tonos dentales establecidos en el armazón 54. Según una forma de realización ilustrativa, si cada subpreforma 52 representa un tono Vita Classic, esta matriz 4x4 direccionable puede cubrir todo el intervalo de tono Vita Classic. En general, a todas y cada una de las posiciones de subpreforma individuales en una preforma en agrupación/matriz direccionable dada se asignan índices (números) basándose en algoritmos y maneras específicas de cómo se dirigen mediante un software de un sistema CAD/CAM o software de operación de una instalación de procesamiento central tal como tipos de software de anidación descritos a continuación. Por ejemplo, a cada subpreforma se asigna al menos un número correspondiente a su espacio/posición individual en una preforma en agrupación dada en la subpreforma se coloca y al menos el segundo número correspondiente al número de identificación de la preforma en agrupación huésped o su lugar en una cola, es decir el lote de fundas que van a fresarse. En este caso, la preforma en agrupación/matriz direccionable de la figura 7 se representa mediante un vector SBkm, en el que k corresponde a un lugar de una preforma en agrupación en una cola y m varía de 1 a 16 para el número total de 16 posiciones de subpreforma en una preforma en agrupación dada. El software de operación añade otros vectores a la matriz direccionable tal como los asociados con tono, forma, tamaño, material de subpreforma específicos y también parámetros de fresado y funda específicos. Por tanto, cada preforma física en agrupación/matriz direccionable se representa mediante en al menos la matriz "virtual" del mismo tamaño o más grande en CPU y memoria de operación de un sistema CAD/CAM. El sistema CAD/CAM o centro de fresado dirige la matriz direccionable por medio de su software de operación u otros medios para automatizar las operaciones, ahorrando tiempo y dinero y minimizando el desperdicio. Por tanto, la optimización requerida puede realizarse mediante métodos muy conocidos utilizados en búsqueda de operaciones y procesamiento de imagen tales como análisis de factor basándose en vectores propios y valores propios.

Como casi todos los sistemas CAD/CAM dentales son capaces de fresar plástico (por ejemplo PMMA) o material compuesto, los armazones formados de tales materiales pueden fresarse, modificarse u optimizarse utilizando la misma unidad de fresado y software de anidación utilizado para fresar la preformas. Además, los armazones pueden reutilizarse, haciendo su fabricación en la misma unidad de fresado incluso más económica. En comparación con la unión a un brazo o mandril, como en el sistema Sirona, la unión a lo largo de todo el perímetro de una preforma baja las tensiones durante el fresado y por tanto baja los requisitos de resistencia y rigidez para el material de armazón, haciendo por tanto del PMMA o los materiales compuestos de polímero una elección viable para armazones de preforma en agrupación.

Además, sistemas de arquitectura abierta no están limitados a máquinas de fresado de CNC específicamente diseñadas para utilización dental, prácticamente puede utilizarse cualquier máquina de CNC robusta de 3 ejes o más. Cada vez más máquinas de CNC comercialmente disponibles están modificándose para la utilización dental, es decir ajustándose con un soporte de preforma y comunicándose mediante interfaz con una escáner de arquitectura abierta tal como 3Shape's D-250, y utilizándose en grandes laboratorios y centros de fresado para la producción comercial de artículos dentales principalmente tales como armazones de circona y dientes de sostén de implante personalizado. Para un sistema personalizado, la aproximación de preforma en agrupación es la más ventajosa porque permite que una "case" con el intervalo existente de bloques a una unidad de fresado dada sin una modificación seria del hardware de máquina.

Puede utilizarse software de anidación junto con preformas en agrupación. Un software de anidación puede convertir matriz direccionable de unidad m física (que comprende subpreformas m) en una matriz multidimensional añadiendo dimensiones con respecto al tipo y otras características de subpreformas, asignación de subrutinas y/o algoritmos de fresado que optimizan trayectoria de herramienta, selección de herramienta, profundidad de corte, razón de alimentación, RPM, velocidad lineal y otros parámetros de fresado. Una de las dimensiones añadidas para representación por ordenador de una matriz direccionable puede ser instrucciones de montaje si la matriz direccionable se ensambla automáticamente. Si es necesario, se marcan subpreformas y/o armazones de preformas en agrupación con índices o códigos alfanuméricos, códigos de barras, u otra forma

de identificación en cualquier formato legible por ordenador. De manera alternativa, armazones de preformas en agrupación comprenden tiras magnéticas, chips microelectrónicos u otros microdispositivos de almacenamiento de información reescribibles que portan identificación y cualquier otra información relevante al fresado y procesamiento de una preforma en agrupación dada. Esto es especialmente útil cuando el sistema CAD/CAM no está equipado con software de anidación.

Un ejemplo de software de anidación del primer orden (tal como se define a continuación) se da en el documento US 5.662.566 B. Actualmente, apenas se utiliza software de anidación en sistemas CAD/CAM dentales y su utilización está limitada a partes de mapeo que van a fresarse en preformas de gran tamaño individuales (tareas de fresado) para maximizar un rendimiento por preforma promedio, en el que el rendimiento por preforma promedio se calcula como el peso de una restauración terminada dividido por un peso de una preforma anterior que va a conformarse mediante eliminación de material. Las preformas en agrupación de la invención permiten una utilización más amplia de software de anidación junto con preformas en agrupación reales, y en determinadas formas de realización el software de anidación también permite la utilización de preformas virtuales.

El software de anidación está pasando a ser una necesidad para sistemas capaces de fresar preformas grandes. Es más imprescindible para fresar preformas en agrupación. Para ilustrar las formas de realización de esta invención con respecto a aplicaciones de software de anidación junto con preformas en agrupación, una preforma en forma de disco de diámetro de 10 cm (4") como un ejemplo típico de una única preforma grande puede convertirse beneficiosamente en una preforma en agrupación. Más adelante, la primera se denomina como una preforma precursora y la última se denomina como una preforma en agrupación equivalente. Estas preformas hechas de circonita de sinterización blanda pueden alojar hasta de 10 a 15 tareas de fresado o de 20 a 40 unidades que varían de unidades únicas hasta un alojamiento redonda de 14 unidades (véase la figura 5A). Las figuras 1 a 2 son ilustrativas de cómo una preforma de este tipo se encarga del fresado en el que la disposición de tareas de fresado no estaban optimizadas conduciendo al rendimiento real de mucho menos del 50% de la preforma material. Los orificios que quedan después de fresar fundas individuales definen envolturas de fresado para estas fundas. El término envoltura de fresado se utiliza para explicar diversos aspectos de la presente invención con respecto a la utilización de software de anidación. Una envoltura de fresado se define mediante su longitud máxima (MEL) y anchura máxima (MEW) siempre que su profundidad sea igual al grosor de la preforma.

Es importante observar que aunque se utilizan preformas de circonita redondas de 10 cm (4") en los ejemplos ilustrativos de preformas grandes (preforma precursoras) convertidas en preformas en agrupación equivalente, la circonita no es el único material dental que puede producirse en una pluralidad de formas pequeñas y grandes que pueden fresarse en armazones de unidad única o múltiple según la presente invención. Por ejemplo, vitrocerámica basada en silicato de litio, que puede procesarse fácilmente mecanizándose en artículos dentales sin un desgaste excesivo de las herramientas de fresado y que posteriormente pueden convertirse en restauraciones de disilicato de litio que muestran una alta resistencia de hasta aproximadamente 800 MPa son útiles para restauraciones dentales de unidades únicas así como unidades múltiples. Vitrocerámicas se conforman mientras están en el estado de vidrio por tanto cualquier técnica de formación de vidrio, conformación de vidrio puede utilizarse potencialmente para estos materiales. Otros ejemplos de materiales dentales fuertes que pueden formarse en cualquier conformación y forma, y más susceptibles para fresarse en artículos dentales de unidades múltiples son aleaciones dentales. Puede producirse circonita, vitrocerámicas y aleaciones como formas simples (rectangular, cilíndrica, de disco o poligonal) o formas complejas ("inteligente" o formas casi netas) de cualquier tamaño. La fuerza de accionamiento de reducir el desperdicio es igualmente fuerte para todos los materiales. Si fuese a utilizarse un software de anidación, el desperdicio de material sería mucho menor que el mostrado en las figuras 1 a 2. De manera alternativa, pueden ensamblarse subpreformas en una preforma en agrupación, que reducirá más el desperdicio quizás incluso diez veces en comparación con la aplicación del software de anidación de primer orden a una o algunas preformas grandes. La mayor reducción de desperdicio alcanzada viene de la utilización sinérgica de preformas en agrupación en combinación con software de anidación de más alto orden, tal como se describen en las formas de realización a continuación.

El software de anidación estima el tamaño y la forma de envolturas de fresado correspondientes a tareas de fresado en una cola basándose en estadísticas o datos electrónicos de casos anteriores, computa el número requerido de subpreformas y armazones, ordena el montaje de las subpreformas y los armazones en el número requerido de preformas en agrupación, y distribuye de manera óptima las tareas de fresado entre las subpreformas y las preformas en agrupación para minimizar el desperdicio de material y el inventario de tono.

En relación a la presente invención, módulos de software de anidación existentes y futuros pueden clasificarse basándose en el nivel de inteligencia y número de fundas que pueden manejar simultáneamente, es decir, que usan una razón de "N/n" en la que "N" es el número de fundas "optimizados" simultáneamente (tamaño de lote de característica) y "n" es el número medio de unidades individuales por preforma. La función del software de anidación es maximizar un rendimiento medio por preforma y por tanto optimizar "n" (no necesariamente maximizar), es decir optimizar (y no necesariamente minimizar) el número de preformas usado para fresar el número de fundas característico, "N", relevante para operaciones de la instalación CAD/CAM dada. En términos

de su use en las formas de realización de la presente invención, el software de anidación se clasifica como de primer, segundo y el tercer orden basándose en su habilidad para simultáneamente manejar lotes más pequeños o más grandes (cola) de fundas, es decir, la razón N/n. Ejemplos de "n" son 7 o mayores, 10 o mayores y 30 o mayores.

5

El software de anidación de primer orden, en el que  $N/n < 10$  es capaz de maximizar rendimiento desde una preforma dada, es decir puede posicionar trabajos de fresado consecutivos dentro de la preforma que se está fresando para minimizar el desperdicio. Las cantidades del procedimiento relacionado para la distribución de trabajos de fresado acumulados en una cola asignada para uno o un conjunto de nueva(s) preforma(s) instaladas en un elemento fijo o un cartucho de la unidad de fresado. En otras palabras el software de anidación de primer orden se ajusta a un número limitado de fundas individuales en un volumen de una preforma. Como la cola de trabajos de fresadora son pequeños y diferentes cada vez, el resultado es también diferente cada vez y no se pueden dilucidar patrones. Esto es aproximadamente donde la industria está ahora. Actualmente, los elementos de soporte capaces de alojar grandes preformas multifunda se limitan a portar un máximo de dos preformas al mismo tiempo (por ejemplo, ver la figura 8). Por ejemplo, N/n es 0,55 y 0,35 para preformas de las figuras 1 y 2, respectivamente. Si ambas preformas se fresaron en un sistema que usa software de anidación en combinación con una unidad de fresado equipada con a dos elementos de soporte de preforma el número medio resultante de unidades por preforma podría ser 26,5 y la razón N/n asociada podría ser 0,87 (ver tabla 1 a continuación). A partir del análisis de los datos en una tabla 1, se concluyó que aproximadamente 30 es una buena estimación del número medio "optimizado" de unidades de fresado por preforma redonda de 10 cm (4").

10

15

20

Tabla 1. Ejemplos de cálculo de N/n

Preforma	Número de fundas, N	Número (o número medio) de unidades por preforma, n	N/n
primer disco de 10 cm (4")	12	22	0.55
segundo disco de 10 cm (4")	11	31	0.35
Combinación	23	26.5	0.87

25

30

35

El software de anidación de primer orden se usa para dirigir trabajos de fresadora en posiciones conocidas dentro de una preforma en agrupación en la que se ubican las subpreformas correspondientes, es decir, envolturas de fresado de posicionamiento de manera correcta que corresponde a cada trabajo de fresado dentro de las subpreformas apropiadas de una preforma en agrupación. Esta función se referirá como función de emplazamiento. Los desperdicios están por tanto limitados a dos componentes: 1) material retirado durante el fresado de una subpreforma; y 2) material desechado, es decir, diferencia de volumen entre la envoltura de fresado real y la subpreforma correspondiente de una preforma en agrupación. La mayor parte de los residuos se evita ahora mediante el uso de un armazón o una plantilla de la preforma en agrupación. El segundo componente de desperdicio está sujeto a minimización a través de uso de software de anidación de orden más alto como se muestra a continuación.

40

45

50

55

El software de anidación de segundo orden, en el que  $N/n = 10 - 100$ , es capaz de maximizar el rendimiento de un lote relativamente grande de preformas, en el que el tamaño del lote N es relevante para las operaciones, es decir, relacionado con un tiempo de característica suficiente para adquirir datos estadísticamente significativos que dependen del tamaño y la logística de una instalación CAD/CAM dada. A continuación en la presente memoria N se denomina tamaño de lote de característica si es relevante para las operaciones, concretamente si se define por la logística de operaciones de un centro de fresado dado y requisitos de mercado. Por ejemplo, en operaciones en estado estable, cada día hábil, el número de fundas recibidas (entrada diaria) es igual al número de fundas enviadas a los clientes (salida diaria). Un tiempo de residencia medio de una funda en un centro de fresado, o el tiempo transcurrido desde que entra en el centro de fresado hasta que una funda lo deja, se limita por la situación de mercado. Actualmente, para que un centro de fresado tenga éxito, el tiempo de respuesta debería ser inferior a una semana, es decir, los clientes deberían recibir sus fundas en menos de una semana, por tanto, el tiempo de residencia de la funda en un centro de fresado debería ser de 3 a 5 días hábiles, independientemente de la complejidad de la funda. Por tanto, cada día el número de fundas en la tubería de un centro de fresado dado es de 3 a 5 veces la entrada/salida diaria. Por tanto, el tamaño de lote de característica es al menos igual al número de fundas en una cola de trabajo diaria para una máquina de fresado CNC de productividad alta y puede ser tan grande o más grande que la carga de funda diaria total, es decir, todas las fundas, en todas las etapas, en la tubería de un centro de fresado dado o la cola de trabajo diaria para el centro de fresado completo. Ejemplos de máquinas de fresado CNC de productividad alta especialmente apropiadas para grandes centros de fresado son la máquina de fresado de ZENO® 6400 L con cuatro elementos de soporte materiales y las máquinas de Etkon's HSC (corte de alta velocidad).

Centros de fresado de tamaño pequeño a mediano procesan de 100 a 500 fundas al día o de 500 a 3.000 fundas a la semana. Si sólo se usan preformas redondas de 10 cm (4") en dicho un centro de fresado, asumiendo un valor n "optimizado" de 30, la razón N/n resultante está en el intervalo de 17 a 100. El software de anidación del segundo orden no solo se ajusta a un número limitado de fundas individuales en un volumen de una preforma grande como hace el software de anidación de primer orden. El software de anidación de segundo orden también optimiza la disposición y surtido de subpreformas montadas en un intervalo de plantillas de preforma en agrupación para un tipo maestro dado, minimizando por tanto el inventario de residuos y tonos para lotes de fundas mucho más grandes.

Un armazón de tipo maestro de plantilla 60 maestra posible o simplemente maestro para una preforma en agrupación equivalente a una preforma precursora redonda de 10 cm (4") se muestran en la figura 9. La plantilla 60 para este tipo maestro comprende un anillo exterior 62 y un núcleo interior 64 en el que el anillo exterior 62 puede soportar subpreformas de tamaño mayor, tales como o bien 66 o bien 68, y el núcleo interior soporta subpreformas de tamaño más pequeño 70, 72. Mientras que las dimensiones generales de estas plantillas son las mismas y específicas para un tipo maestro dado, puede existir una diferencia en un número y un tamaño de aberturas (como se representa en la realización ilustrativa en líneas discontinuas) en cada plantilla. Por ejemplo, la plantilla mostrada en la figura 9 puede alojar las subpreformas más grandes 66 para armazones de 4 a 6 unidades en el anillo exterior según una configuración, o subpreformas medianas 68 para armazones de 2 a 3 unidades en el anillo exterior según una configuración alternativa. El núcleo interior puede tener de la misma manera disposiciones diferentes de subpreformas más pequeñas relativamente. Por ejemplo, tal como se ilustra en la figura 10, el núcleo interior 64' puede comprender una disposición de primeras subpreformas poligonales 70' y segundas subpreformas redondas u ovalada 72'. Según el ejemplo ilustrado, el núcleo interior 64' comprende una disposición de 2 preformas poligonales grandes relativamente 70' y cuatro preformas ovaladas o redondas más pequeñas relativamente 72'. Un núcleo interior construido de manera alternativa adicional 64" se ilustra en la figura 11. Tal como se ilustra en la misma, el núcleo interior 64" disposición puede comprender una disposición de primeras subpreformas poligonales 70" y segundas subpreformas redondas u ovaladas 72". Según el ejemplo ilustrado, el núcleo interior 64" comprende una disposición de 2 preformas poligonales grandes relativamente 70" y dos preformas relativamente ovaladas o redondas más pequeñas 72". Puede usarse cualquier tipo de disposición de subpreformas, tal como por ejemplo, subpreformas grandes para la fabricación de artículos de dos a tres unidades y subpreformas pequeñas para la fabricación de artículos dentales de unidad única.

El número máximo de subpreformas depende de la construcción y el diámetro de la plantilla, y también de la disposición, forma y tamaño de las subpreformas constituyentes. Basándose en retroalimentación desde el software de anidación del segundo orden, algunas y no necesariamente todas las posiciones disponibles en la plantilla se llenan, o se llenan necesariamente con subpreformas del mismo tono.

En la presente memoria se describe un método, en el que un sistema CAD/CAM equipado con software de anidación recopila datos para determinar los tipos de subpreformas que requerirá para operaciones futuras. Al principio del procedimiento, para un periodo de tiempo suficiente, las preformas precursoras de circona redondas de 10 cm (4") se fresan en lugar de las preformas en agrupación, y el software de anidación funciona como de 1<sup>er</sup> orden recolectando estadísticas simultáneamente sobre el tamaño distribución de cubiertas de fresado. Basándose en fresado real de preformas de precursor, los diagramas de distribución de tamaño, los histogramas, las curvas o superficies se generan por cubiertas de fresado que corresponden a armazones de unidades dentales únicas y unidades multidentales anteriores y posteriores. La figura 12 muestra una sección en 2D "frecuencia frente a MEL" de una curva de este tipo en la que cubiertas de fresado se caracterizan en la manera más simple por su longitud máxima (MEL) y ancho máximo (MEW). Incluso en esta simple representación la distribución de tamaño resultante es una superficie compleja en un sistema en 3D ortogonal de coordenadas también mostradas esquemáticamente en la figura 12. La curva de distribución de tamaño expone picos y valles el significado físico de que se muestra en la tabla 2 a continuación.

Tabla 2. Posiciones y significado físico de picos y valles en la curva de distribución de tamaño de envoltura de fresado

Posiciones de picos y valles en la curva de distribución de tamaño de envoltura de fresado	MEL de pico*, mm	MEW correspondiente, mm	MEL de valle**, mm	MEW correspondiente, mm
1 <sup>er</sup> (Unidades únicas anteriores)	15	13	18	15
2 <sup>o</sup> (Unidades únicas posteriores)	22	16	28	19
3 <sup>er</sup> (armazones de 3 unidades)	35	21	40	22
4 <sup>o</sup> (armazones de 4)	45	23	55	23

unidades)				
-----------	--	--	--	--

\*El valor más frecuente de MEL para cierto tipo de fundas, por ejemplo, la longitud de envoltura de fresado más frecuente (MEL) para un almacén de puente de tres unidades es aproximadamente 35 mm.

5 \*\*Valores intermedios corresponden a las fundas de n unidades más grandes poco frecuentes y a las fundas de (n + 1) más pequeñas poco frecuentes. Por ejemplo los orificios (cubiertas de fresado) que quedan después del fresado de casi todos los almacenes de 3 unidades son más cortos que 40 mm, sin embargo, los orificios para almacenes de 4 unidades mayoritariamente son más largos que 40 mm. Por tanto, subpreforma de 40 mm x 22 mm se ajustará a la mayoría de almacenes de 3 unidades.

10 La distribución de tamaño de envoltura de fresado presentada en la figura 12 conduce a la selección lógica de subpreformas cilíndricas de aproximadamente de 15 a 18 mm en diámetro o subpreformas rectangulares de 15 x 18 mm<sup>2</sup> en sección transversal para unidades únicas anteriores, subpreformas de 19 x 28 mm<sup>2</sup> para unidades únicas posteriores, subpreformas de 22 x 40 mm<sup>2</sup> para almacenes de 3 unidades, y subpreforma de 23x55 mm<sup>2</sup> para almacenes de 4 unidades. Con estadísticas más exactas que corresponden a un volumen más grande de fundas estas dimensiones se podrían precisar en subcategorías relacionadas con almacenes multiunidad anteriores y posteriores. Estas subpreformas también se requieren en al menos dos grosores diferentes, por tanto, para minimizar el desperdicio de circona, específicamente el segundo componente de desperdicio, el software de anidación debe manipular con al menos 8 tamaños de subpreforma diferentes organizándolos en plantillas de anillo exterior/plantillas de núcleo interior que se muestran, por ejemplo, en la figura 9.

25 Análisis estadístico de distribución de tamaño y forma para cubiertas de fresado rinde las dimensiones de subpreforma óptimas. Se ha comprobado que si 1) la variedad de formas y tamaños de subpreforma es coherente con el número de particularidades características (por ejemplo picos o valles de MEL y MEW) de la distribución de tamaño de envoltura de curvas de fresado; y 2) el número de modificaciones disponibles de la plantilla maestra utilizada permite que la disposición de estas formas y tamaños característicos coincidan con la relevancia para las operaciones dadas de lotes de fundas en la manera más óptima, esto conducirá a la reducción del segundo componente de desperdicio y también la reducción de inventario de tonos. El número óptimo de formas y tamaños para subpreformas puede ser elucidado lógicamente mediante el análisis de datos proporcionados por el software de anidación del segundo orden. El software de anidación del segundo orden es también capaz de recomendar por sí solo el número mínimo de tamaños de subpreforma para lograr la minimización requerida de inventario de desperdicios y tonos. Sin embargo no es capaz de diseñar o rediseñar una plantilla maestra y desarrollar el número requerido de sus modificaciones. La última tarea requerirá software de anidación del tercer orden que puede también usar una aproximación de preforma virtual en lugar de estadísticas reales adquiridas durante el fresado.

40 El software de anidación de tercer y más alto orden, N/n > 100 se puede desplegar en las grandes instalaciones de procesamiento centrales y centros de fresado que procesan más de un millar de fundas al día. La economía potencial de escala en dichas instalaciones justifica la variedad de subpreformas personalizadas y diseños de preforma en agrupación personalizado. Los diseños deben cambiarse periódicamente en respuesta a las demandas cambiantes del mercado. Estas instalaciones son lo suficientemente grandes para dictar sus parámetros a los fabricantes de subpreformas, unidades de CAD/CAM y/o software. El software de anidación apropiado para dichas instalaciones tiene capacidades de diseño integradas en un bucle de realimentación de procedimiento que permite la modificación del intervalo de tamaños y formas para subpreformas constituyentes y el diseño de plantilla correspondiente basándose en los datos de realimentación reales. Por ejemplo software de anidación del tercer orden es capaz de modificar dimensiones de plantilla, número, tamaño, forma y disposición de subpreformas en una plantilla, así como seleccionar la distribución de tono óptima si la plantilla de preforma en agrupación y dimensiones de alojamiento/soporte de preforma en agrupación se diseñaron paramétricamente dentro de la envoltura de diseño dada por dimensiones de soporte de máquina de CNC.

50 Desde antes del fresado, todos trabajos de fresadora existen como ficheros de CAD, ficheros de STL o cualquier otra representación digital estándar de objetos en 3D complejos, las funciones de optimización descritas anteriormente pueden implementarse antes del fresado real o simultáneamente con el fresado. Por ejemplo la distribución de tamaño y forma para cubiertas de fresado pueden predecirse, es decir, derivadas o extrapoladas a partir de la pluralidad de los ficheros de CAD a fresarse. Estos datos pueden además usarse para juntar, diseñar y fabricar subpreformas y plantillas/armazones para preformas en agrupación. Esta y otras capacidades y funciones de software de anidación de orden diferente se comparan en una tabla a continuación.

Tabla 3. Software de anidación capacidades y funciones

Software de anidación Capacidades/Funciones	Software de anidación de 1 <sup>er</sup> orden	Software de anidación de 2 <sup>o</sup> orden	Software de anidación de 3 <sup>er</sup> orden
Una razón N/n característica: en la que "N" - número de fundas "optimizado" simultáneamente y "n" – número medio de unidades individuales por preforma.	<10	10-100	>100
Intervalos para tamaño de lote característico, N, para n=7 que corresponde al número medio optimizado de unidades fresadas desde una preforma en agrupación (por ejemplo, las figuras 25 a 27)	<70	70-700	>700
Intervalos para tamaño de lote característico, N, para n=30 que corresponde al número medio optimizado de unidades fresadas desde una preforma en agrupación	<300	300-3000	>3000
Función de optimización de preforma única: minimiza desperdicio/maximiza rendimiento desde una preforma grande única	X	X	X
Función de emplazamiento: posiciones trabajos de fresadora en subpreformas de preforma en agrupación equivalente	X	X	X
Función estadística: da estadísticas reales sobre distribución de tamaño y forma para cubiertas de fresado		X	X
Función de optimización de subpreforma: rinde las dimensiones de subpreforma óptimas y número óptimo de subpreformas		X	X
Función de planificación: optimiza disposición y surtido de subpreformas para ensamblarse en un intervalo de plantillas de preforma en agrupación para minimizar inventario de		X	X

desperdicios y tonos para un lote de fundas grande			
Estadísticas virtuales: usa ficheros de CAD para trabajos futuros de fresadora para predecir distribución de tamaño y forma para cubiertas de fresado			X
Plantilla de preforma en agrupación optimización función: rinde el diseño de plantilla óptimo y número óptimo de plantilla maestra modificaciones			X
Función robótica: fabricación de plantilla automatizada y ensamblaje de preformas en agrupación opcionalmente basándose en método de preforma virtual			X

Según las funciones de software de anidación resumidas en la tabla anterior, se proporciona un método de empleo de software de anidación para una utilización, diseño y ensamblaje eficiente de preformas en agrupación para optimizar la colocación de subpreformas en un ensamblaje de preforma en agrupación, minimizar desperdicio e inventario de tonos. El método puede comprender opcionalmente un software de optimización de sistema basándose en metodologías de diseño de proceso digital (DPD), específicamente la fabricación de CAD/CAM estructurada horizontalmente que usa una aproximación de preforma virtual. Dicho método comprende una o más de las siguientes operaciones en cualquier combinación y en cualquier orden:

- 5 1) Analizar datos de fresado históricos proporcionados por software de anidación en relación a la colocación de unidades en preformas de precursor para ganar distribución tamaño y forma para cubiertas de fresado.
- 10 2) Seleccionar un lote relevante para las operaciones de fundas para fresarse representado por su correspondiente CAD, STL o fichero equivalente y un intervalo (de diseños) de plantillas de preforma en agrupación para encajar con una disposición óptima de subpreformas.
- 15 3) Alternativamente a 1) usar software de anidación de orden más alto para proporcionar "estadísticas virtuales" que extrapolan el tamaño de envolturas de fresado y la distribución de forma desde ficheros de CAD o cualesquiera representaciones digitales equivalentes de fundas a fresarse.
- 20 4) Establecer el número óptimo de subpreformas, sus formas y dimensiones basándose en un análisis estadístico virtual o real de la pluralidad relevante para las operaciones de cubiertas de fresado.
- 25 5) Ensamblar las subpreformas seleccionadas en las plantillas seleccionadas para producir preformas en agrupación y fresado de las fundas tal como lo dirige el software de anidación.
- 6) Readquirir estadísticas reales o virtuales en cubiertas de fresado y rendimientos.
- 30 7) Modificar o rediseñar plantillas basándose en rendimiento medio máximo, desperdicio mínimo por subpreforma e inventario mínimo de subpreforma de criterio de tonos.
- 8) Fresar plantillas modificadas o rediseñadas a partir de preformas de precursor plásticas que usan el mismo sistema CAD/CAM.
- 35 9) Alternativamente, puede llevarse a cabo la producción de plantillas en masa usando equipamiento especializado o puede externalizarse.
- 10) Ensamblar preformas en agrupación para el fresado el siguiente lote relevante para las operaciones de fundas tal como lo dirige el software de anidación.

11) Alternativamente, al menos alguna de las operaciones de 5) a 10) puede automatizarse por el software de anidación del tercer orden y llevarse a cabo robóticamente.

5 Cabe señalar que si las operaciones desde 5) a 10) se automatizan por el software de anidación del tercer orden, funciona de facto como plataforma de fabricación, específicamente una plataforma de fabricación digital. Actualmente, quizás existe una ventaja a un centro de fresado en sistemas CAD/CAM de operaciones de tipos diferentes pero con demanda creciente para estandarización y penetración de mercado creciente de sistemas de arquitectura abierta la fuerza motriz para operar un tipo, un sistema de plataforma capaz de fresar todo tipos de  
10 materiales crecerá progresivamente. La necesidad en dicha plataforma de fabricación para grandes instalaciones de procesamiento centrales y centros de fresado crecerá enormemente con nuevos progresos de la revolución digital en odontología, la aparición de centros de odontología sin impresión y centros de procesamiento basados en la web.

15 Desde la figura 13 a 24 se ilustran subpreformas montadas en armazones por varios medios de unión. Las figuras 13 y 14 ilustran diferentes formas de realización que tienen armazones redondos 80 y 82. El armazón 80 es una configuración redonda que tiene subpreformas dispuestas a lo largo de la periferia del armazón 80. El armazón 82 tiene un conjunto de subpreformas dispuestas en dos filas en lados opuestos del armazón. Cada sub-preforma 84 está unida a un soporte 86 que tiene un reborde 88 unido a un árbol 90 que tiene un eje  
20 longitudinal que está unido a un armazón 80. La subpreforma 84 puede pegarse o de otro modo adherirse al reborde 88. El árbol 90 puede tener cualquier forma de sección transversal tal como hexagonal u octagonal, aunque se prefiere que tenga una sección transversal redonda. El árbol 90 puede ajustarse a presión en los armazones 80 y 82. Alternativamente, árbol 90 puede contener una ranura que se extiende sobre su circunferencia para recibir un tornillo de ajuste u otra estructura.

25 Las figuras 15 y 16 muestran subpreformas 92 y 94, respectivamente unidas a un armazón 96 y 98, respectivamente. En la figura 15, se anida una subpreforma 92 en un armazón 96 por un soporte 100. La figura 16 muestra una subpreforma 94 que tiene una muesca 102 a continuación para la unión con un armazón 98.

30 De la figura 17 a 19 se muestra un armazón con forma rectangular 104 que tiene subpreformas 106 alineadas en dos filas, unidas en lados opuestos del armazón 104. Las subpreformas 106 se muestran unidas a un soporte 108, que está unido a un armazón 104. El soporte 108 incluye un reborde 110 y un árbol 112 para la unión con un armazón 104.

35 De la figura 20 a 24 se muestra aún otra realización de una preforma en agrupación 120 que tiene un armazón con forma rectangular 122 con una serie de subpreformas 124 unidas a lo largo de ambos lados del armazón 122. Las subpreformas 124 están unidas a un soporte 126, que encaja en el armazón 122. El soporte 126 incluye una sección de reborde 128 y un árbol 130, que se extiende en el armazón 122. En este ejemplo, la porción de la subpreforma a fresarse se dispone completamente fuera del armazón.

40 Desde la figura 25 a 27 se ilustra una preforma en agrupación 140 que tiene subpreformas 142 insertadas y unidas a un armazón redondo 144. Una vista en corte transversal que deja ver el interior en la figura 25 ilustra la subpreforma en posición y unida o encajada ajustadamente en un receptáculo 146 que encaja en el armazón 144.

45 La figura 27 ilustra una vista en despiece ordenada de preforma en agrupación 140 que muestra una sección superior 148 y una sección inferior 150 del armazón 144. Las subpreformas 142 se sitúan en sección inferior 150 y la sección superior 148 se posiciona sobre las subpreformas 142 y la sección inferior 150 para sostener subpreformas 142 en su lugar durante el fresado. Un perno 152 o medios de sujeción similares se inserta en una serie de aberturas en la parte superior y secciones inferiores para fijar y sostener las secciones juntas.  
50

Desde la figura 28 a 33 se muestran vistas de sección transversal de subpreformas 142 posicionadas en el armazón 144. Cada subpreforma se muestra unida a un soporte 146 que se posiciona en la sección inferior 150. La sección superior 148 se encaja en la sección inferior 150 y los pernos 152 o medios similares sostienen secciones superiores e inferiores juntas. Como se muestra claramente en la figura 30, el borde afilado del soporte 146 se aprieta en la unidad de armazón 148. Las figuras 32 y 33 muestran más claramente el borde afilado del soporte 146 que encaja con el armazón 148. Las subpreformas 142 puede pegarse o unirse  
55 similarmente a 146 o este último puede contener cómodamente las subpreformas y servir como accesorios de compresión, es decir, escurrirse por las secciones superiores y/o inferiores. Debe mencionarse que la disposición de las subpreformas en armazón 148 puede ser cualquier configuración que incluya aquellas mostradas en las figuras de 3 a 7 y de 9 A 11. El soporte 146 puede fabricarse de un material flexible, elástico o de caucho. Además, el soporte puede encajar en la preforma en agrupación por una conexión de ajuste a presión o un encaje a compresión. En todas las formas de realización, las subpreformas pueden unirse directamente al  
60 armazón, o unirse a una pieza intermedia, que está unida al armazón.

65

Desde la figura 34 a 44 se muestra aún otra realización de una preforma en agrupación 170 que tiene un armazón 171 con subpreformas 172 dispuestas en el mismo. El armazón 171 incluye una periferia interna 174 y una periferia externa 176. Las subpreformas 172 pueden unirse directamente al armazón 171 como se muestra en las figuras 13 a 24 o pueden unirse a soportes 178, como se muestra en las figuras 34 a 40. Las subpreformas 172 pueden alinearse anularmente a lo largo de la periferia interna de armazón 171 como se muestra en la figura 13, o pueden alinearse en filas como se muestra en la figura 34.

Soportes 178 son separable/unibles a la periferia interna 174 del armazón 171. El armazón 171 puede ser de cualquier forma tal como circular, oval o poligonal y puede incluir partes estacionarias o móviles. Es preferible que el armazón sea una única pieza sólida aunque armazones multiunidad pueden usarse también. El armazón, soporte y subpreformas pueden fabricarse de material plástico, compuesto, metálico o cerámico.

La figura 36 muestra una vista en sección transversal de armazón 171 en la línea 36-36 de la figura 34. Las subpreformas 172 están unidas a un soporte, mandril o tronco que incluye un árbol 180 y una plataforma o reborde 182. El árbol 180 está mecánicamente fijado al soporte 178 con un tornillo de cabeza hexagonal 184 y un tornillo de cabeza hexagonal 186. La figura 37 muestra a vista en sección transversal de armazón 171 en la línea 37-27 de la figura 34. El soporte 178 está mecánicamente fijado a un armazón 171 con tornillos con pivote 188. La figura 38 muestra una vista en sección transversal del armazón 171 en la línea 38-28 de la figura 34 con un pasador 190 de guiado a través de diente de guiado 192 de armazón 171. Los medios de sujeción discutidos incluyen cualquier medio mecánico y no se limita a aquellos mostrados.

Desde la figura 39 a 44 muestra varias vistas en perspectiva del armazón 171. La figura 39 muestra un armazón 171 que tiene una serie de dientes de guiado o salientes 194 dispuestos en periferia interna 174 de armazón 171. El mecanismo para unir el soporte 178 al armazón 171 no se limita a los salientes o dientes de guiado, y puede usarse cualquier tipo de mecanismo o diseño. Se muestran dientes de guiado 194 dispuestos en lados opuestos de la periferia interna 174. El soportes 178 puede fijarse mecánicamente en dientes de guiado 194 del armazón 171 con componentes tales como un tornillo hexagonal que usa llave hexagonal 196. De la misma manera, las subpreformas 172 pueden fijarse mecánicamente al soportes 178 con tornillos hexagonales que usan una llave hexagonal 198, como se muestra en la figura 43.

La figura 44 muestra una serie de cuatro subpreformas 172 dispuestas en filas en oposición entre sí. Debe mencionarse que las subpreformas 172 no están limitadas de ninguna manera al tamaño, forma o color mostrados. Las subpreformas pueden ser de tamaño, forma y/o material idéntico o puede ser de diferentes tamaños, tonos, y/o materiales. Además, si se usan subpreformas más pequeñas o grandes, el número de subpreformas variará según el tamaño. Por ejemplo, si se usan subpreformas más grandes, una fila de subpreformas única puede usarse puede utilizar en contraposición a la dos filas como se muestra en las figuras 34 y 44. Las subpreformas pueden usarse para manufacturar artículos dentales de todos los tamaños que incluyen, pero no se limitan a, artículos dentales de una unidad, artículos dentales de dos unidades, artículos dentales de tres unidades, artículos dentales de cuatro unidades, artículos dentales de cinco unidades y artículos dentales de seis unidades. Como se muestra en las figuras, las subpreformas tienen una base, una parte superior y una pluralidad de lados La base se fija mecánicamente, se asegura adhesivamente, o se une formando una sola pieza con unos soportes, mandriles o vástagos, que incluye plataformas o rebordes 182 y árboles 180. La parte superior y lados no están cerrados para el mecanizado fácil.

El siguiente ejemplo ilustra el rendimiento aumentado, y el desperdicio de material reducido, que puede resultar de reemplazar un disco de una pieza o preforma con una preforma en agrupación formada según la presente invención.

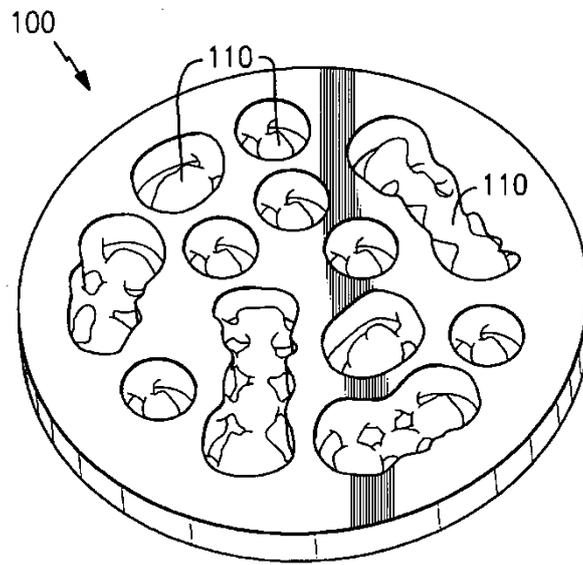
Bloques de ZirCAD individuales de dos tamaños -C14 y B40 (desde e.max CAD) se usan como subpreformas-. Se usa una máquina de fresado de Charly4dental CNC 56 (ver, por ejemplo, la figura 8) para la producción en serie de prótesis dentales (disponibles desde Charlyrobot, Cruseilles, Francia). Charly4dental está equipada con un sistema de fijación de discos capaz de alojar dos disco de 100 mm (~4") o más pequeños 58. Está diseñado principalmente para el fresado en seco de discos de circona levemente sinterizada y resina (como PMMA). Un primer disco de PMMA de 100 mm se usa para fabricar el armazón (plantilla) para una preforma en agrupación que usa la misma máquina de fresado. Cuatro aberturas rectangulares dispuestas simétricamente con las dimensiones de 25 x 20 mm<sup>2</sup> y 45 x 20 mm<sup>2</sup> se fresan en el disco de PMMA, luego 2 preformas de circona de ZirCAD C15, y 2 de C40 se sitúan en las aberturas y el los vacíos parejos resultantes se llena con material de montaje fundible de LECOSET 100 (disponible desde LECO, producto n°. 812-125). Dos puentes de 3 unidades y 2 molares se fresan en las subpreformas. Si se usa un disco de circona de 100 mm de una pieza, la circona restante tendrá que colocarse como se muestra en la figura 2. En el caso de una preforma en agrupación, los remanentes de subpreformas se eliminan y el armazón de PPMA puede reusarse para ensamblar la preforma en agrupación siguiente.

Aunque la presente invención se ha descrito en conexión con las formas de realización preferidas de la misma, se apreciará por los expertos en la materia que adiciones, eliminaciones, modificaciones, y sustituciones no

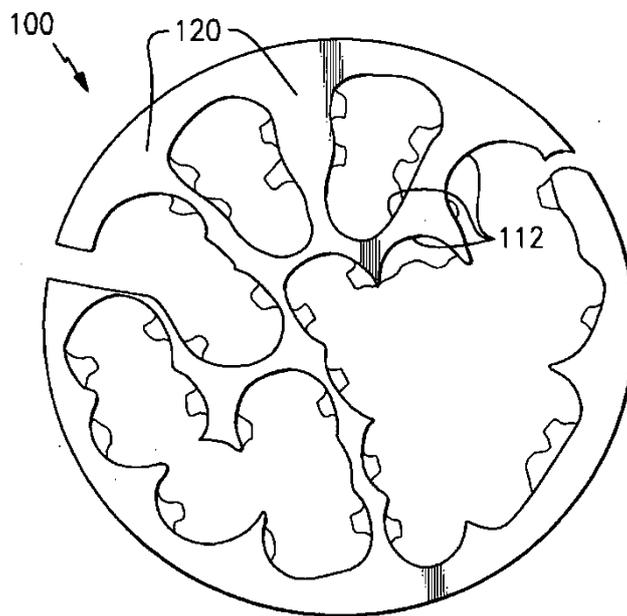
descritas específicamente pueden hacerse sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

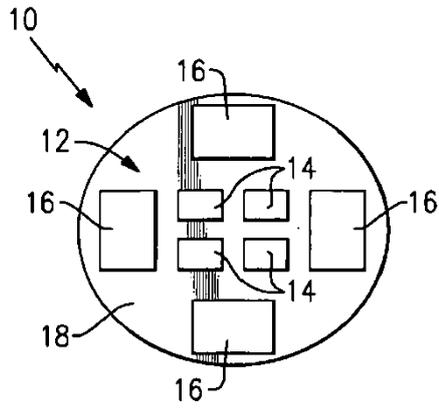
1. Preforma de fresado en agrupación para la fabricación de artículos dentales, que comprende:
- 5 un armazón (171) construido para cooperar con un soporte de preforma de un sistema CAD/CAM, en el que el armazón (171) comprende una periferia interna (174) y una periferia externa (176); y
- una pluralidad de subpreformas (172) unidas a la periferia interna (174) del armazón (171);
- 10 en la que la pluralidad de subpreformas (172) están alineadas anularmente a lo largo de la periferia interna (174) del armazón (171) o alineadas en una serie de filas a lo largo de la periferia interna (174) del armazón (171);
- caracterizada por que
- 15 la preforma de fresado en agrupación además comprende un soporte separable (178); y el armazón (171) comprende una pluralidad de salientes (194) dispuestos a lo largo de la periferia interna (174);
- 20 en la que la pluralidad de subpreformas (172) está unida al soporte separable (178); y en la que el soporte separable (178) se une a la periferia interna (174) del armazón (171) uniéndose a la pluralidad de salientes (194).
2. Preforma de fresado en agrupación según la reivindicación 1, en la que los salientes (194) están alineados en unas filas dispuestas enfrentadas, estando un soporte separable (178) unido a cada fila de salientes (194).
- 25 3. Preforma de fresado en agrupación según la reivindicación 2, en la que los salientes (194) están alineados anularmente a lo largo de la periferia (174), estando un soporte separable (178) unido a cada uno de un conjunto de filas alineadas de manera semianular.
- 30 4. Preforma en agrupación según la reivindicación 1, en la que las subpreformas (172) comprenden una base, una parte superior y una pluralidad de lados, en la que la base está unida al armazón (171) y en la que la parte superior y la pluralidad de lados no están encerrados.
- 35 5. Preforma de fresado en agrupación según la reivindicación 1, en la que las subpreformas (172) están mecánicamente fijadas, aseguradas adhesivamente, o unidas formando una sola pieza a unos mandriles (180, 182) y los mandriles (180, 182) están mecánicamente fijados al armazón (171).
- 40 6. Preforma de fresado en agrupación según la reivindicación 5, en la que los mandriles (180, 182) están mecánicamente fijados al soporte separable (178) y el soporte separable (178) está mecánicamente fijado al armazón (171).
- 45 7. Preforma de fresado en agrupación según la reivindicación 1, en la que el armazón (171) es una única pieza sólida.
- 50 8. Preforma de fresado en agrupación según la reivindicación 1, en la que el armazón (171) comprende unas partes estacionarias o móviles.
9. Preforma de fresado en agrupación según la reivindicación 1, en la que el armazón (171) es de forma circular, ovalada o poligonal.
- 55 10. Preforma de fresado en agrupación según la reivindicación 1, en la que las subpreformas (172) están dispuestas en una matriz direccionable, estando la matriz direccionable diseñada a partir de unos parámetros recibidos de un historial de operaciones de fresado anteriores u operaciones de tareas anteriores;
- en la que las subpreformas (172) presentan propiedades asociadas con parámetros recibidos de un historial de operaciones de fresado anteriores u operaciones de tareas anteriores.
- 60 11. Preforma de fresado en agrupación según la reivindicación 1, en la que las subpreformas (172) son de formas poligonales, redondas, ovaladas y/o casi netas complejas.
12. Preforma de fresado en agrupación según la reivindicación 11, en la que las formas casi netas complejas comprenden unas protuberancias formadas de una sola pieza con las subpreformas (172) para la unión al soporte (178) o el armazón (171).
- 65 13. Preforma de fresado en agrupación según la reivindicación 12, en la que las protuberancias están conformadas en unos mandriles para la unión al soporte (178) o el armazón (171).



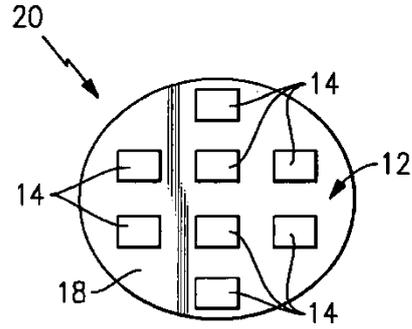
**FIG. 1**



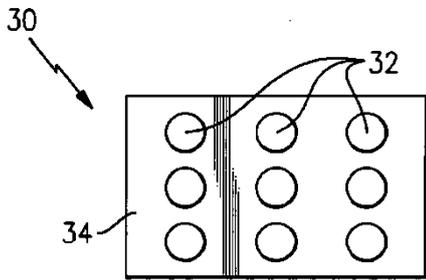
**FIG. 2**



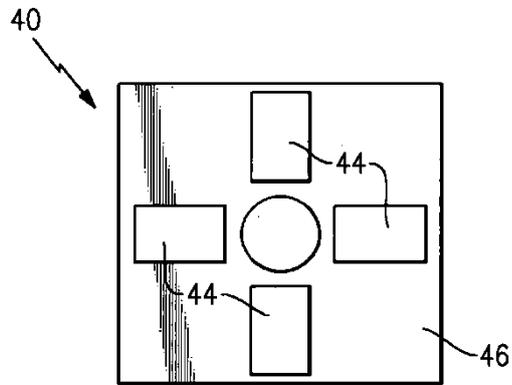
**FIG. 3**



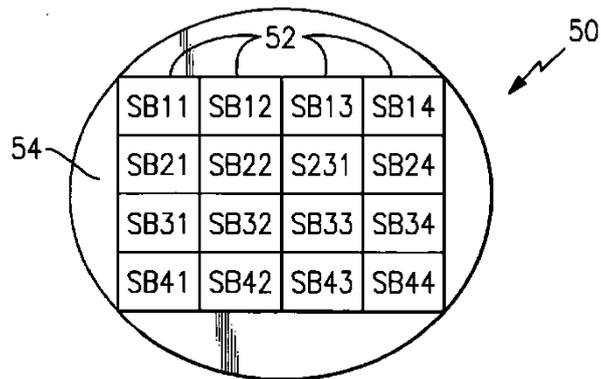
**FIG. 4**



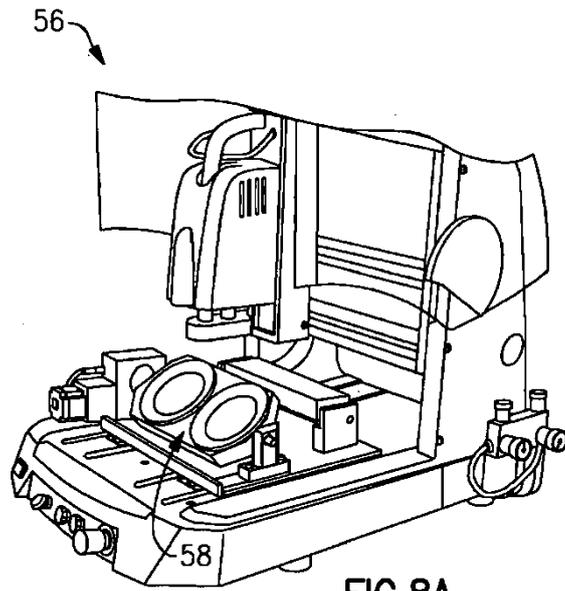
**FIG. 5**



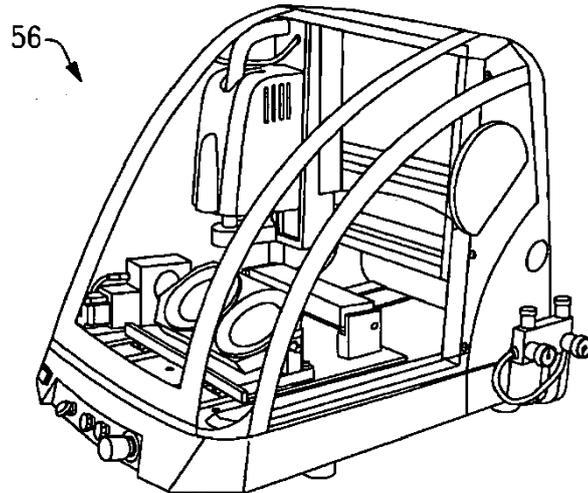
**FIG. 6**



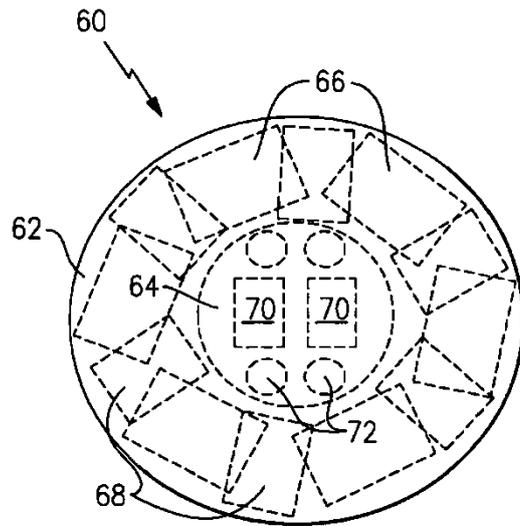
**FIG. 7**



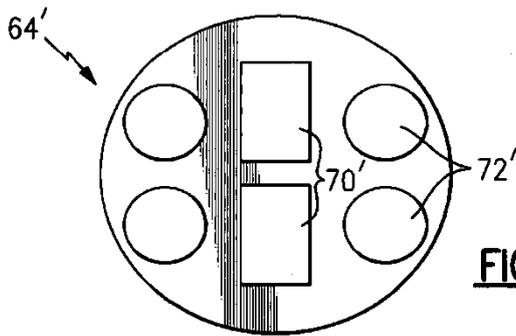
**FIG. 8A**



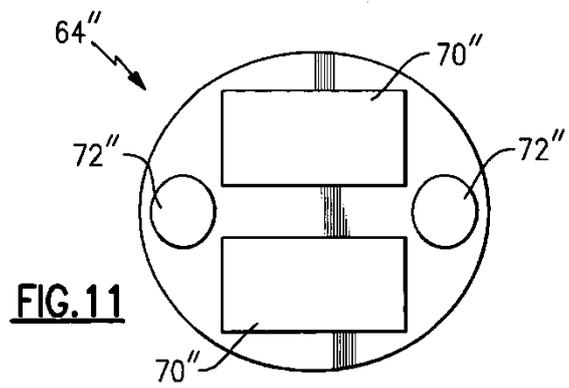
**FIG. 8B**



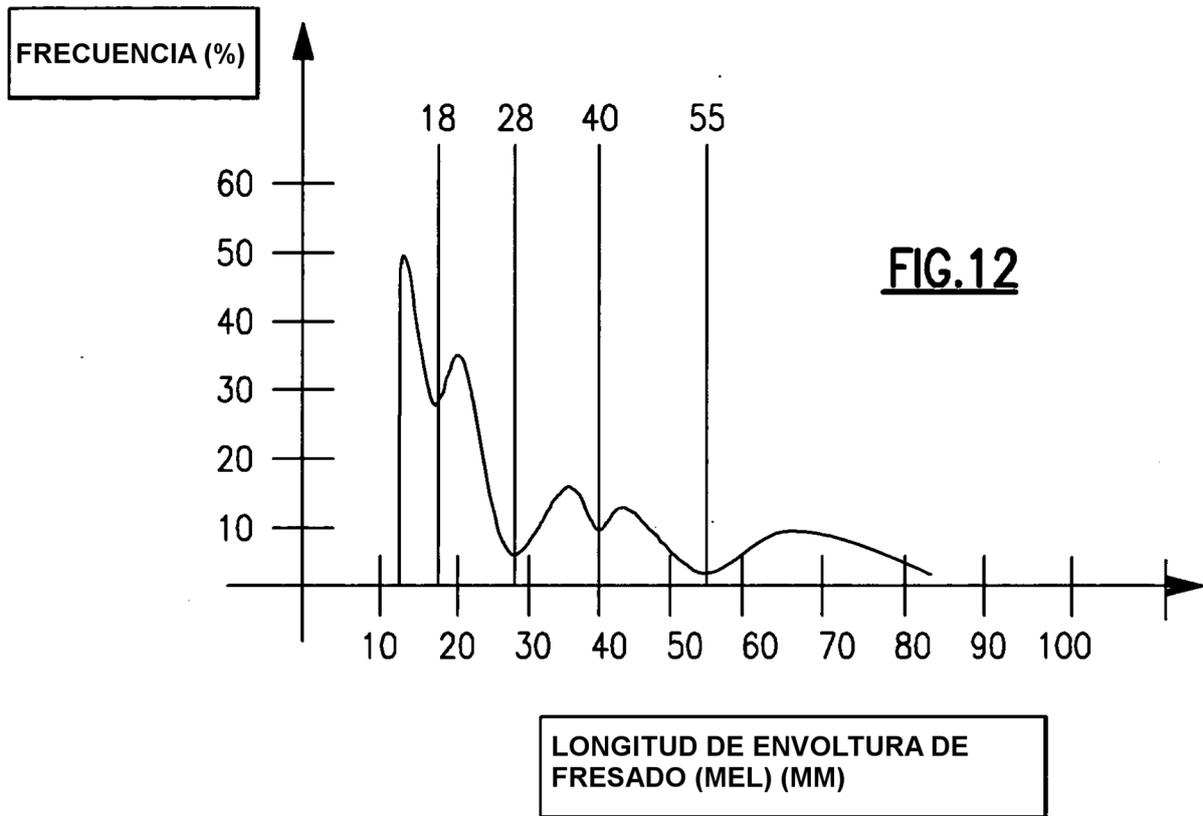
**FIG. 9**



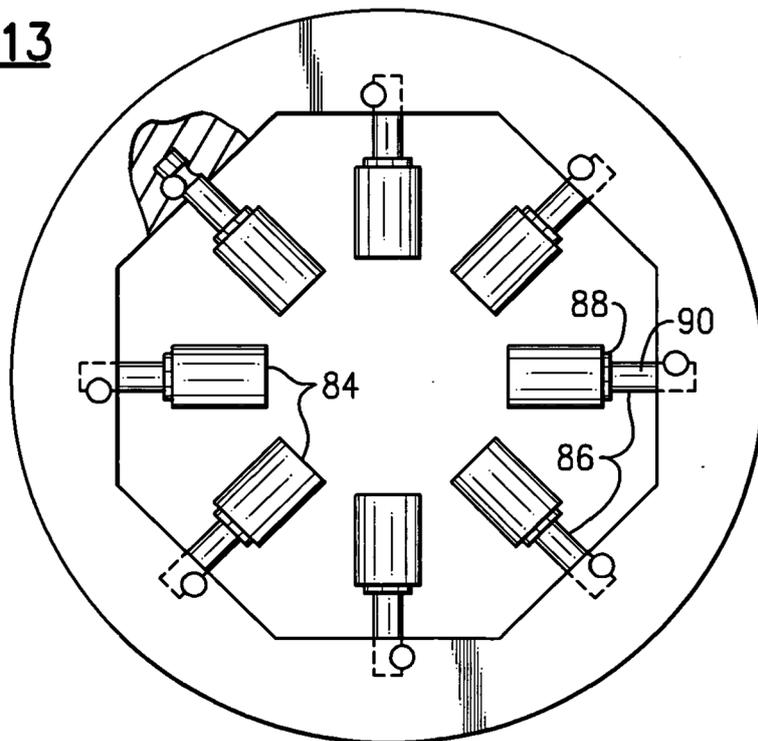
**FIG. 10**

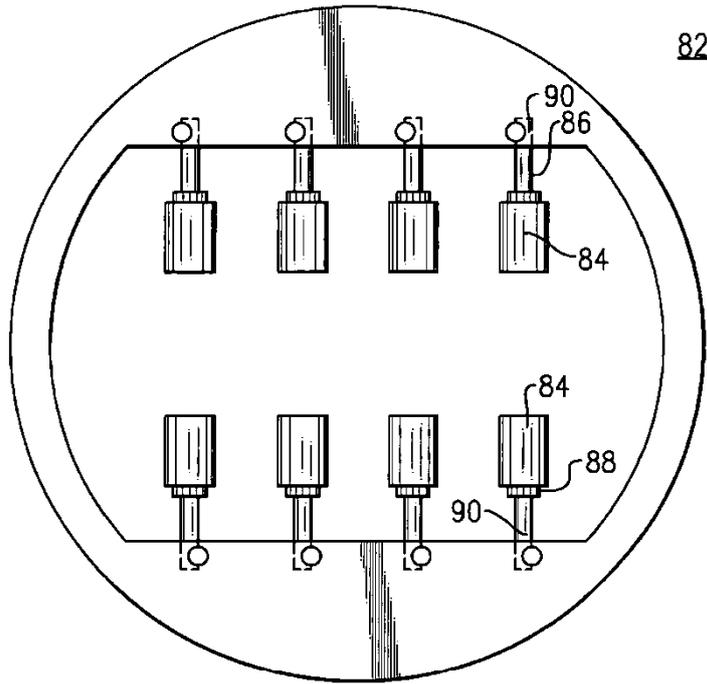


**FIG. 11**

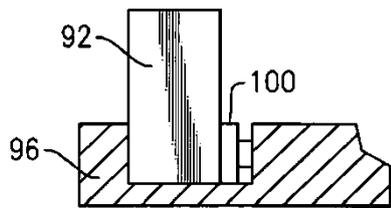


**FIG.13**

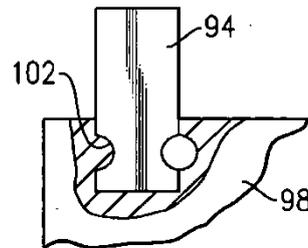




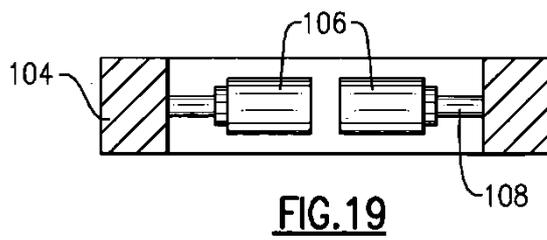
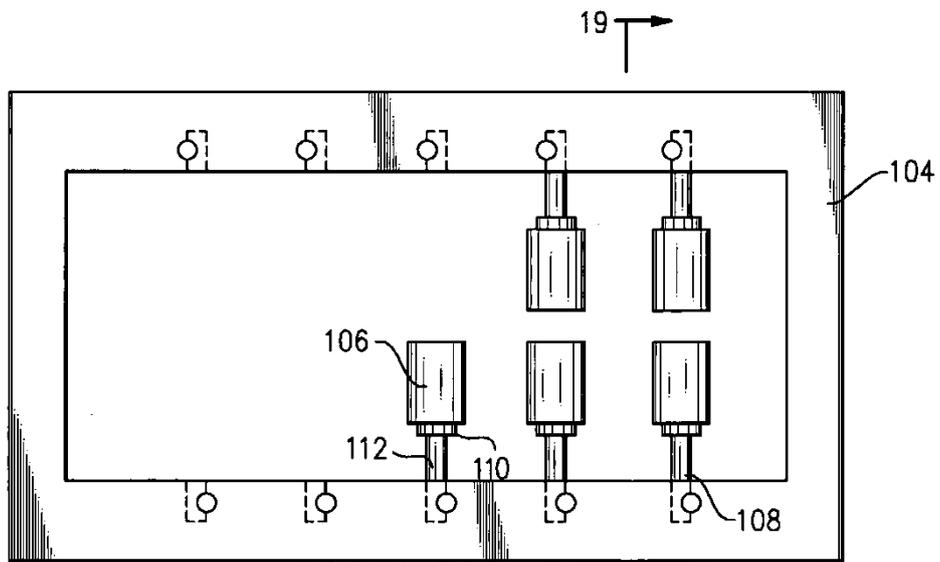
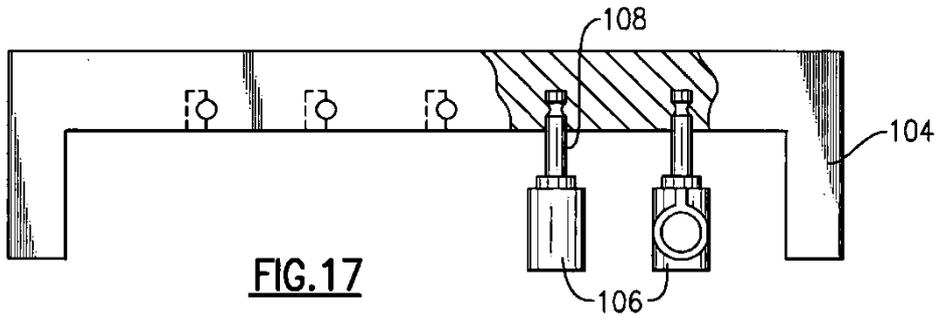
**FIG. 14**



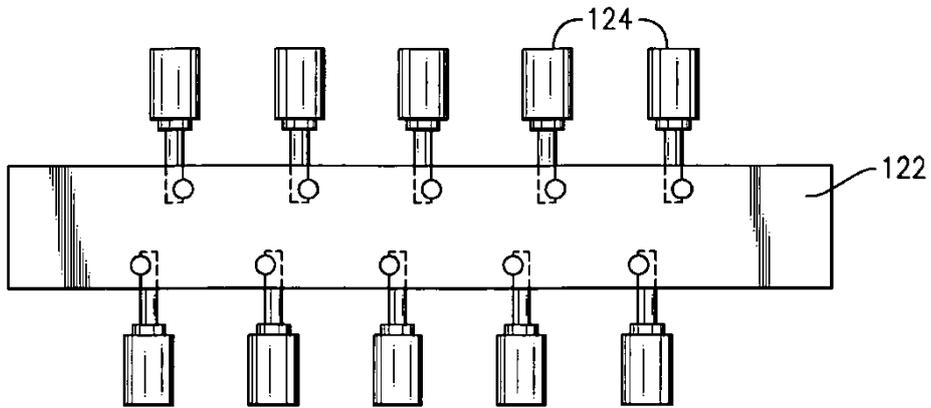
**FIG. 15**



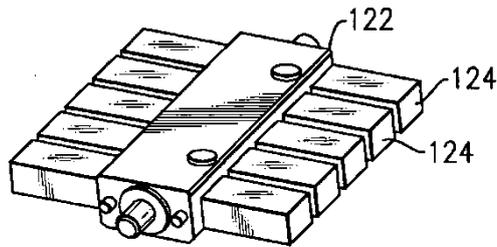
**FIG. 16**



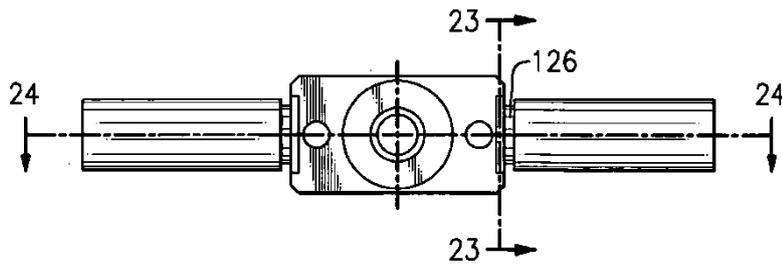
120



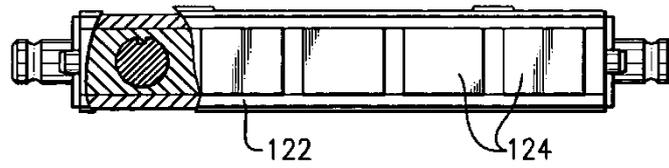
**FIG. 20**



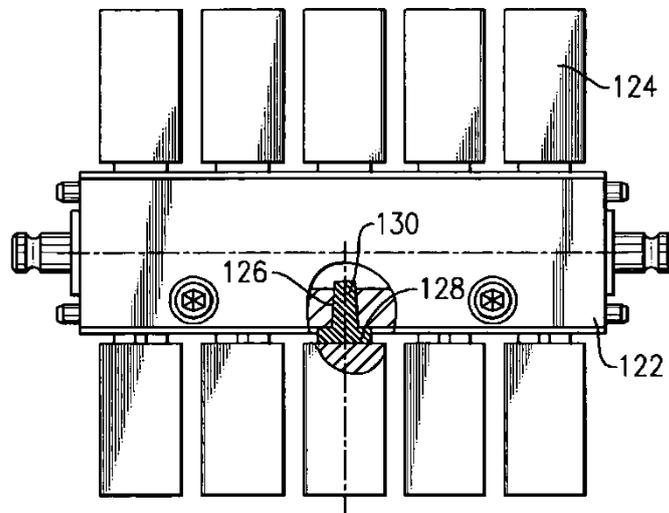
**FIG. 21**



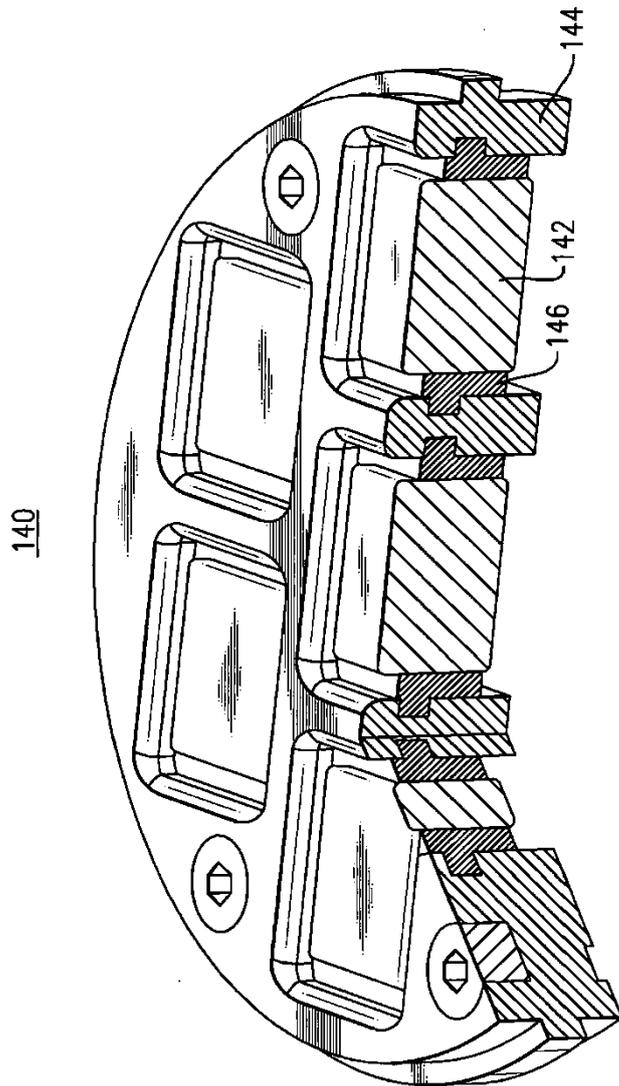
**FIG. 22**



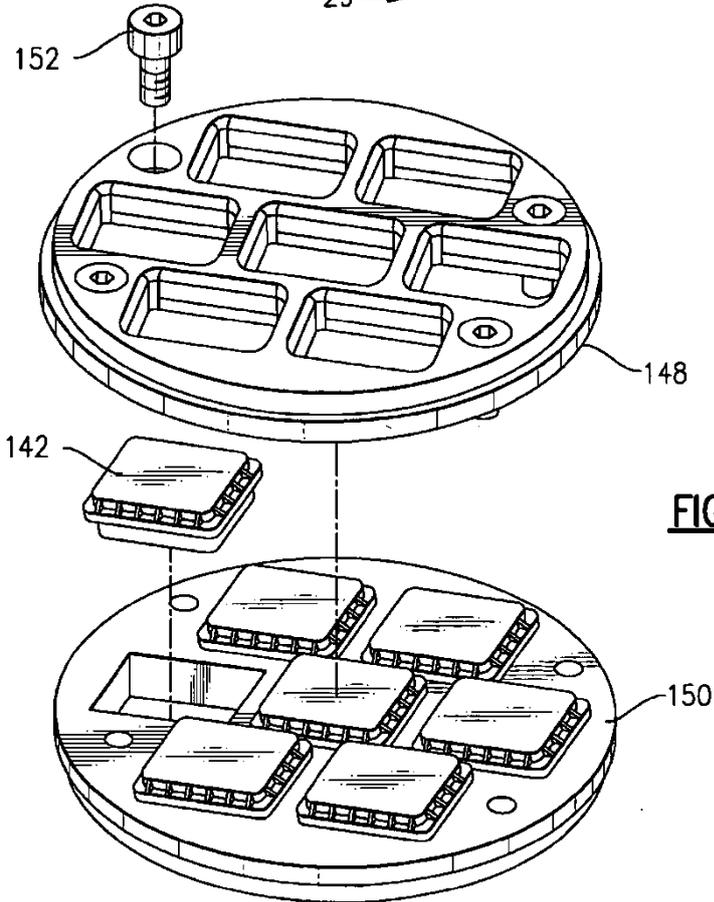
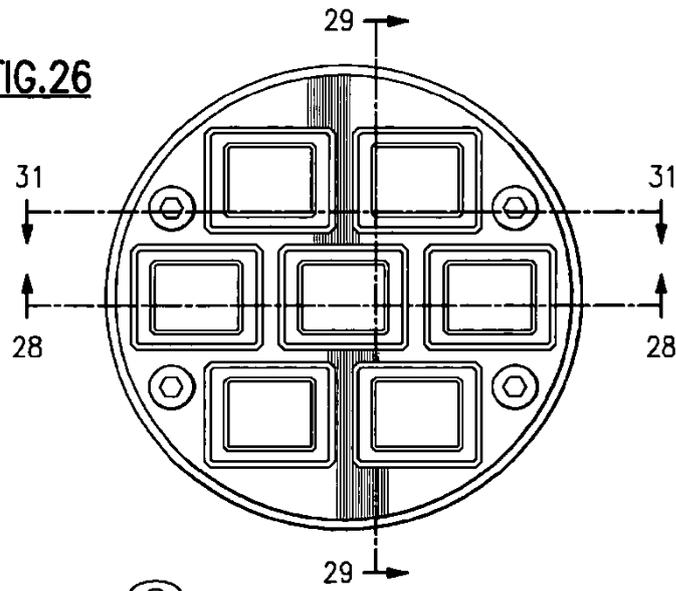
**FIG.23**



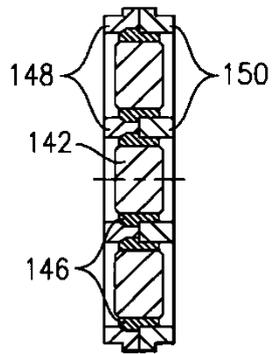
**FIG.24**



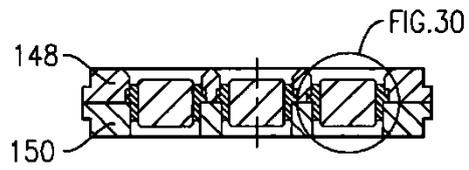
**FIG.26**



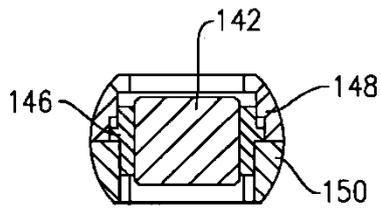
**FIG.27**



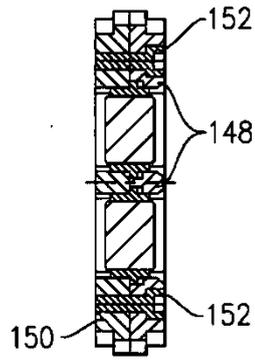
**FIG.28**



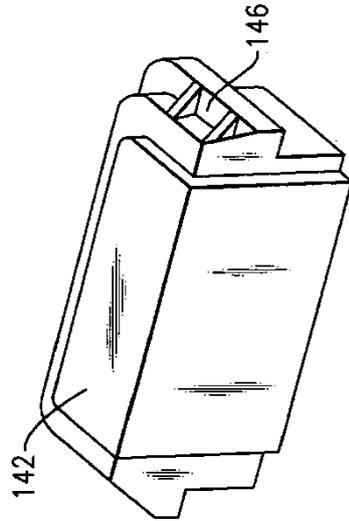
**FIG.29**



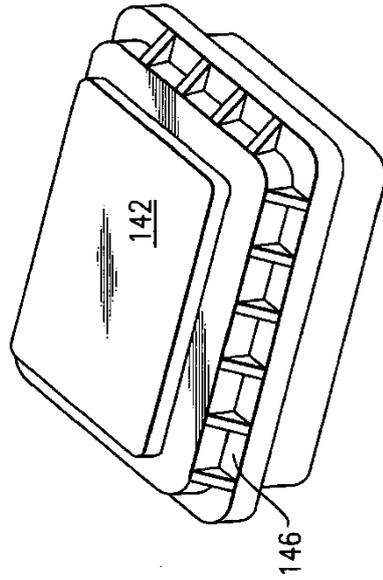
**FIG.30**



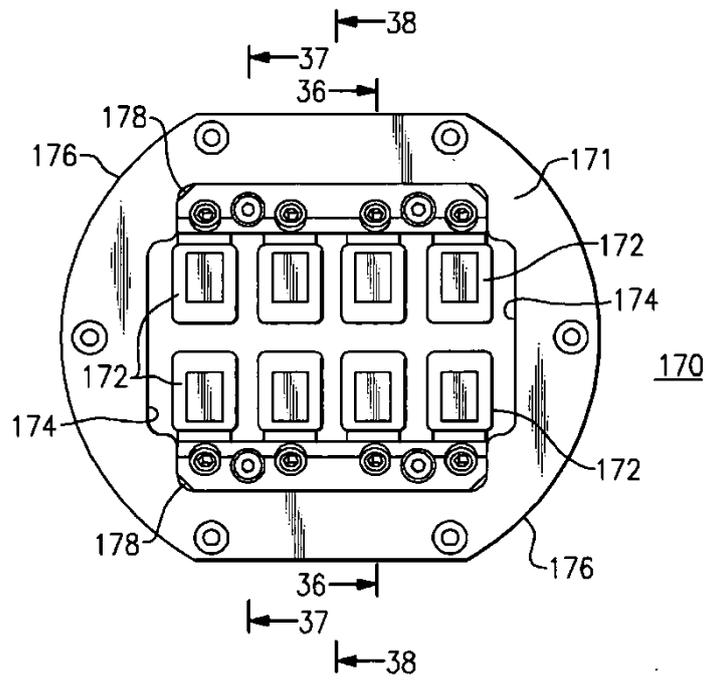
**FIG.31**



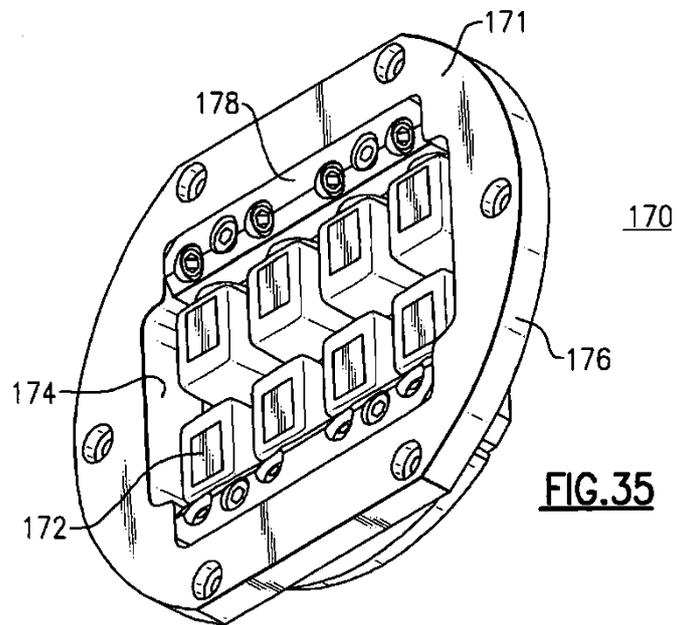
**FIG. 33**



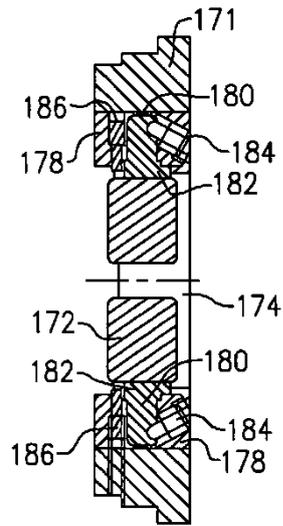
**FIG. 32**



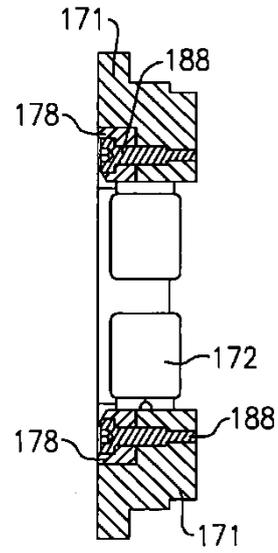
**FIG.34**



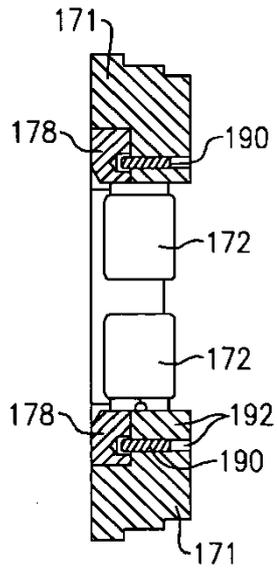
**FIG.35**



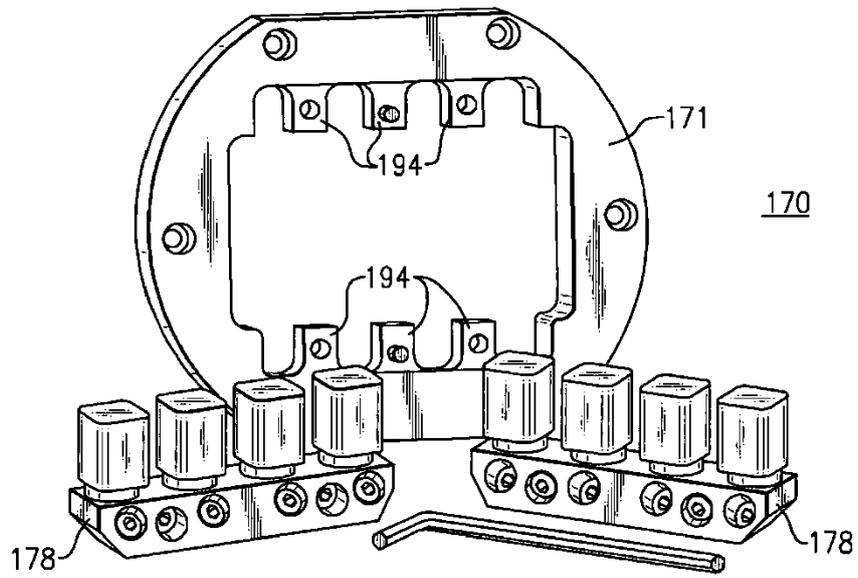
**FIG.36**



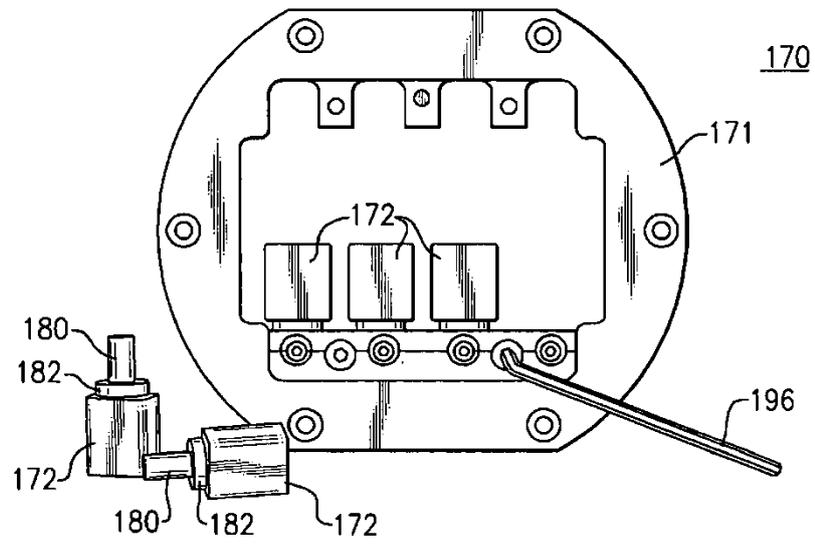
**FIG.37**



**FIG.38**



**FIG. 39**



**FIG. 40**

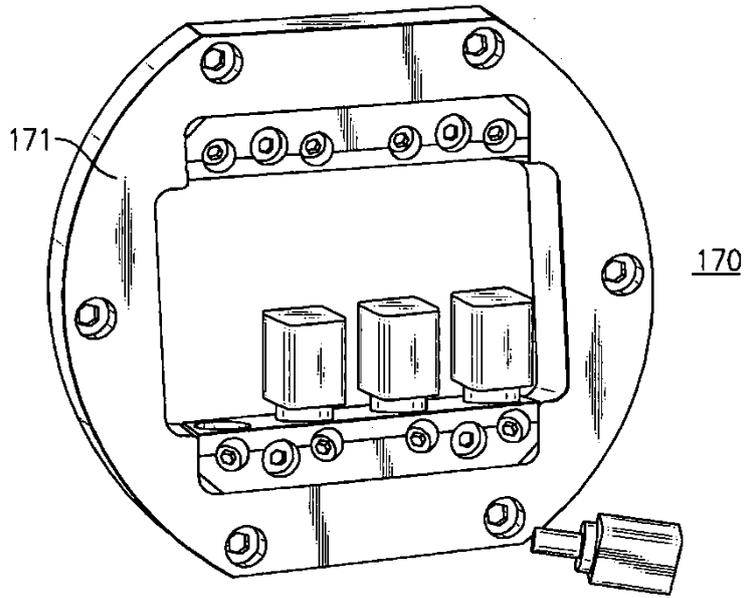


FIG. 41

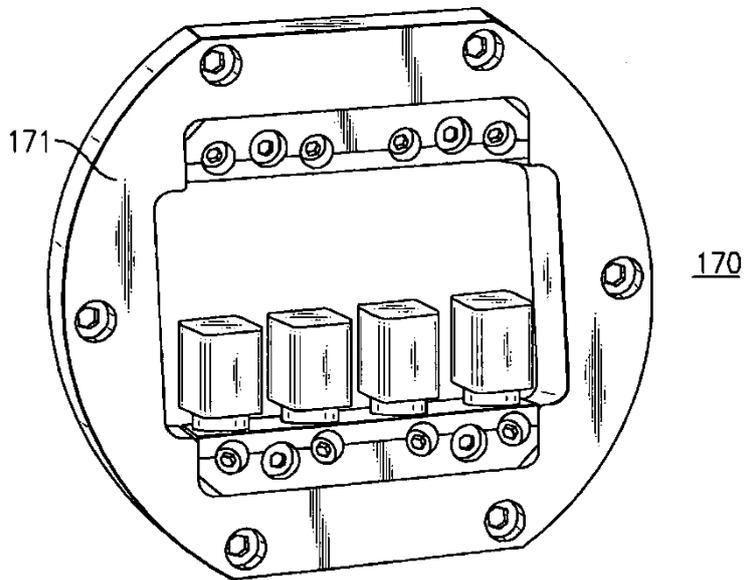
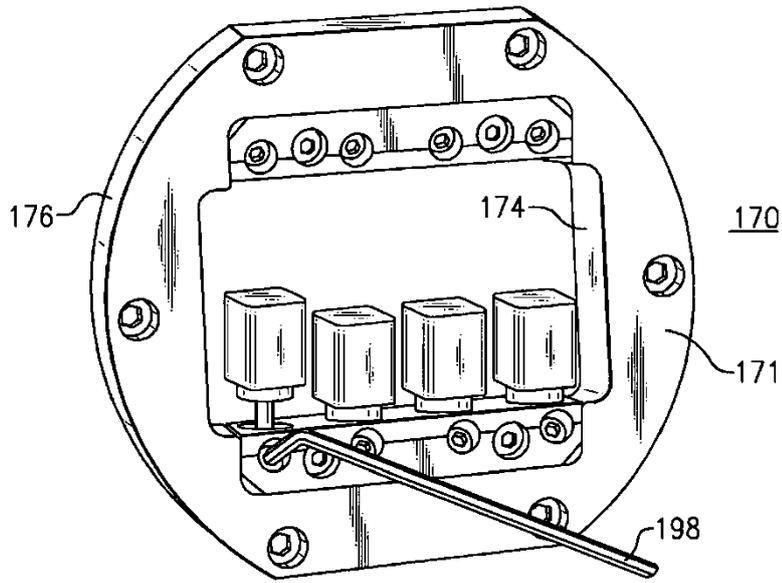
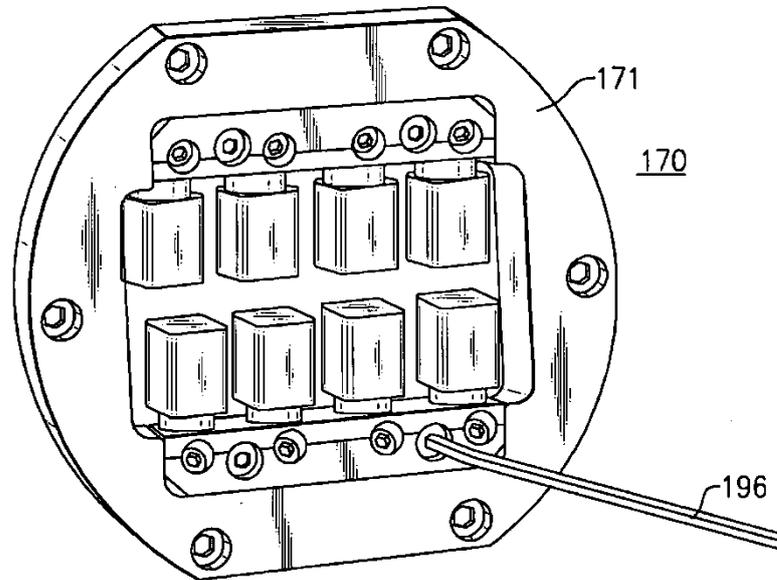


FIG. 42



**FIG. 43**



**FIG. 44**