

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 544 232**

51 Int. Cl.:

G02B 13/20	(2006.01)
G02B 3/02	(2006.01)
G02B 13/18	(2006.01)
F21V 5/04	(2006.01)
F21V 7/04	(2006.01)
H01L 33/00	(2010.01)
H01L 21/00	(2006.01)
G02B 17/08	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.11.2004 E 04811328 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2015 EP 1692557**

54 Título: **Dispositivo óptico para lámpara basada en LED**

30 Prioridad:

17.11.2003 US 520951 P
30.03.2004 US 814598
31.03.2004 US 816228

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.08.2015

73 Titular/es:

LIGHT ENGINE LIMITED (100.0%)
6/F, Photonics Centre, 2 Science Park East
Avenue, Shatin
Hong Kong, CN

72 Inventor/es:

CHAVES, JULIO CESAR;
MINANO, JUAN CARLOS;
BENITEZ, PABLO;
PARKYN, WILLIAM A., JR.;
FALICOFF, WAQIDI;
MUNOZ, FERNANDO y
SUN, YUPIN

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 544 232 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

Dispositivo óptico para lámpara basada en LED

5 **Antecedentes de la invención**

La presente invención se refiere a los diodos de emisión de luz (LED), en particular a medios ópticos para producir diversas distribuciones de intensidad de luz de campo lejano para los LED.

10 Las lámparas incandescentes convencionales de menos de 100 lúmenes de salida pueden equipararse a los LED más recientes de color blanco, aunque a un mayor precio. En este extremo inferior del intervalo de lúmenes, la mayoría de aplicaciones incandescentes son alimentadas por batería. Es deseable tener un LED adecuado para una instalación directa en lugar de una bombilla de linterna fundida.

15 Los LED pueden ofrecer una eficacia luminosa superior frente a las lámparas incandescentes convencionales que se usan en las linternas accionadas por batería. Además, los LED son mucho más tolerantes a los choques, a la vibración y a la tensión por compresión. A pesar de que, en la actualidad, su producción cuesta más que las de tipo incandescente, su vida útil es diez mil veces más duradera. Para una mayor eficacia, las bombillas de linterna se calientan, por lo tanto estas duran por lo general solo unas pocas horas hasta la rotura del filamento. Además, los precios de los LED siguen cayendo, junto con los de los componentes electrónicos de control para manipular las variaciones en el voltaje de la batería.

20 De hecho, las linternas de LED ya se encuentran disponibles comercialmente, pero sus ópticas han de adaptarse a la geometría de los diodos de emisión de luz, que solo emiten a un hemisferio. Las lámparas de LED convencionales son inadecuadas para una instalación directa en las linternas convencionales, tanto eléctrica como ópticamente. Las lámparas de LED son eléctricamente inadecuadas debido a que estas son dispositivos accionados por corriente, mientras que las baterías son fuentes de voltaje. Las variaciones típicas en el voltaje de las baterías nuevas son suficientes para superar un intervalo de voltajes de funcionamiento tolerable de un LED. Esto da lugar a unas corrientes tan altas que el calentamiento óhmico en el interior de la pastilla supera la capacidad de la conducción térmica para eliminarlo, dando lugar a una subida de temperatura incontrolada que destruye la pastilla. Por lo tanto, un dispositivo de control de corriente ha de acompañar a la lámpara.

25 Las lámparas de LED convencionales son ópticamente inadecuadas para una instalación directa en los reflectores parabólicos de las linternas. Esto es debido a que su configuración de lente en forma de bala forma un haz angosto que erraría por completo una parábola cercana. Usar en su lugar una cúpula no direccional de emisión de forma semiesférica, centrada sobre la pastilla luminosa, da la máxima difusión comercialmente disponible, un patrón lambertiano, con una dependencia de $\text{sen}^2 \theta$ del flujo rodeado con un ángulo θ con respecto al eje de la lámpara. Debido a que θ para un reflector de linterna parabólico típico se extiende de 45° a 135° , un LED con un patrón semiesférico no presenta una correspondencia adecuada debido a que su emisión cae a cero a solo $\theta = 90^\circ$. Esto daría como resultado un haz que sería muy brillante en el exterior y completamente oscuro a medio camino hacia el interior. Lo que es aún peor, este patrón de haz inferior a partir de un LED semiesférico necesitaría mantenerse en el punto focal de la parábola, varios milímetros por encima del zócalo en el que se instala una bombilla incandescente convencional.

40 Otro tipo de lámpara alimentada por batería utiliza lámparas fluorescentes cilíndricas. A pesar de que los LED no ofrecen aún una mejor eficacia luminosa, las lámparas fluorescentes son sin embargo relativamente frágiles y requieren unos voltajes peligrosamente altos. Una lámpara basada en LED cilíndrica de bajo voltaje podría proporcionar de forma ventajosa la misma salida luminosa que una lámpara fluorescente.

50 Para abordar las necesidades expuestas anteriormente, la solicitud de patente estadounidense con n.º 10/461.557, "OPTICAL DEVICE FOR LED-BASED LIGHT-BULB SUBSTITUTE", presentada el 12/6/2003, da a conocer tales lámparas basadas en LED con las que las actuales linternas de bombilla fluorescente e incandescente pueden actualizarse. No obstante, a menudo es deseable que las lámparas de LED, tales como las que se describen en la solicitud de patente estadounidense con n.º 10/461.557, tengan otras distribuciones de intensidad de campo lejano de interés. Asimismo, la solicitud de patente estadounidense con n.º 10/461.557 menciona la función de mezclado de color, para hacer que las diferentes longitudes de onda de los chips tengan las mismas intensidades relativas en la totalidad de la luz que sale de la sección de eyección 12. Esto asegura que los espectadores verán solo el tono metamérico previsto y no cualquier color de los chips individuales. Anteriormente se han usado varillas de mezclado rectangulares para transformar el punto focal redondo de una lámpara elipsoidal en un rectángulo iluminado de manera uniforme, por lo general en proyectores de cine. En general, las varillas de mezclado poligonales funcionaban mejor con un número par de lados, en particular cuatro y seis. No obstante, con el mezclado de color para los LED, tales varillas son poco eficientes debido a que la mitad de la emisión lambertiana de un LED se escapará desde la base de la varilla.

65 Un sistema óptico de fluido de la técnica anterior se da a conocer en el documento US 5.555.493 A. El documento US 2.848.601 da a conocer características que están dentro del preámbulo de la reivindicación 1.

Por lo tanto, existe una necesidad en la técnica de lámparas de LED eficaces y ópticamente adecuadas con diversas distribuciones de intensidad de campo lejano y que tengan una conformación apropiada de sus secciones de transferencia posibilitando que se usen unas secciones transversales poligonales.

5 **Resumen de la invención**

La presente invención aborda de forma ventajosa las necesidades anteriores así como otras necesidades mediante la provisión de un dispositivo óptico para lámparas basadas en LED con configuraciones para diversas distribuciones de intensidad de campo lejano. El dispositivo óptico de la presente invención está definido en la reivindicación independiente 1. Aspectos adicionales y realizaciones preferidas de esta invención están definidos en las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con la invención, la sección de eyección tiene una superficie superior con un perfil de una espiral equiangular con un centro en un borde superior de dicha sección de transferencia. La sección de eyección incluye una superficie que comprende una disposición radial de hendiduras en V. Algunas realizaciones prevén que una superficie de dicha sección de transferencia comprenda una disposición de hendiduras en V. Además, la sección de transferencia puede ser poligonal, puede estar facetada y / o tener otras configuraciones.

En una realización, la invención puede caracterizarse como un dispositivo óptico para distribuir una emisión radiante de un emisor de luz que comprende una sección de transferencia inferior y una sección de eyección superior que está situada sobre la sección de transferencia inferior. La sección de transferencia inferior puede accionarse para su colocación sobre el emisor de luz y puede accionarse para transferir la emisión radiante a la sección de eyección superior. La sección de eyección superior está conformada de tal modo que la luz en su interior se redistribuye fuera de una superficie externa de la sección de eyección superior en un ángulo sólido sustancialmente más grande que un hemisferio, y que se aproxima al de una bombilla de linterna incandescente. La sección de eyección está ubicada a la misma altura que el filamento encendido de la bombilla a la que reemplaza. Es más sencillo mover ópticamente este punto de emisión, usando la sección de transferencia, que poner el propio LED a tal altura, lo que dificultaría la transferencia de calor, entre otros problemas que la presente invención aborda de forma ventajosa.

Un mejor entendimiento de las características y ventajas de la presente invención se obtendrá haciendo referencia a la siguiente descripción detallada de la invención y a los dibujos adjuntos, que exponen una realización ilustrativa en la que se utilizan los principios de la invención.

35 **Breve descripción de los dibujos**

Los anteriores así como otros aspectos, características y ventajas de la presente invención serán más evidentes a partir de la siguiente descripción más particular de la misma, que se presenta junto con los siguientes dibujos, en los que:

40 Las FIG. 1a a 38b son unas vistas en sección transversal de unas lámparas de LED que tienen diversas configuraciones de secciones de lente de transferencia y de eyección (que se denominan en lo sucesivo filamentos virtuales), donde cada vista en sección transversal va acompañada, respectivamente, por el patrón de campo lejano de la configuración individual.

Las FIG. 1 a 36 y 38 a 40 no están dentro del alcance de la reivindicación 1.

45 La FIG. 39 es una vista en perspectiva de una disposición lineal de hendiduras en V para un fin ilustrativo.

La FIG. 40 es un diagrama de los ángulos reflejados por una disposición lineal de hendiduras en V.

La FIG. 41 es una vista en perspectiva de una disposición radial de hendiduras en V.

La FIG. 42a es una vista en perspectiva de la configuración de la FIG. 37a de acuerdo con la presente invención.

50 La FIG. 42b es una vista en perspectiva que muestra la terna de vectores sobre la configuración de la FIG. 42a de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 43 es una vista en perspectiva de la estructura de una hendidura en V sobre una superficie curvada de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 44 es una vista en perspectiva de un filamento virtual con una disposición radial de hendiduras en V curvadas dispuestas por encima de acuerdo con la presente invención.

55 La FIG. 45 es una vista en perspectiva de un filamento virtual con una disposición lineal de hendiduras en V sobre su sección de transferencia de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 46 es una vista en perspectiva de un filamento virtual con forma de barril de seis lados para un fin ilustrativo.

60 Las FIG. 47a y 47b son una vista lateral y en perspectiva, respectivamente, de un filamento virtual de dieciséis lados para un fin ilustrativo.

La FIG. 47c - e muestran unos patrones de emisión de color azul (465 nanómetros), de color verde (520 nanómetros) y de color rojo (620 nanómetros), respectivamente, de los ejemplos de las FIG. 47a-b, en los diversos acimuts cilíndricos.

65 Las FIG. 48a y 48b son una vista lateral y en perspectiva, respectivamente, de otro filamento virtual de dieciséis lados, con una sección de eyección ranurada para un fin ilustrativo.

La FIG. 48c ilustra un patrón de emisión de 300° que se produce mediante el collar de la FIG. 48a.

Las FIG. 49a y 49b son una vista lateral y en perspectiva, respectivamente, de un filamento virtual facetado que mezcla las diferentes longitudes de onda de un LED tricolor para un fin ilustrativo.

5 Caracteres de referencia correspondientes indican componentes correspondientes en la totalidad de las varias vistas de los dibujos, en especial la etiqueta explícita en la FIG. 1a del paquete de LED 20 que está implícito a lo largo de las FIG. 2a a 38a.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

10 La siguiente descripción del mejor modo contemplado en la actualidad de poner en práctica la invención no ha de tomarse en un sentido limitante, sino que se ofrece simplemente con el fin de describir los principios generales de la invención. El alcance de la invención debe determinarse con referencia a las reivindicaciones.

15 Las presentes realizaciones proporcionan unas fuentes de luz con unas intensidades de campo lejano previamente definidas. Las presentes realizaciones pueden utilizarse en numerosas aplicaciones. Por ejemplo, en algunas aplicaciones, las realizaciones pueden utilizarse para reemplazar y / o sustituir otros tipos de fuentes de luz, tales como fuentes de luz compactas, fuentes de luz incandescente, fuentes de luz fluorescente y otras fuentes de luz. Como un ejemplo adicional, las presentes realizaciones pueden utilizarse para sustituir las fuentes de luz incandescente en luces de vuelo y otros dispositivos que usan fuentes de luz incandescente.

20 La configuración de facetado de superficie que se presenta en el presente documento en la FIG. 49A y la FIG. 49B puede emplearse en variaciones de la totalidad de las realizaciones no facetadas que se muestran en el presente documento con el fin de lograr el mezclado de color y otros beneficios de la misma.

25 Las FIG. 1a a 38b son unas vistas en sección transversal de unas lámparas de LED que tienen diversas configuraciones de secciones de lente de transferencia y de eyección (que se denominan en lo sucesivo filamentos virtuales), donde cada vista en sección transversal va acompañada, respectivamente, por el patrón de campo lejano de la configuración individual.

30 Solo la FIG. 1b tiene las etiquetas que están implícitas en la totalidad de los patrones de salida de las realizaciones preferidas en las figuras que siguen: la representación polar semicircular 2700 muestra la distribución de campo lejano normalizada 2701 sobre la escala angular semicircular 2702, con un ángulo fuera del eje, donde cero indica la dirección en el eje, y 180° el sentido opuesto, totalmente hacia atrás. Esto es posible para aquellas realizaciones preferidas que tengan una cierta extensión en sentido lateral de tal modo que los 180° no se vean obstaculizados por la fuente.

35 Solo en la FIG. 1a, la fuente de luz se designa como el paquete de LED 20 con los chips de LED 22, 23, y 24, pero el mismo boceto de paquete se ilustra sin etiquetas en todas las figuras posteriores de filamentos virtuales. Este paquete de LED solo representa una posible manera en la que la presente invención utiliza múltiples emisores de luz. Tales múltiples chips pueden tener unas longitudes de onda idénticas o diferentes. Por ejemplo, las diferentes longitudes de onda pueden ser unas longitudes de onda de color rojo, de color verde y de color azul que abarcan una gama cromática para la visión en color humana, o unas longitudes de onda de color ámbar, de color rojo y de infrarrojos para dispositivos de visión nocturna, u otras combinaciones de diferentes longitudes de onda.

45 De forma similar, solo en la FIG. 1a, la posición del foco del segmento de elipse 271 se muestra mediante una estrella 271f. En todas las figuras posteriores, el foco del perfil de la sección de transferencia también se encuentra cerca del punto inferior de la misma curva en un lado opuesto de un eje central.

50 La FIG. 1a muestra un filamento virtual 270 que comprende una sección de transferencia de concentrador elíptico compuesto (en lo sucesivo CEC, *compound elliptical concentrator*) 271, y una sección de eyección que comprende un cono inferior inclinado hacia fuera 272 y un cono superior inclinado hacia dentro 273. La FIG. 1b muestra que la distribución de campo lejano de esta realización preferida alcanza el máximo en la dirección hacia delante con una amplitud de $\pm 20^\circ$.

55 La FIG. 2a muestra un filamento virtual 280 que comprende una sección de transferencia de CEC 281, múltiples toroides apilados 282 y una sección de eyección 283, que está conformada como una espiral equiangular con el origen en el punto 283f. La FIG. 2b muestra que la intensidad de campo lejano máxima de esta realización preferida se encuentra en ángulos de aproximadamente 50° a 60° fuera del eje, una denominada distribución en ala de murciélago.

60 La FIG. 3a muestra un filamento virtual 290, que comprende la sección de transferencia de CEC 291, los conos 292 y 293, y espirales equiangulares 294 y 295. La espiral equiangular predominantemente horizontal 294 tiene su centro en el punto central 294f. El perfil de espiral equiangular 295 tiene un centro situado de forma opuesta 295f. La FIG. 3b muestra la distribución de campo lejano de esta realización preferida, alcanzando el máximo a 40° fuera del eje y en su mayor parte confinada al intervalo de entre 10 y 70°, también con un lóbulo secundario de 150 a 170°.

65

La FIG. 4a muestra un filamento virtual 300 que comprende una sección de CEC 301, una parte plana 302, una espiral equiangular en sentido lateral 303 con su centro en el punto 303f, y una espiral equiangular superior 304 con el centro en el punto 304f. La FIG. 4b muestra un ajuste sutil del campo lejano que resulta de la perceptible modificación del perfil, tal como se muestra en la FIG. 4a, de la realización preferida que se muestra en la FIG. 3a. La FIG. 4b muestra que la distribución de campo lejano de esta realización preferida tiene un máximo primario sobre un lóbulo principal entre 40° y 60° fuera del eje, y un máximo secundario sobre un lóbulo posterior secundario que se extiende entre 160° y 170°, casi hacia atrás. La siguiente realización preferida es una modificación de esta.

La FIG. 5a muestra un filamento virtual 310 con una sección de transferencia de CEC 311, un anillo plano 312, una espiral equiangular 313 con el centro en el punto axial 313f, y una espiral equiangular superior 314 con el centro en el punto opuesto 314f. Además de los elementos en correspondencia con los de la FIG. 4a, se muestra un cono abrupto inclinado hacia dentro 315, un cono poco profundo inclinado hacia arriba 316, y un círculo plano superior 317. El patrón de campo lejano normalizado de esta realización preferida difiere de forma significativa con respecto al anterior, tal como se muestra en la FIG. 5b, con un lóbulo hacia delante fluctuante y un lóbulo hacia atrás con la mitad de intensidad.

Profundizando adicionalmente en el tema de las modificaciones menores, la FIG. 6a muestra un filamento virtual 320 que comprende una sección de transferencia de CEC 321, un anillo plano 322, una espiral equiangular 323 con una posición axial de su centro tal como se muestra por la estrella 323 f, una espiral equiangular superior 324 con el centro en el punto opuesto 324f, y un nuevo elemento -- la espiral equiangular superior central 327, también con el centro en 324f. De forma similar a la FIG. 5a, el filamento virtual 320 también comprende un cono abrupto inclinado hacia dentro 325 y un cono poco profundo hacia arriba 326. Mediante la FIG. 6b se muestra que el patrón de campo lejano normalizado de la realización preferida de la FIG. 6a se encuentra principalmente entre 30° y 50° fuera del eje, con un lóbulo posterior de 120° a 170°, con una emisión hacia delante reducida en comparación con la FIG. 5b.

La FIG. 7a ilustra un ejemplo comparativo que es el resultado de pequeñas modificaciones del filamento virtual 320 de la FIG. 6a. La FIG. 7a es una sección transversal del filamento virtual 330, que comprende una sección de transferencia de CEC 331, una sección cónica inclinada 332, una espiral equiangular horizontal 333 con el centro en el punto axial 333f, un borde cónico abrupto 335, una espiral equiangular vertical 334 con el centro situado de manera opuesta 334f, y un cono central 336. La FIG. 7b muestra su intensidad de campo lejano concentrada en un lóbulo hacia delante dentro de $\pm 20^\circ$ del eje, con un intenso lóbulo hacia atrás alcanzando el máximo a 150°.

Siguiendo con el tema de las modificaciones de componentes, la FIG. 8a ilustra un filamento virtual 340 que comprende una sección de transferencia de CEC 341, un anillo plano 342, un cono abrupto inclinado hacia dentro 335, un cono poco profundo inclinado hacia abajo 346, un borde exterior 348, una espiral equiangular horizontal 343 con el centro en el punto fuera del eje 343f, una espiral equiangular vertical 344 con el centro en el punto opuesto 344f, y una espiral equiangular superior 347, también con el centro en el punto opuesto 344f. La FIG. 8b muestra que su patrón de campo lejano tiene un haz anti-axial colimado y un haz hacia delante de $\pm 30^\circ$, más ancho.

La FIG. 9a ilustra un filamento virtual 350 que comprende una sección de transferencia de CEC 351, rebordes cónicos dobles 352 y una muesca cónica superior 353. La FIG. 9b muestra que su patrón de campo lejano tiene unos intensos lóbulos hacia delante y hacia atrás, pero una cierta emisión lateral.

La FIG. 10a ilustra un filamento virtual 360 que comprende una sección de transferencia de CEC 361, un reborde cónico 362, una muesca de espiral equiangular superior 363 con el centro en el punto proximal 363f, y un reborde cilíndrico 364. La FIG. 10b muestra cómo la emisión hacia atrás de la FIG. 9b se ha eliminado.

La FIG. 11a ilustra otra variación de la FIG. 10a. Un filamento virtual 370 comprende la sección de transferencia de CEC 371, rebordes cónicos dobles 372, una muesca cónica central 373, ubicada en el cilindro central 374. El patrón de campo lejano de la FIG. 11b muestra un lóbulo principal de $\pm 30^\circ$ hacia delante y un pequeño lóbulo secundario a 125°.

La FIG. 12a ilustra una variación de las proporciones de componentes en el ejemplo comparativo de la FIG. 11a. El filamento virtual 380 comprende una sección de transferencia de CEC 381, rebordes cónicos dobles 382, y una muesca cónica central 383. El patrón de intensidad de campo lejano de la FIG. 12b muestra la misma prominencia hacia delante y hacia atrás global de la FIG. 9b, con detalles diferenciados.

La FIG. 13a ilustra un filamento virtual 390 que comprende una sección de transferencia de CEC 391, una sección esférica 392, y una muesca cónica central 393. Ambas superficies 392 y 393 son difusoras, ya que los rayos procedentes del interior y que las atraviesan se dispersan de forma difusa en el aire. La FIG. 13b muestra un intenso lóbulo hacia delante de $\pm 40^\circ$ superpuesto sobre una emisión más débil que es casi omnidireccional.

La FIG. 14a ilustra un filamento virtual 400 que comprende la sección de transferencia de CEC 401, un cono inclinado de forma abrupta 402, la espiral equiangular exterior 403 con el centro ubicado de manera axial en 403f, y una espiral equiangular interior 404 con el centro en el punto proximal 404f. Tal como se muestra en la FIG. 14b, su patrón de intensidad de campo lejano no tiene energía hacia atrás alguna, y se aproxima en cierta medida a un

patrón lambertiano.

En una variante de la figura anterior, la FIG. 15a ilustra un filamento virtual 410 que comprende una sección de transferencia de CEC 411, una pila cilíndrica 412 de múltiples secciones toroidales 412t, una espiral equiangular interior 414 con el centro en el punto proximal 414f, y una curva superior 413 que está adaptada para refractar los rayos que proceden de 414f y que se reflejan en 414 y dirigirlos de forma tangencial a 413. La FIG. 15b muestra que el patrón de campo lejano resultante se encuentra en su mayor parte hacia delante, dentro de $\pm 30^\circ$.

La FIG. 16a ilustra un filamento virtual 420, que comprende una sección de transferencia de CEC 421, un cilindro 422, una muesca cónica 423 en el cono superior menos profundo 424. La FIG. 16b muestra que su patrón de campo lejano se encuentra en su mayor parte entre 10° y 20° fuera del eje.

La FIG. 17a ilustra un filamento virtual 430, que comprende una sección de transferencia de CEC 431, un cono exterior 432, y una muesca cónica interior 433. A pesar de las pequeñas diferencias con respecto a la FIG. 16a, el patrón de campo lejano de la FIG. 17b es considerablemente diferente con respecto al de la FIG. 16b.

La FIG. 18a ilustra un filamento virtual 440, que comprende una sección de transferencia de CEC 441, un cono exterior 442, y una muesca cónica interior 443. A pesar de las pequeñas diferencias de este ejemplo con respecto al de la FIG. 17a, el patrón de campo lejano de la FIG. 18b es más angosto que el de la FIG. 17b.

La FIG. 19a ilustra un filamento virtual 450 que comprende una sección de transferencia de CEC 451, una curva de ajuste de tipo *spline* 452, una espiral equiangular central 453 con el centro en el punto proximal 453f, y una muesca cónica superior circundante 454. La FIG. 19b muestra que su patrón de campo lejano es predominantemente hacia delante, con $\pm 20^\circ$ en el punto a media potencia.

La FIG. 20a ilustra un filamento virtual 460 que comprende una sección de transferencia de CEC 461, una sección esférica 462 con un radio 462r que es igual a 0,38 veces la altura de la sección 461, y una espiral equiangular central 463 con el centro en el punto proximal 463f. La FIG. 20b muestra que su patrón de campo lejano se encuentra entre 10° y 60° fuera del eje.

La FIG. 21a ilustra otra configuración similar, un filamento virtual 470 que comprende una sección de transferencia de CEC 471, una sección esférica 472 con un radio 472r que es 0,7 veces la altura de la sección 471, y una espiral equiangular central 473 con el centro en el punto proximal 473f. La FIG. 21b muestra que el patrón de campo lejano se ha estrechado de forma significativa con respecto al anterior.

La FIG. 22a ilustra otra configuración similar, un filamento virtual 480 que comprende una sección de transferencia de CEC 481, una sección esférica 482 con un radio 482r que es 0,8 veces la altura de la sección 481, y una espiral equiangular central 483 con el centro en el punto proximal 483f. La sección esférica 482 está parcialmente cubierta con múltiples microlentes toroidales convexas 482t. La FIG. 22b muestra que el patrón de campo lejano experimenta solo un cambio menor con respecto al anterior, con un estrechamiento del haz central en comparación con el que se ve en la FIG. 21b.

La FIG. 23a ilustra un filamento virtual 490 que comprende una sección de transferencia de CEC 491, una sección esférica 492 con un radio 492r que es 0,62 veces la altura de la sección 491, una sección 492 que está completamente revestida por múltiples microlentes toroidales 492t, y una espiral equiangular central 493 con el centro en el punto proximal 493f. La FIG. 23b muestra cómo estas microlentes ensanchan en gran medida el patrón de campo lejano con respecto al de la FIG. 22b.

La FIG. 24a ilustra un filamento virtual 500 que comprende una sección de transferencia de CEC 501, una sección esférica 502 con un radio 502r que es 0,76 veces la altura de la sección 501, una sección 502 que está revestida por múltiples microlentes toroidales convexas 502t, y una espiral equiangular central 503 con el centro en el punto proximal 503f. La FIG. 24b muestra que el patrón de campo lejano no se ve cambiado en gran medida con respecto al de la FIG. 23b, al tener la sección 502 un radio algo más grande que el de la sección 492 de la FIG. 23a.

La FIG. 25a ilustra un filamento virtual 510 que comprende una sección de transferencia de CEC 511, una sección esférica 512 con un radio 512r que es igual a la altura de la sección 511, una sección 512 que está revestida por múltiples microlentes toroidales convexas 512t, y una espiral equiangular central 513 con el centro en el punto proximal 513f. La FIG. 25b muestra que el patrón de campo lejano está ahora considerablemente cambiado con respecto al de la FIG. 24b, debido al radio de la sección 512, más grande que el de la sección 502 de la FIG. 24a.

La FIG. 26a ilustra un filamento virtual 520 que comprende una sección de transferencia de CEC 521, una sección de curva de ajuste de tipo *spline* inferior 522, una espiral equiangular central 523 con el centro en el punto proximal 523f, y una sección cilíndrica exterior 524 que está cubierta con múltiples microlentes toroidales convexas 524t. La FIG. 26b muestra un patrón muy amplio que no varía mucho hasta 130° y solo se reduce a la mitad a 180° .

La FIG. 27a ilustra un filamento virtual 530 que comprende una sección de transferencia de CEC 531, una sección

cónica 532, una espiral equiangular central 533 con el centro en el punto proximal 533f, y una pila cilíndrica 534 que está revestida por múltiples microlentes toroidales convexas 534t. La FIG. 27b muestra que esta sustitución de una curva de ajuste de tipo *spline* adaptada por un cono da lugar a que el patrón de campo lejano caiga en los ángulos cerca del eje, en comparación con la FIG. 26b. En la siguiente figura, no hay microlente alguna de este tipo.

5 La FIG. 28a ilustra un filamento virtual 540 que comprende una sección de transferencia de CEC 541, una sección cónica 542, una espiral equiangular central 543 con el centro en el punto proximal 543f, y un cilindro exterior 544. La FIG. 28b muestra que el patrón de campo lejano de esta realización preferida es mucho más angosto sin las microlentes 534t de la FIG. 27a.

10 La FIG. 29a ilustra un filamento virtual 550 que comprende una sección de transferencia de CEC 551, un cono hacia arriba poco profundo 552, una espiral equiangular central 553 con el centro en el punto proximal 553f, y una curva de ajuste de tipo *spline* cóncava exterior 554. La FIG. 29b muestra su patrón de campo lejano, con una emisión axial sustancial.

15 La FIG. 30a ilustra un filamento virtual 560 que comprende una sección de transferencia de CEC 561, un anillo plano 562, una espiral equiangular central 563 con el centro en el punto proximal 563f, y un cilindro exterior 564. La FIG. 30b muestra su patrón de campo lejano.

20 La FIG. 31a ilustra un filamento virtual 570 que comprende una sección de transferencia de CEC 571, un anillo plano 572, una espiral equiangular central 573 con el centro en el punto proximal 573f, y un borde cónico exterior 574. La FIG. 31b muestra que la emisión de campo lejano es predominantemente hacia delante.

25 La FIG. 32a ilustra un filamento virtual 580 que comprende la sección de transferencia de CEC 581, un anillo plano 582, una espiral equiangular superior 583 con el centro en el punto proximal 583f, un cilindro exterior 584 que está revestido con microlentes toroidales cóncavas 584t, y un cono superior central 585. La FIG. 32b muestra que su patrón de campo lejano es predominantemente hacia delante, con plena intensidad dentro de $\pm 30^\circ$.

30 La FIG. 33a ilustra un filamento virtual 590 que comprende una sección de transferencia de espiral equiangular 591 con el centro en el punto opuesto 591f, un cono hacia fuera 592, una muesca central 593 que está conformada como un polinomio de orden superior, y un cono exterior abrupto 594, y superficies 595, 596 y 597 que forman una ranura. Su patrón de campo lejano se muestra en la FIG. 33b, con un recorte brusco a 150° fuera del eje y solo una variación de 2 : 1 con respecto a una intensidad uniforme a unos ángulos menores.

35 La FIG. 34a ilustra un filamento virtual 600 que comprende una sección de transferencia de espiral equiangular 601 con el centro sobre el punto opuesto 601f, una curva de ajuste de tipo *spline* cúbico saliente 602, y una espiral equiangular central 603 con el centro en el punto proximal 603f. Su patrón de campo lejano se muestra en la FIG. 34b, y va a compararse con los de los dos siguientes ejemplos comparativos, en los que la curva de ajuste de tipo *spline* cúbico sobresale más.

40 La FIG. 35a ilustra un filamento virtual 610 que comprende una sección de transferencia de espiral equiangular 611 con el centro en el punto opuesto 611f, una curva de ajuste de tipo *spline* cúbico saliente 612, y una espiral equiangular central 613 con el centro en el punto proximal 613f. La FIG. 35b muestra que su patrón de campo lejano tiene una intensidad en el eje reducida en comparación con la FIG. 34b.

45 La FIG. 36a ilustra un filamento virtual 620 que comprende una sección de transferencia de espiral equiangular 621 con el centro en el punto opuesto 621f, una curva de ajuste de tipo *spline* cúbico saliente 622, y una espiral equiangular central 623 con el centro en el punto proximal 623f. La FIG. 36b muestra que su patrón de campo lejano tiene una intensidad en el eje reducida en comparación con la FIG. 35b.

50 La FIG. 37a ilustra un filamento virtual 630 que comprende una sección de transferencia de espiral equiangular 631 con el centro en el punto opuesto 631f, un anillo plano 632, una espiral equiangular central 633 con el centro en el punto proximal 633f, y un cilindro exterior 634. La FIG. 37b muestra que su patrón de campo lejano no tiene intensidad en el eje. La FIG. 37b puede compararse con la FIG. 30b, dada la similitud de la FIG. 37a con la FIG. 30a.

55 La FIG. 38a ilustra un filamento virtual 640 que comprende la sección de transferencia de espiral equiangular 641 con el centro en el punto opuesto 641f, una sección cónica inferior 642, una sección cónica superior 643, y una curva de ajuste de tipo *spline* exterior 644. La FIG. 38b muestra el patrón de campo lejano. El cono 642 es un reflector difuso de color blanco con dispersión lambertiana, de tal modo que, a diferencia de la superficie transmisiva difusa 392 de la FIG. 13a, este solo refleja la luz que cae sobre él.

60 Ejemplos previos tienen una simetría circular completa, debido a que estos están formados por un barrido de perfil cilíndrico de 360° . Por lo tanto, estos no tienen variación de forma acimutal alguna, solo la variación radial del perfil. Esto es debido a que los patrones de salida de 360° del mundo real no requieren una variación acimutal. No obstante, hay un tipo de variación de forma acimutal que no tiene variación de intensidad acimutal alguna en su salida luminosa. Esta es la hendidura en V.

65

La geometría de una disposición lineal de hendiduras en V se muestra en la FIG. 39. La disposición de hendiduras en V a 90° reflectante 650 está limitada por el plano x - z 651 y el plano y - z 652. El rayo entrante 653 se refleja en la primera pared de hendidura 650a para convertirse en un rayo de rebote 654, y a continuación se refleja en la segunda pared de hendidura 650b para convertirse en un rayo saliente 655. El rayo entrante 653 tiene una proyección 653yz sobre el plano de límite 652 y una proyección 653xz sobre el plano de límite 651. El rayo de rebote 654 tiene una proyección 654yz sobre el plano de límite 652 y una proyección 654xz sobre el plano de límite 651. El rayo saliente 655 tiene una proyección 655yz sobre el plano de límite 652 y una proyección 655xz sobre el plano de límite 651.

La FIG. 39 también muestra la normal de macrosuperficie **N**, que es perpendicular al plano de la disposición de hendiduras en V 650, que en el caso de la FIG. 39 es el plano xy. Las direcciones de los rayos proyectados 653xz y 655xz obedecen la ley de la reflexión a partir de un espejo plano con la misma normal de superficie. Pero sobre el plano yz 652, la proyección saliente 655yz tiene el sentido opuesto de la proyección entrante 653yz, que tiene un ángulo Ψ de incidencia en el plano. Por lo tanto, la disposición de hendiduras en V lineal 650 actúa como una combinación de un retrorreflector y un reflector convencional. Es decir, cuando el rayo entrante 653 tiene el vector de dirección (p, q, r), entonces el rayo saliente 655 tiene el vector de dirección (p, -q, -r). No obstante, esta condición solo es válida para aquellos rayos que experimentan dos reflexiones. De todas las direcciones de rayo de entrada posibles, la fracción que se refleja dos veces es $1 - \tan(\Psi)$.

La configuración pertinente para la presente invención es cuando la superficie 650 es la superficie de separación entre un dieléctrico transparente, tal como acrílico o policarbonato, que se encuentra por encima de la superficie (es decir, z positivo) y el aire por debajo de este. El caso particular que se muestra en la FIG. 39 también es válido para una reflexión interna total, que tiene lugar siempre que el ángulo de incidencia θ de un rayo sobre la superficie de separación de dieléctrico - aire supera el ángulo crítico local.

$\theta_c = \arcsen(1/n)$ para el índice de refracción n. Debido a que los vectores normales unitarios sobre los 2 lados de las hendiduras son (0, $\sqrt{0,5}$, $\sqrt{0,5}$) y (0, $-\sqrt{0,5}$, $\sqrt{0,5}$), la condición para la reflexión interna total puede expresarse de forma vectorial como

$$(p, q, r) \cdot (0, \pm\sqrt{0,5}, \sqrt{0,5}) < \cos \theta_c$$

que puede reordenarse para dar

$$|q| + \sqrt{1 - p^2 - q^2} < \sqrt{2(1 - 1/n^2)}$$

La FIG. 40 muestra una gráfica de contorno 660 con la abscisa p y la ordenada q. La leyenda 661 muestra la fracción de los rayos que son retrorreflejados mediante una reflexión interna total. Para p = 0, el valor máximo de q para el cual hay una reflexión interna total para las 2 reflexiones es

$$|\cos^{-1} q| < 45^\circ - \theta_c$$

que equivale a una anchura vertical de $\pm 2,8^\circ$ para acrílico (n = 1,492) y $\pm 6^\circ$ para policarbonato (n = 1,585). Estos ángulos pequeños son cuanto tales rayos entrantes no se encuentran en el plano 651.

Más pertinente para la presente invención es la disposición de hendiduras en V radial 670 que se muestra en la FIG. 41. Las líneas de cresta 671 y las líneas de valle 672 son los límites de los triángulos planos 673, que se juntan en las líneas de cresta y las líneas de valle con ángulos que incluyen 90° 674.

En la FIG. 37a, la curva generatriz de la superficie superior 633 tiene forma de espiral equiangular. Es posible imponer una disposición de hendiduras en V radial sobre una superficie de este tipo, de tal modo que las líneas de cresta 671 de la FIG. 41 se volverían curvadas hacia abajo, hundiendo el punto central.

La FIG. 42a es una vista en perspectiva de la realización preferida de la FIG. 37a. El filamento virtual 680 comprende una sección de transferencia de espiral equiangular 681, una superficie superior de espiral equiangular 683, y una superficie lateral cilíndrica 684, cuya forma aparentemente poligonal es un artefacto pictórico. Se muestran doce curvas de cresta 683c, para corresponderse con las líneas de cresta 671 de la FIG. 41.

La FIG. 42b es otra vista en perspectiva de la misma realización preferida, pero con las superficies 683 y 684 de la FIG. 42a retiradas. Se muestran doce curvas de cresta 683c, una mostrada con un vector tangente **t**, un vector normal **n**, y su producto vectorial, el vector binormal **b** = **t** x **n**. Si una curva de cresta fuera la trayectoria que sigue una partícula a una velocidad uniforme, entonces su vector velocidad se encuentra a lo largo del vector tangente **t** y su vector aceleración es el opuesto del vector normal **n**. Este último es de tal modo que coincidirá con la normal de superficie de la superficie. Debido a que cada curva de cresta se encuentra en un plano, el vector binormal **b** es constante, lo que quiere decir que las curvas de cresta tienen una torsión cero.

La FIG. 43 es una vista en perspectiva de la construcción de una hendidura en V sobre una superficie curvada de acuerdo con la presente invención.

Al modificar la superficie 683 de la FIG. 42a para que se vuelva como la disposición de hendiduras radiales 670 de la FIG. 41, la curvatura de las líneas de cresta haría que las superficies de las hendiduras se volvieran no planas. De hecho, tales superficies serían las envolventes de planos elementales que vienen de cada punto sobre la curva a un ángulo de 45°, tal como se muestra en la FIG. 43. La superficie de espiral equiangular barrida de forma incompleta 690 es idéntica a la superficie 683 de la FIG. 42a. Parte del barrido no está acabado, de tal modo que la curva de cresta 691 puede verse claramente. Tres crestas planas elementales 692 son tangentes a la misma con unos ángulos interiores de 90°. Sea especificada una curva de cresta por la función paramétrica $\mathbf{P}(t)$, en la que t es la longitud de la trayectoria a lo largo de dicha curva de cresta, con un vector normal $\mathbf{n}(t)$ y un vector binormal $\mathbf{b}(t)$. Cualquier punto \mathbf{X} sobre un plano a 45° que toque la curva de cresta en $\mathbf{P}(t)$ está especificado por

$$(\mathbf{X} - \mathbf{P}(t)) \cdot (\mathbf{n}(t) \pm \mathbf{b}(t)) = 0 \quad (1)$$

donde '±' hace referencia a que hay dos planos a 45° de este tipo que se corresponden con las paredes de una hendidura en V a 90°. La variación de t da una familia de tales planos. Con el fin de calcular la superficie de envolvente para esta familia de planos, se diferencia la ecuación (1) con respecto al parámetro t , dando

$$-\frac{d\mathbf{P}(t)}{dt} \cdot (\mathbf{n}(t) \pm \mathbf{b}(t)) + (\mathbf{X} - \mathbf{P}(t)) \cdot \left(\frac{d\mathbf{n}(t)}{dt} \pm \frac{d\mathbf{b}(t)}{dt} \right) = 0 \quad (2)$$

La terna de vectores ortogonales que está formada por los vectores unitarios especificados de forma paramétrica $\mathbf{t}(t)$, $\mathbf{n}(t)$ y $\mathbf{b}(t)$ se denomina el marco de Frenet de la curva que sigue a medida que t varía. Cada uno de estos tres vectores tiene una definición que está basada en diversas derivadas de la ecuación para $\mathbf{P}(t)$. La diferenciación de estas definiciones con respecto a t da las ecuaciones de Frenet, que son bien conocidas en la geometría diferencial. Una combinación laboriosa de las ecuaciones de Frenet con la ecuación (2), y la eliminación de t , da finalmente

$$(\mathbf{X} - \mathbf{P}(t)) \cdot \mathbf{t}(t) = 0 \quad (3)$$

La ecuación (3) y la ecuación (1) han de cumplirse de forma simultánea para cada punto \mathbf{X} de la superficie de envolvente. La ecuación (3) establece que el mismo vector $\mathbf{X} - \mathbf{P}$ es normal con respecto al vector tangente \mathbf{t} , mientras que la ecuación (1) implica que el vector $\mathbf{X} - \mathbf{P}$ es normal con respecto a $\mathbf{n} \pm \mathbf{b}$. Por lo tanto, $\mathbf{X} - \mathbf{P}$, para un punto que satisface las ecuaciones (1) y (3), ha de encontrarse en la dirección $\mathbf{n} - \mathbf{b}$, debido a que \mathbf{n} y \mathbf{b} son vectores unitarios ortogonales de tal modo que $(\mathbf{n} - \mathbf{b}) \cdot (\mathbf{n} + \mathbf{b}) = 0$, es decir,

$$\mathbf{X} - \mathbf{P}(t) = s(-\mathbf{n}(t) \pm \mathbf{b}(t)) \quad (4)$$

Esta es la ecuación paramétrica de las dos superficies de envolvente de la cresta. El parámetro radial es t y el parámetro transversal es s , con una cresta para $+\mathbf{b}(t)$ y la otra para $-\mathbf{b}(t)$. Las curvas 683c de la FIG. 42b serán curvas de cresta si se toma $s > 0$ para ambas crestas (con $s = 0$ para las curvas de cresta) y estas serán unas curvas de valle si $s < 0$ (con $s = 0$ para las curvas de valle en el presente caso). De forma más pertinente,

$$\mathbf{X}(t, s) = \mathbf{P}(t) + s(-\mathbf{n}(t) \pm \mathbf{b}(t)) \quad (5)$$

es la ecuación de la superficie de envolvente como una función de la ecuación de cresta $\mathbf{P}(t)$, y sus vectores normal y binormal. El parámetro s se extiende hasta el valor de s que se da en la parte inferior de la hendidura, en la que esta se junta con el punto correspondiente sobre la siguiente cresta.

El resultado de esta prueba de geometría diferencial es que cada uno de los planos de la FIG. 43 contribuye con las líneas gruesas 693 a la superficie de envolvente de la hendidura en V curvada. Las líneas gruesas 693 de la FIG. 43 representan, de hecho, el segundo término en la ecuación (5). Si las líneas sucesivas 693 se cruzan a medida que estas salen de puntos muy próximos, entonces la superficie de envolvente resultante puede tener ondulaciones o incluso cúspides (que son físicamente irrealizables). En la presente invención, cualquier anomalía matemática de este tipo estaría demasiado lejos de la curva de cresta para ser relevante.

La FIG. 44 es una vista en perspectiva de un filamento virtual 700, que comprende una sección de transferencia de espiral equiangular 701, hendiduras en V radiales 702, y una pared lateral cilíndrica 703. Por claridad, solo se muestran doce hendiduras en V, pero un dispositivo real puede tener muchas más. La utilidad de tales hendiduras es que posibilitan que el diseñador evite el uso de un reflector recubierto.

La FIG. 45 muestra un filamento virtual 710, que comprende una sección de transferencia 711 con hendiduras en V longitudinales, y una sección de eyección 703. Tal como se muestra en la FIG. 45, también pueden usarse unas hendiduras en V sobre la sección de transferencia de la presente invención, posibilitando que se use una forma cilíndrica.

5 Los intentos de mezclado de color preciso para hacer diferentes longitudes de onda a partir de chips tienen las mismas intensidades relativas en toda la luz que sale de la sección de eyección 12. Esto asegura que los espectadores verán solo el tono metamérico previsto y no cualquier color de los chips individuales. Anteriormente se han usado varillas de mezclado rectangulares para transformar el punto focal redondo de una lámpara elipsoidal en un rectángulo iluminado de manera uniforme, por lo general en proyectores de cine. En general, las varillas de mezclado poligonales funcionaban mejor con un número par de lados, en particular cuatro y seis. No obstante, con el mezclado de color para los LED, tales varillas son poco eficientes debido a que la mitad de la emisión lambertiana de un LED se escapará desde la base de la varilla.

15 Los siguientes ejemplos comparativos corrigen esta carencia mediante una conformación apropiada de su sección de transferencia. Esta conformación posibilita que se usen unas secciones transversales poligonales en la presente invención.

20 La FIG. 46 ilustra un filamento virtual 720, que comprende una sección de transferencia hexagonal 721 y una sección de eyección semiesférica 722. En el interior de un paquete 723 se encuentran un chip de LED de color rojo 723r, un chip de color verde 723g y un chip de color azul 723b. La sección de transferencia 721 comprende una sección inferior de expansión 721b, una sección media 721m con una sección transversal constante, y una sección superior de contracción 721u. La forma de las secciones 721b y 721u actúa para evitar el escape de rayos que permitiría una sección transversal constante si esta se extendiera por la totalidad de la longitud de la sección de transferencia 721. De forma similar a las hendiduras de la FIG. 44 y la FIG. 45, una sección de transferencia poligonal constituiría una desviación con respecto a la simetría rotacional completa.

30 La FIG. 47a es una vista lateral de un filamento virtual 730 que comprende un elipsoide fuera de eje de dieciséis lados 731, una sección de eyección cónica 732, y soportes de montaje 734. La FIG. 47b es una vista en perspectiva de la misma realización preferida, que también muestra una superficie superior de curva de ajuste de tipo *spline* 733. La FIG. 47c muestra el patrón de emisión de color azul (465 nanómetros) de esta realización preferida, a los diversos acimuts cilíndricos, un acimut a 0° que se indica mediante el número de referencia 735, un acimut a 45° que se indica mediante el número de referencia 736, un acimut a 90° que se indica mediante el número de referencia 737, y un acimut a 135° que se indica mediante el número de referencia 738, y tal como se indica en la leyenda en la esquina superior derecha. La FIG. 47d muestra el patrón de emisión de color verde (520 nanómetros) de esta realización preferida, a los diversos acimuts cilíndricos 735 - 738 y tal como se indica en la leyenda en la esquina superior derecha. La FIG. 47E muestra el patrón de emisión de color rojo (620 nanómetros) de esta realización preferida, a los diversos acimuts cilíndricos 735 - 738 y tal como se indica en la leyenda en la esquina superior derecha.

40 La FIG. 48a es una vista lateral de un filamento virtual 740 que comprende un elipsoide fuera de eje de dieciséis lados 741, una sección de eyección cónica 742, un collar cónico 744, y un conector cilíndrico 745. La FIG. 48b es una vista en perspectiva del mismo ejemplo 743. El objetivo del estrechamiento mediante el collar 744 es producir el patrón de emisión de 300° 747 que se muestra en la FIG. 48c.

45 La FIG. 49a es una vista lateral en despiece ordenado de un filamento virtual facetado 750 y de un paquete de LED tricolor 755 que está insertado en y ópticamente acoplado al filamento 750. Las secciones de transferencia más allá de la forma poligonal son desviaciones más complejas con respecto a la simetría circular. El filamento virtual 750 comprende una sección de salida abarcada por la flecha 751, una sección de transferencia 752 y soportes de montaje 753. El filamento virtual facetado 750 es una pieza individual de plástico, tal como acrílico, cuya superficie está cubierta por facetas planas 754. Los dos soportes de montaje 753 están diseñados para encontrarse próximos a las superficies exteriores del paquete de LED 755, para ayudar en la alineación y la unión del filamento virtual 750 al paquete 755. Se aplica un adhesivo a las paredes laterales internas de los soportes 753 para la unión con el paquete de LED 755. En este caso, la pared lateral interna de cada soporte 753 tiene una superficie que es sustancialmente paralela a la superficie de borde próxima del paquete de LED 755. Un acoplamiento óptico de la parte inferior del filamento virtual 750 con la superficie superior del paquete de LED 755 puede lograrse por varios medios, tales como el uso de adhesivos ópticos, geles ópticos de curado y no de curado (tal como los facilitados por Nye Optical Products de Fairhaven, Ma) o líquidos de adaptación de índice (tal como los facilitados por Cargille Laboratories de Cedar Grove, NJ).

60 La FIG. 49b es una vista en perspectiva de una parte en despiece ordenado que muestra el paquete de LED rectangular 755 retirado del filamento virtual 750. En el interior de la copa de reflector 757 se encuentran un chip de color rojo 758r, un chip de color verde 758g y un chip de color azul 758b. La copa 757 se carga con una resina epoxídica transparente (que no se muestra) hasta la parte superior 756 del paquete 755. La parte superior 756 se une ópticamente con la parte inferior del filamento virtual facetado 750. Esta configuración de tres chips puede usarse con la presente invención incorporando múltiples fuentes de luz. Los tres chips que se muestran también

podrían ser de color ámbar, de color rojo y de infrarrojos, adecuados para iluminadores compatibles con dispositivos de visión nocturna, y otras combinaciones.

- 5 Por lo general, la base de un filamento virtual de mezclado es más grande que la superficie de emisión del LED de RGB que la ilumina. En un ejemplo, el diámetro interior de la base de forma poligonal de dieciséis lados de la óptica de mezclado 750 es un 20 % más grande que el diámetro de la abertura de salida circular del LED de RGB 755. En caso de que el LED de RGB 755 tenga una abertura de salida no circular, la base del filamento virtual se hace lo bastante grande para cubrir por completo la abertura de salida del LED.
- 10 Aunque la invención dada a conocer en el presente documento se ha descrito por medio de realizaciones específicas y aplicaciones de las mismas, los expertos en la materia podrían hacer numerosas modificaciones y variaciones en las mismas sin apartarse del alcance de la invención tal como se expone en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo óptico para distribuir emisiones radiantes de un emisor de luz, comprendiendo el dispositivo óptico:
 - 5 una sección de transferencia (701); y
 - una sección de eyección (703) situada sobre la sección de transferencia (701), pudiendo dicha sección de transferencia accionarse para su colocación sobre un emisor de luz (22, 23, 24) y accionarse para transferir una emisión radiante desde dicho emisor de luz (22, 23, 24) a dicha sección de eyección (703), estando dicha
 - 10 sección de eyección conformada de tal modo que la emisión se redistribuye externamente en un ángulo sólido, caracterizado porque
 - dicha sección de eyección (703) tiene una superficie superior (690) que comprende una disposición radial de hendiduras en V,
 - en el que dicha sección de eyección (703) tiene una superficie superior con un perfil de una espiral equiangular con su centro en un borde superior de dicha sección de transferencia, de tal modo que las líneas de cresta (691)
 - 15 de las hendiduras en V se curvan hacia abajo hacia un punto central hundido de la superficie superior (690).
2. El dispositivo según la reivindicación 1, en el que dichas hendiduras en V subtienden ángulos rectos.
3. El dispositivo óptico según las reivindicaciones 1 a 2, en el que una superficie de dicha sección de transferencia
- 20 comprende una disposición de hendiduras en V.
4. El dispositivo según la reivindicación 3, en el que dicha sección de transferencia es un cilindro.
5. El dispositivo óptico según las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicha sección de transferencia es poligonal.
- 25 6. El dispositivo óptico según las reivindicaciones 1 a 5, en el que dicha sección de transferencia está facetada.

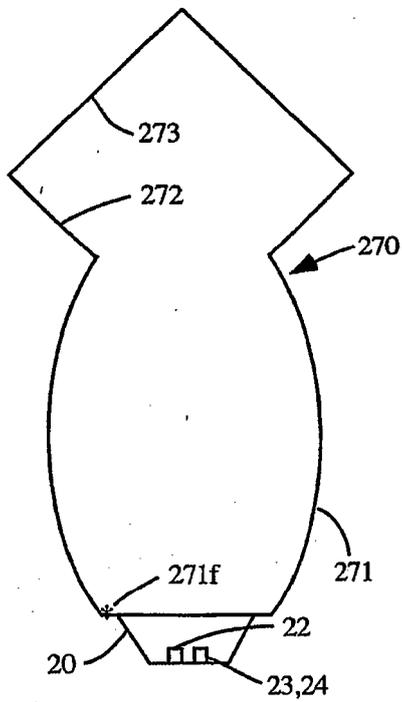


Fig. 1A

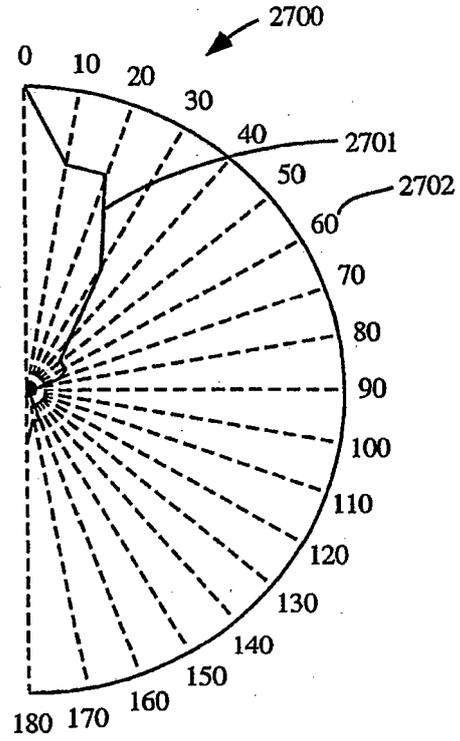


Fig. 1B

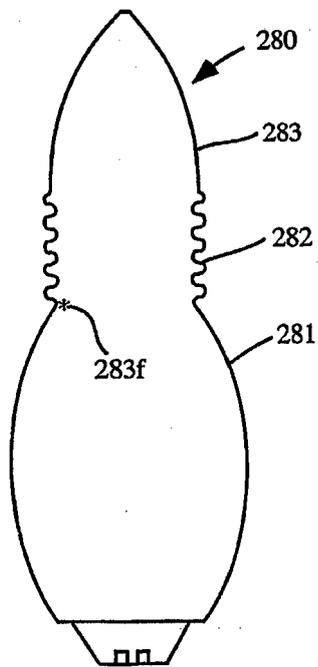


Fig. 2A

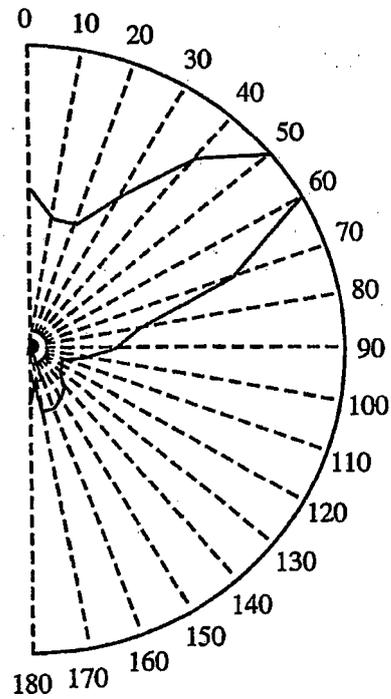


Fig. 2B

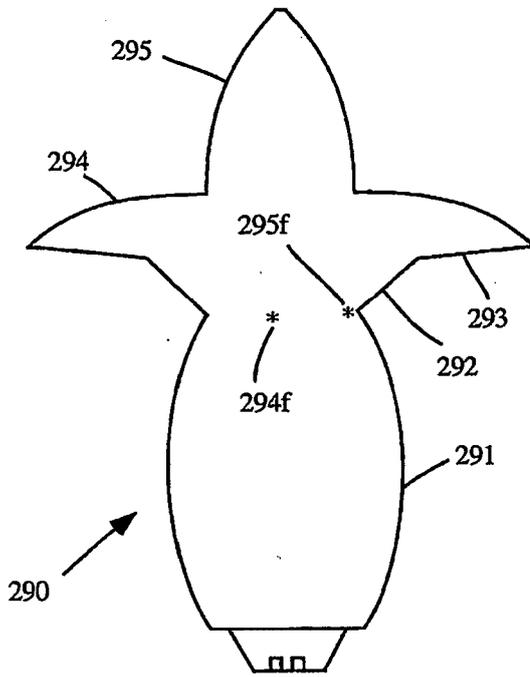


Fig. 3A

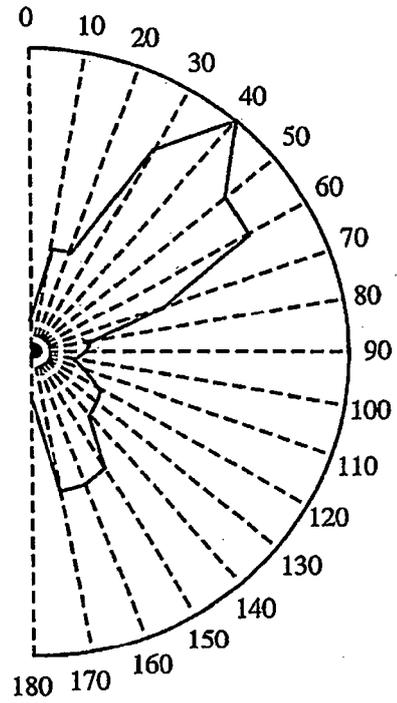


Fig. 3B

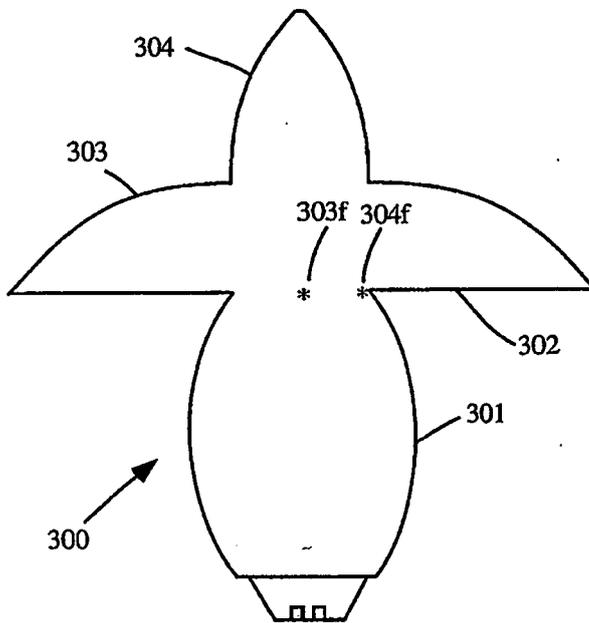


Fig. 4A

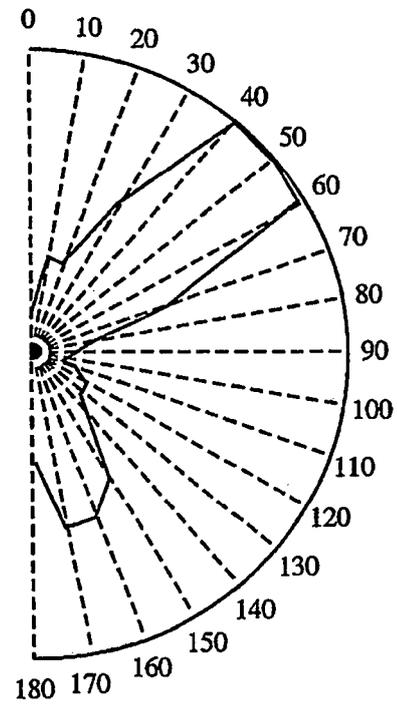


Fig. 4B

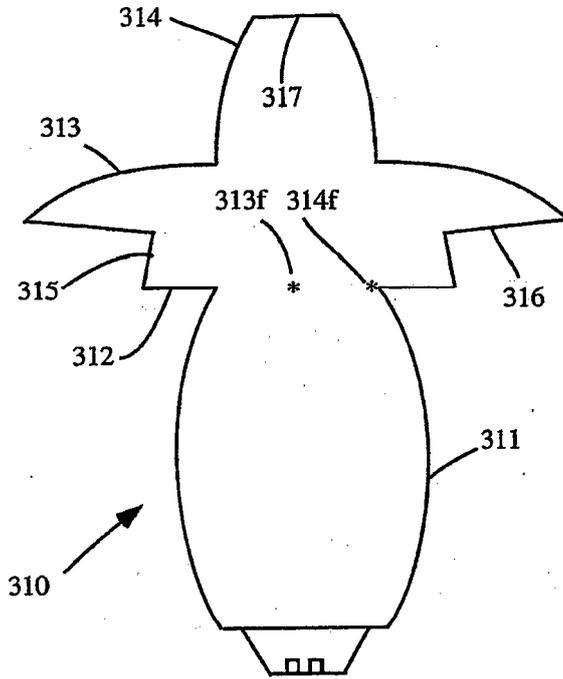


Fig. 5A

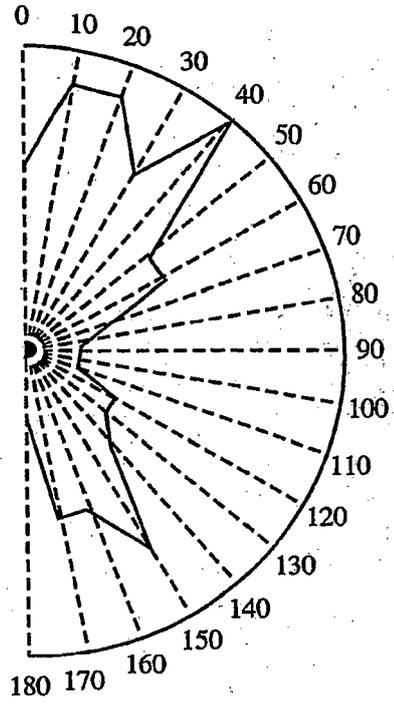


Fig. 5B

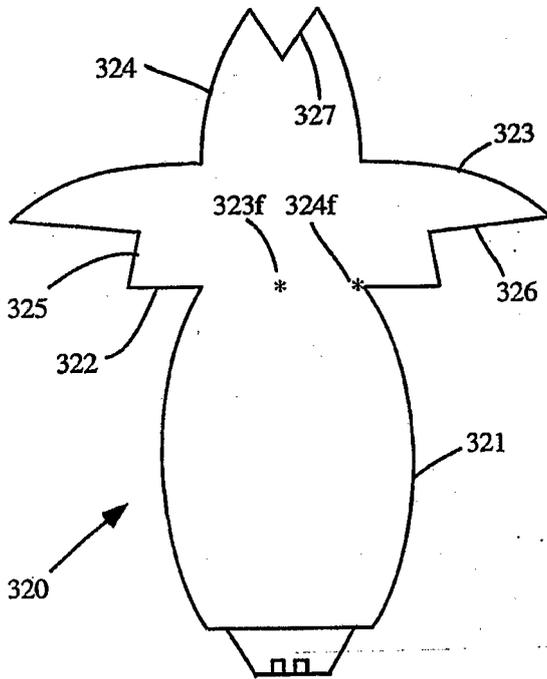


Fig. 6A

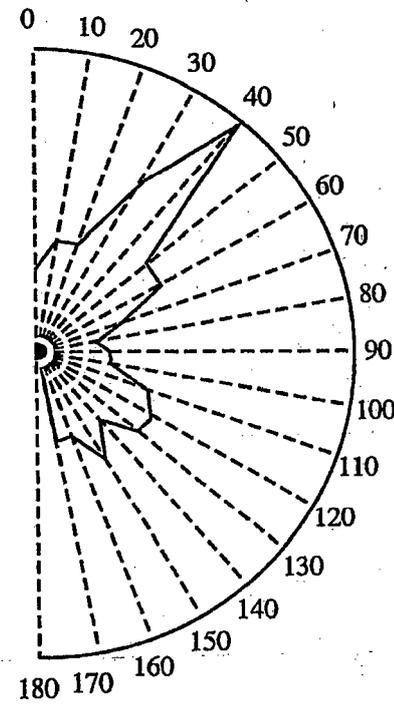


Fig. 6B

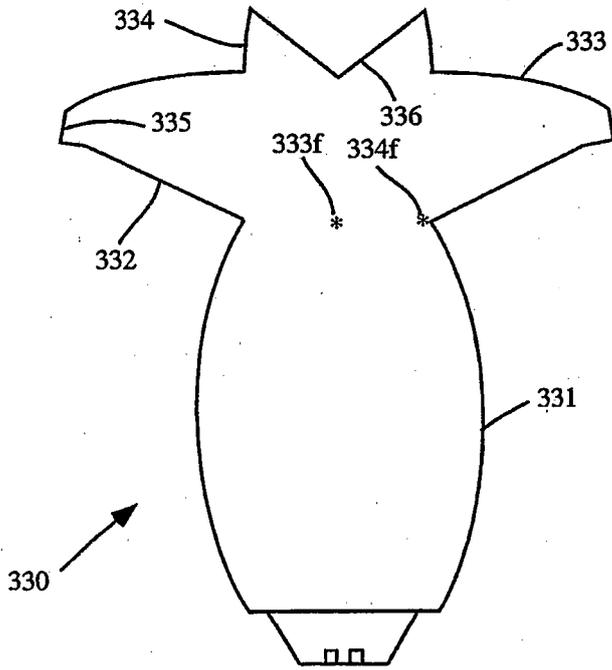


Fig. 7A

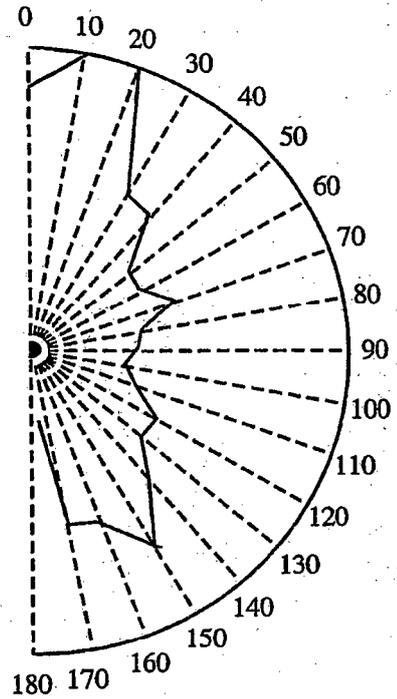


Fig. 7B

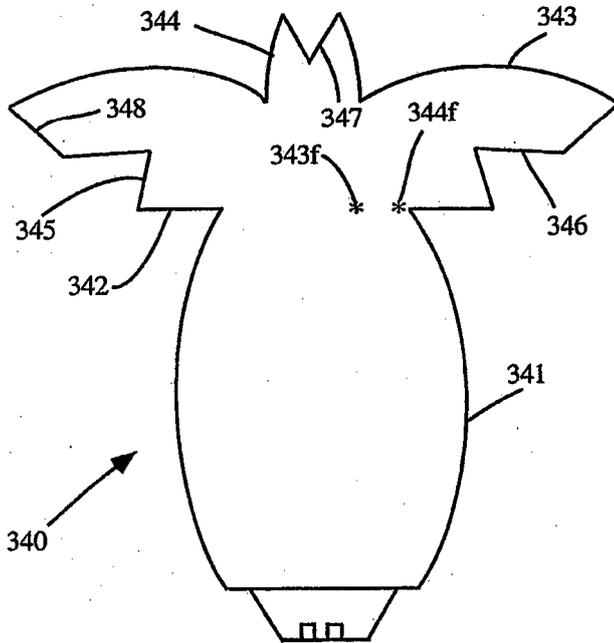


Fig. 8A

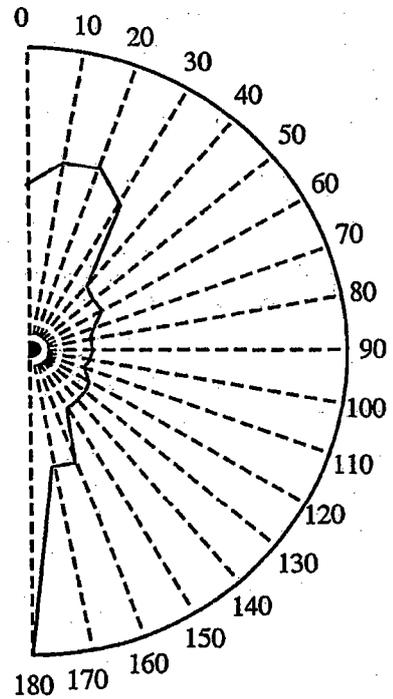


Fig. 8B

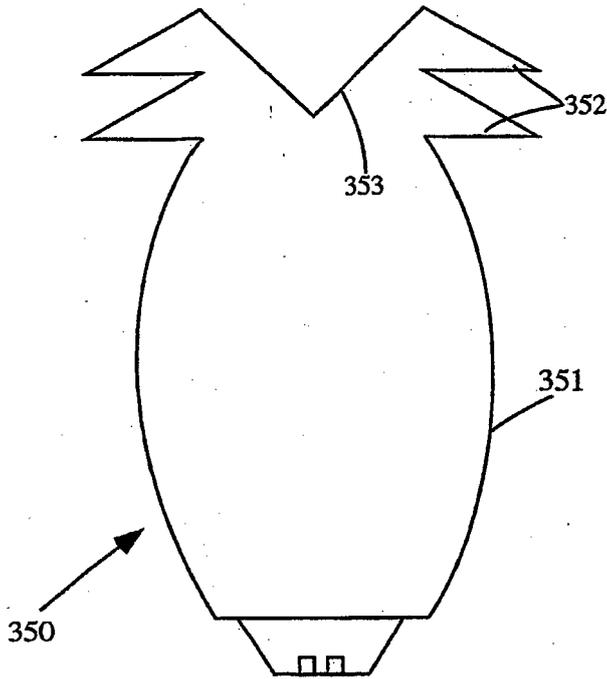


Fig. 9A

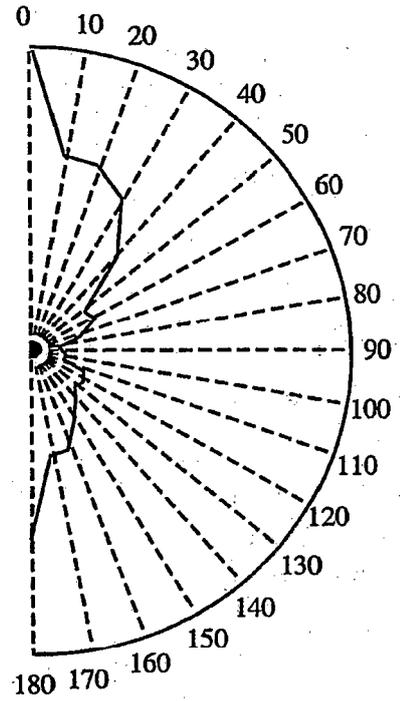


Fig. 9B

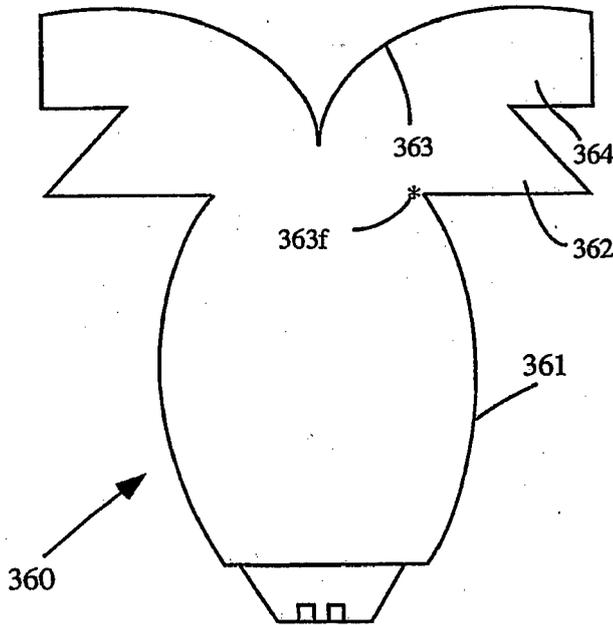


Fig. 10A

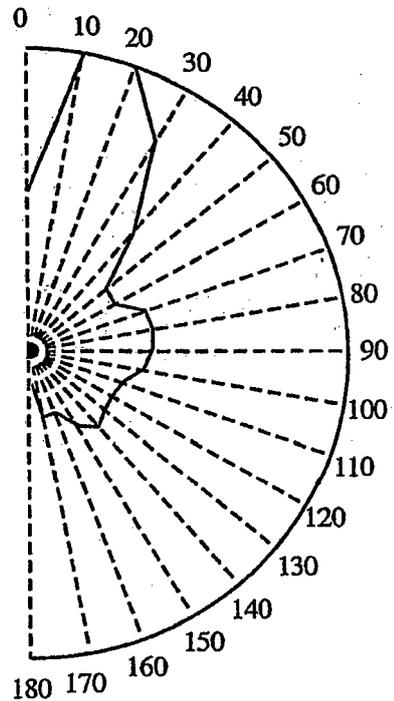


Fig. 10B

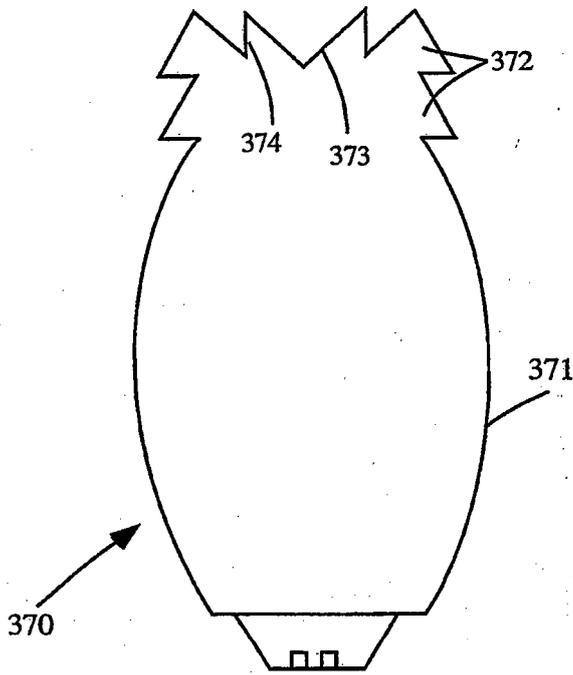


Fig. 11A

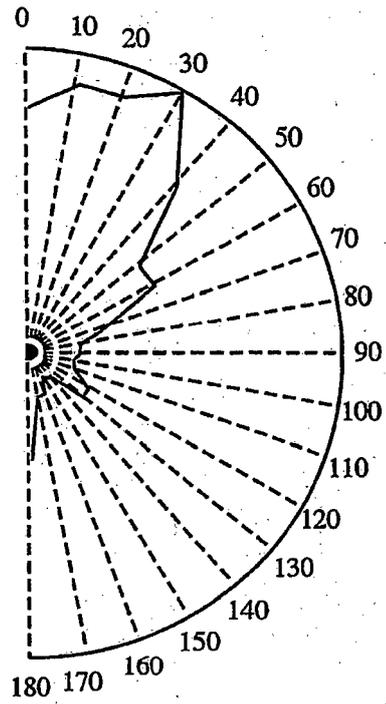


Fig. 11B

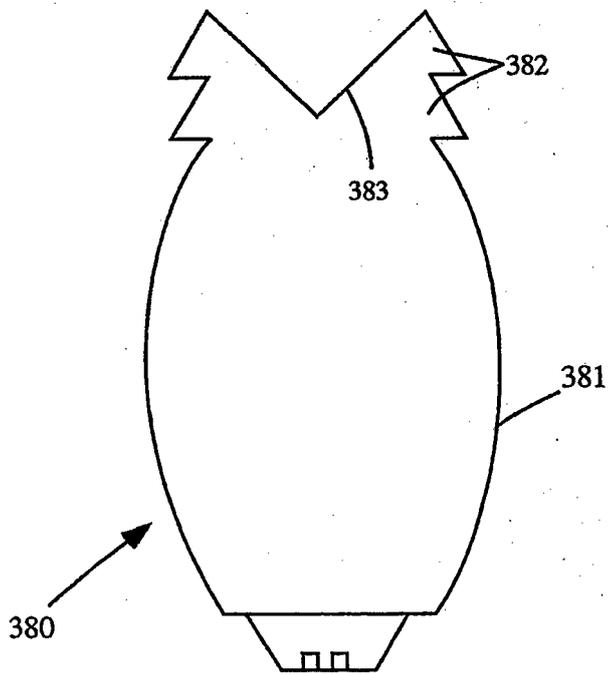


Fig. 12A

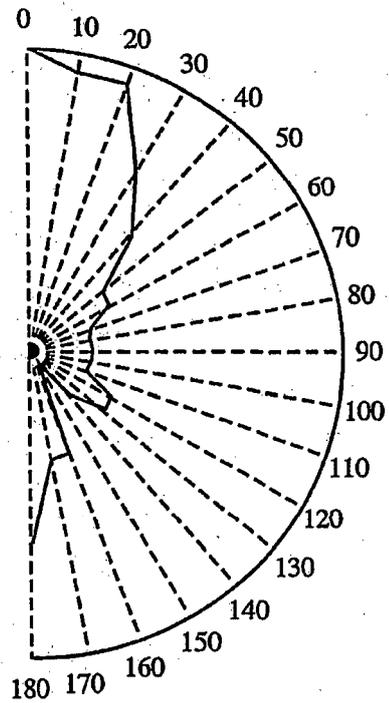


Fig. 12B

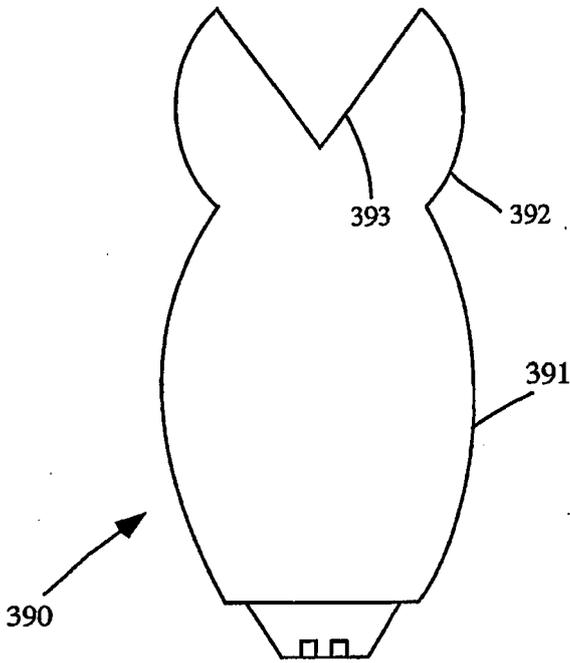


Fig. 13A

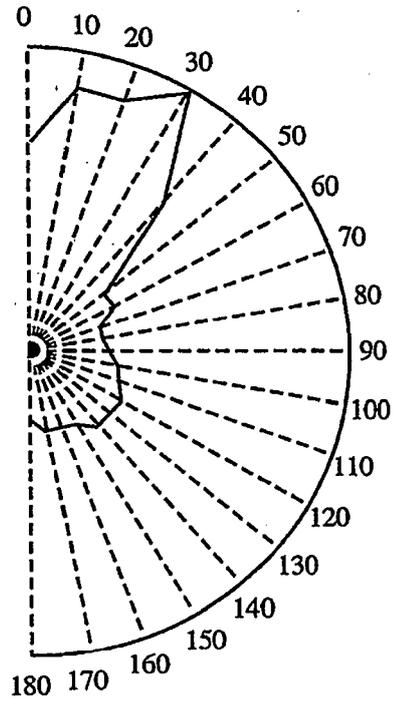


Fig. 13B

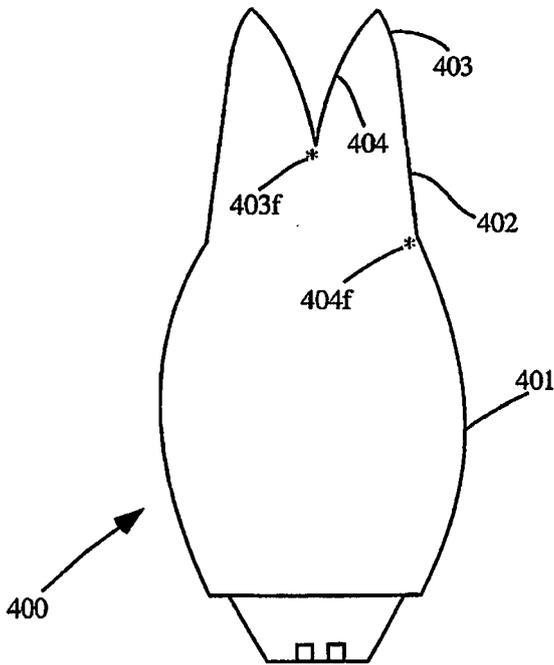


Fig. 14A

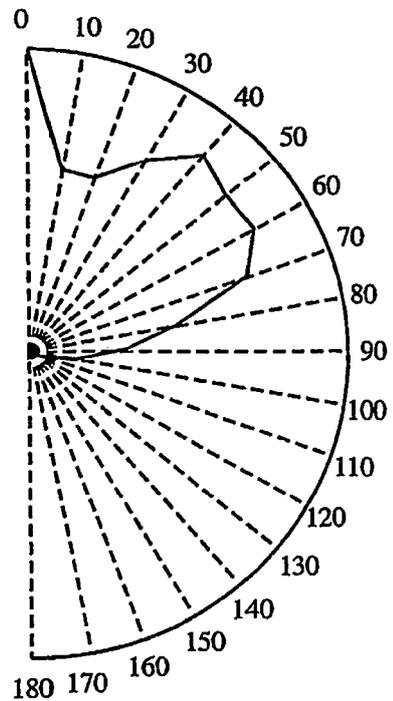


Fig. 14B

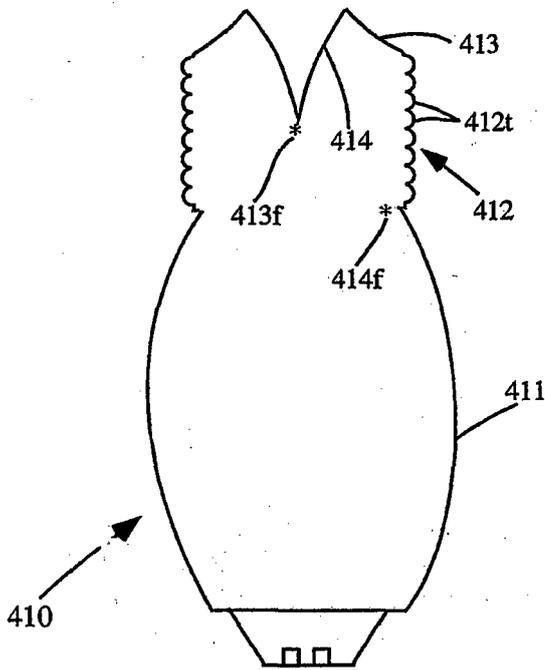


Fig. 15A

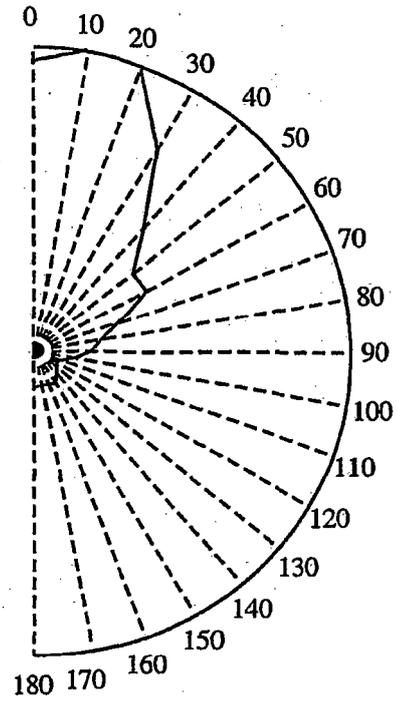


Fig. 15B

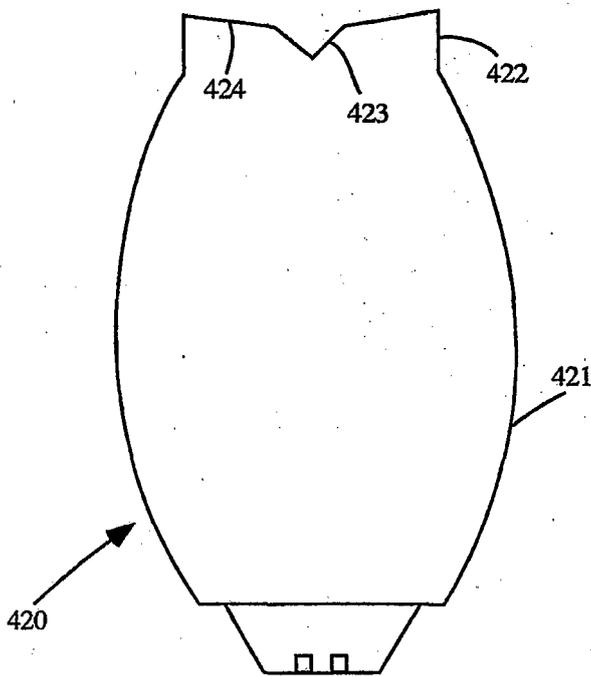


Fig. 16A

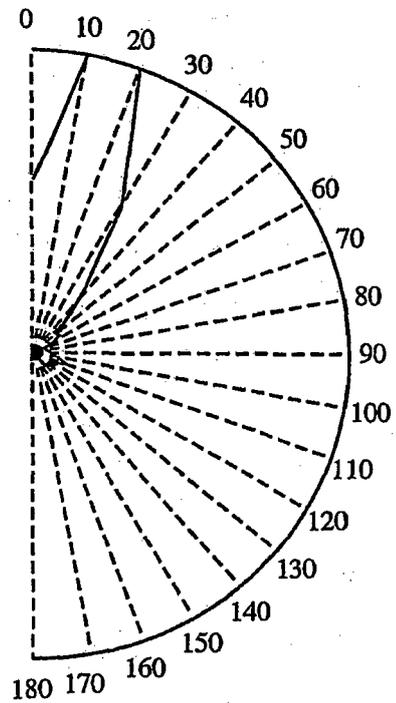


Fig. 16B

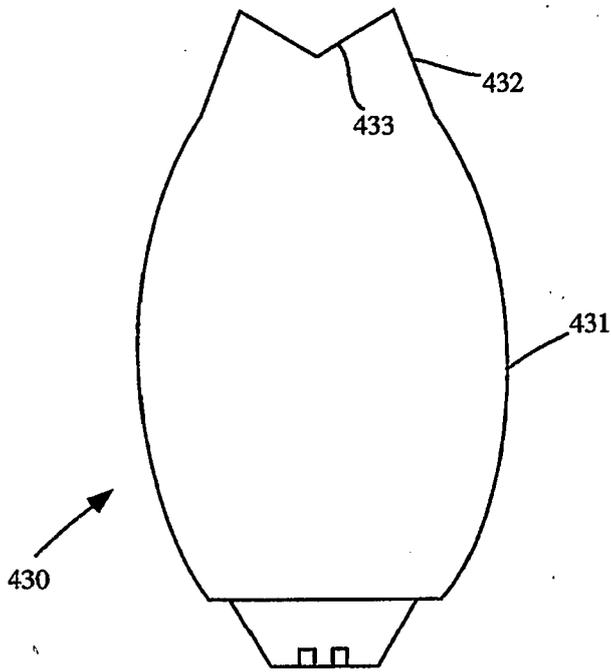


Fig. 17A

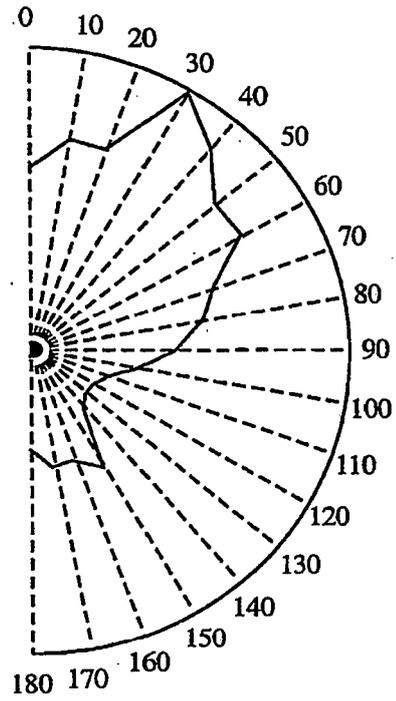


Fig. 17B

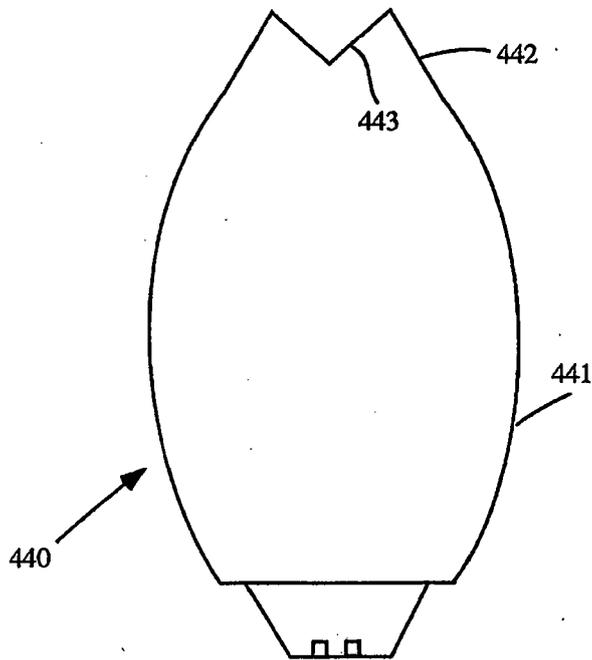


Fig. 18A

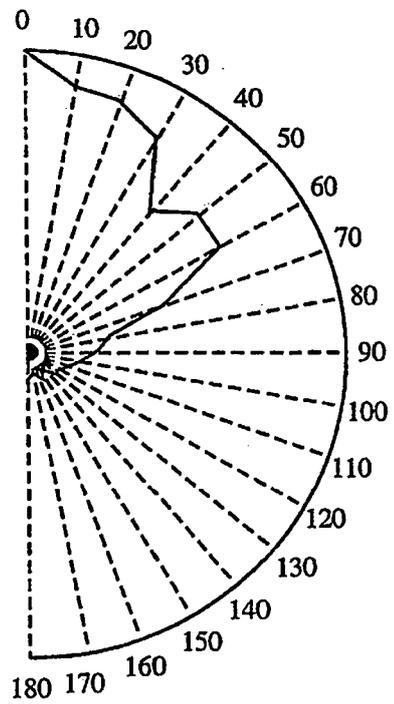


Fig. 18B

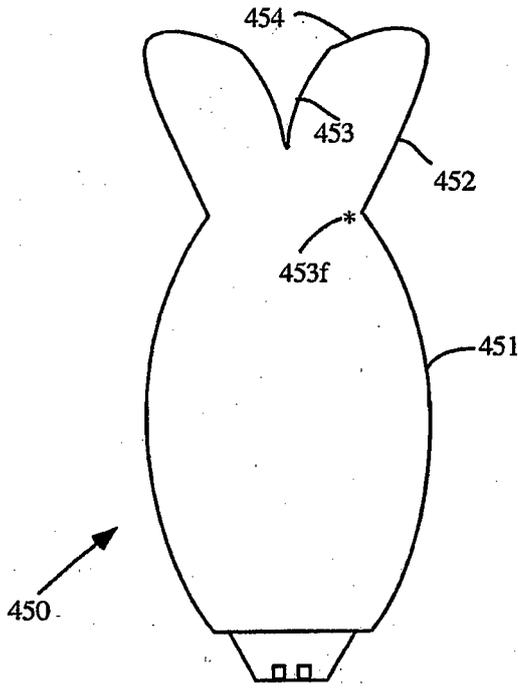


Fig. 19A

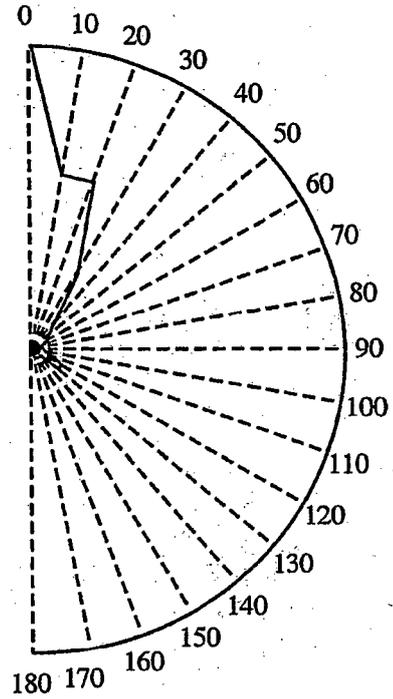


Fig. 19B

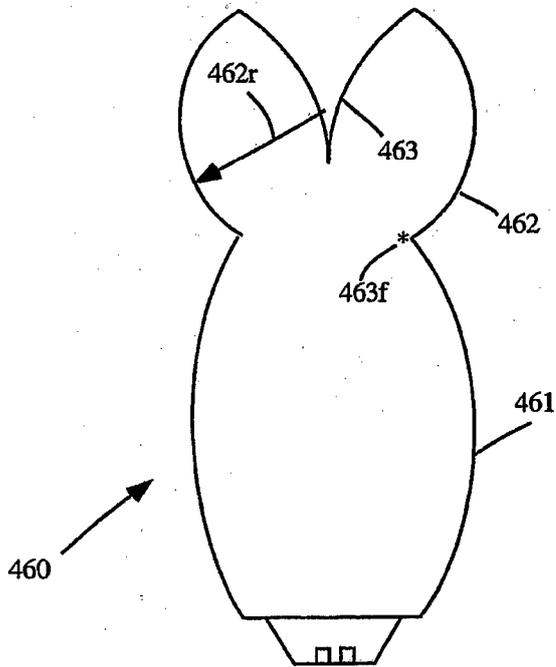


Fig. 20A

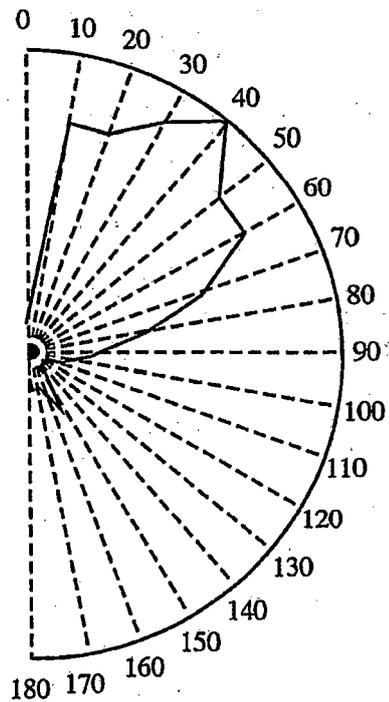


Fig. 20B

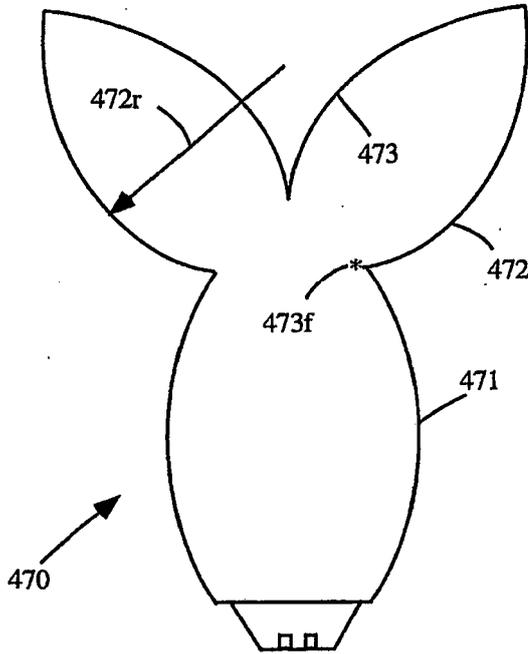


Fig. 21A

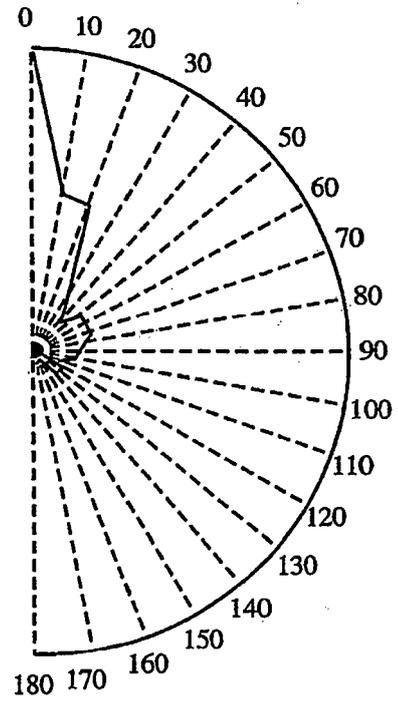


Fig. 21B

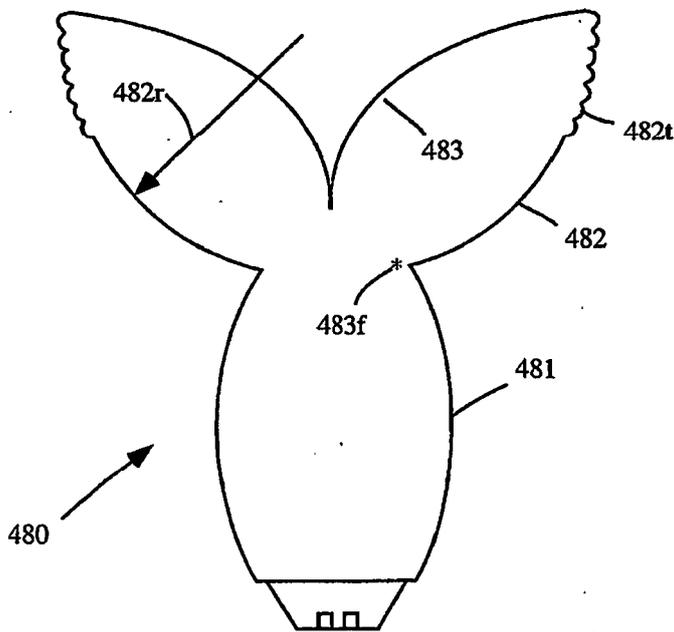


Fig. 22A

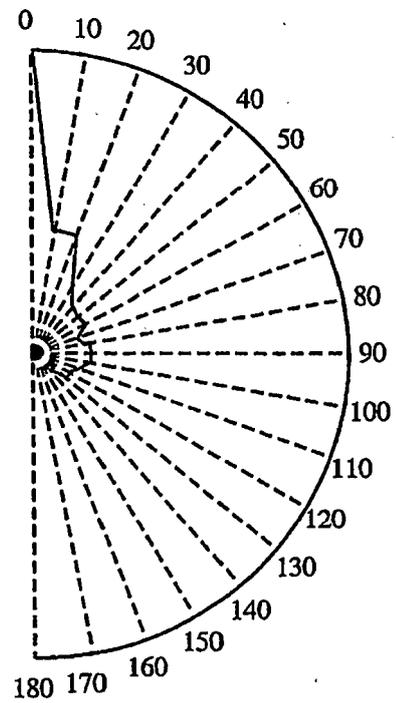


Fig. 22B

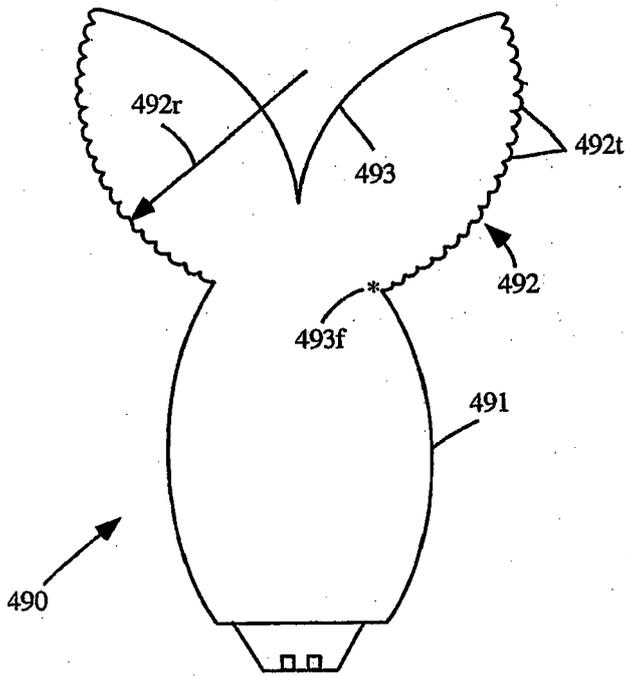


Fig. 23A

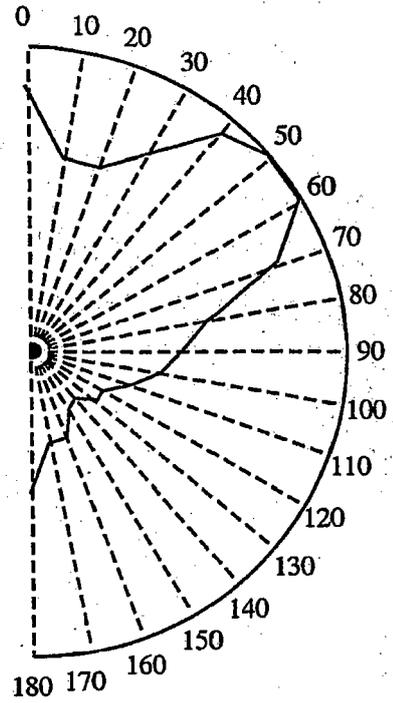


Fig. 23B

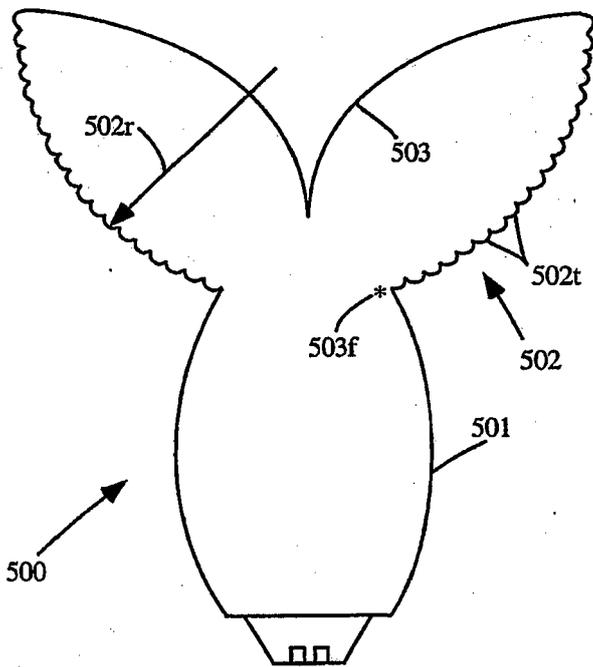


Fig. 24A

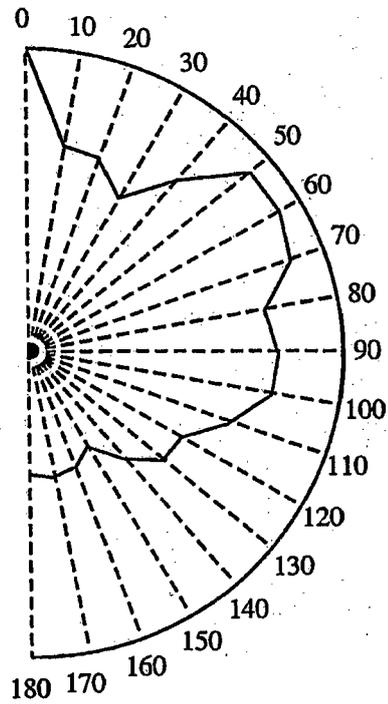


Fig. 24B

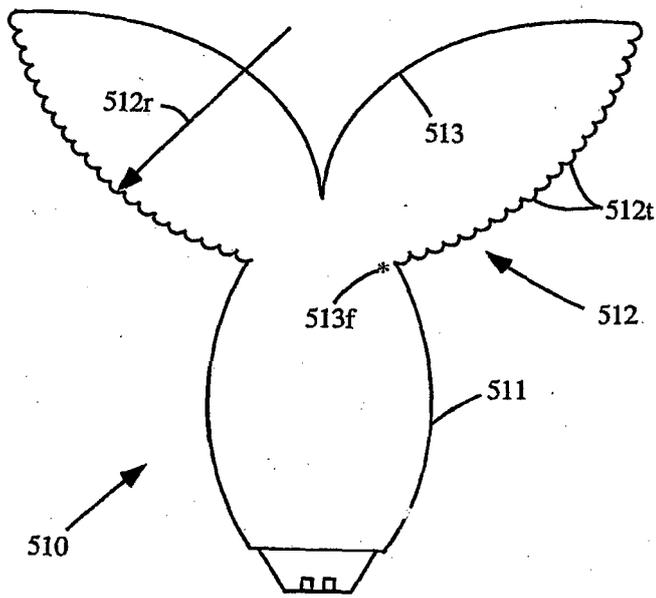


Fig. 25A

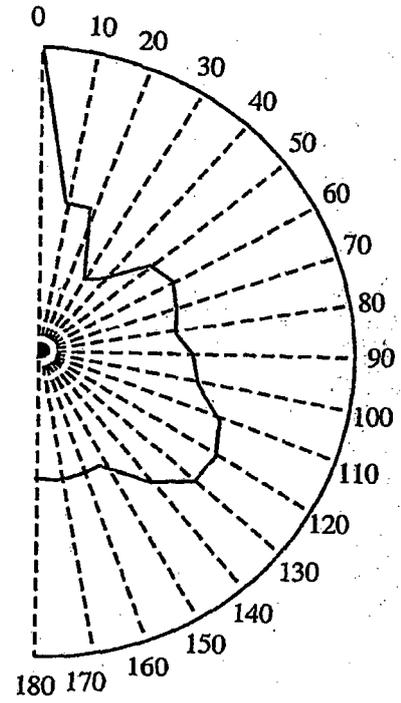


Fig. 25B

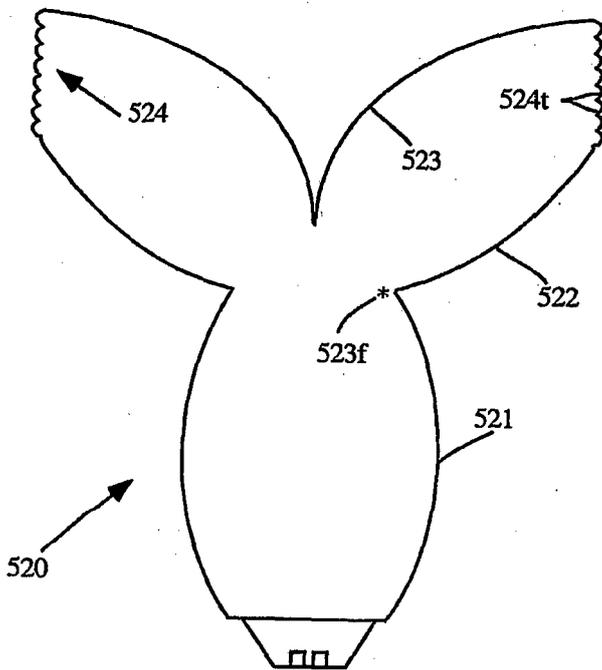


Fig. 26A

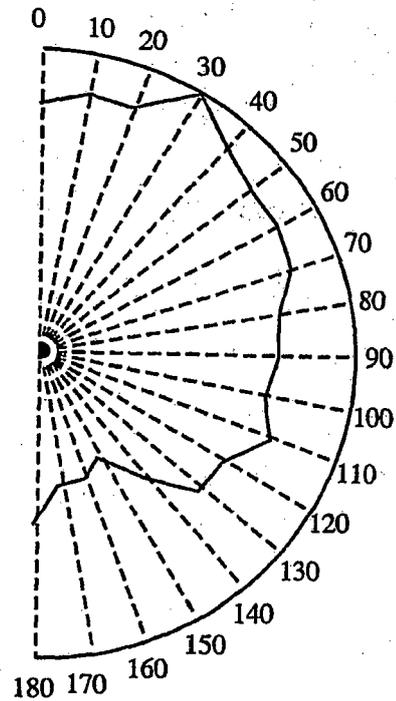


Fig. 26B

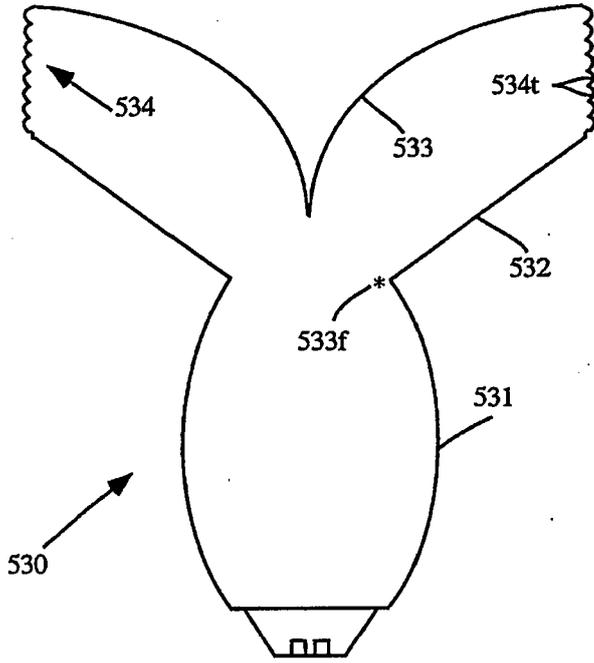


Fig. 27A

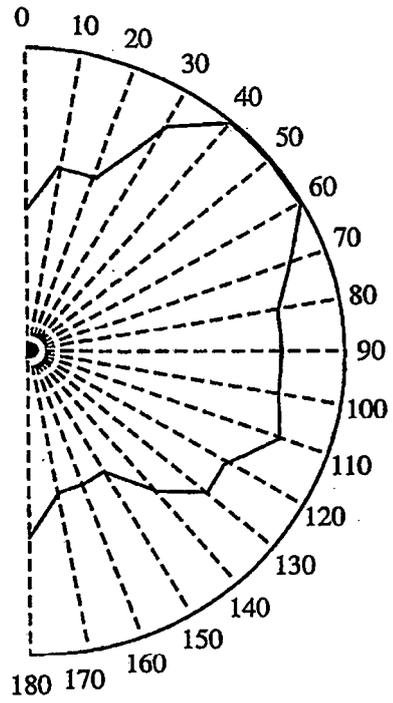


Fig. 27B

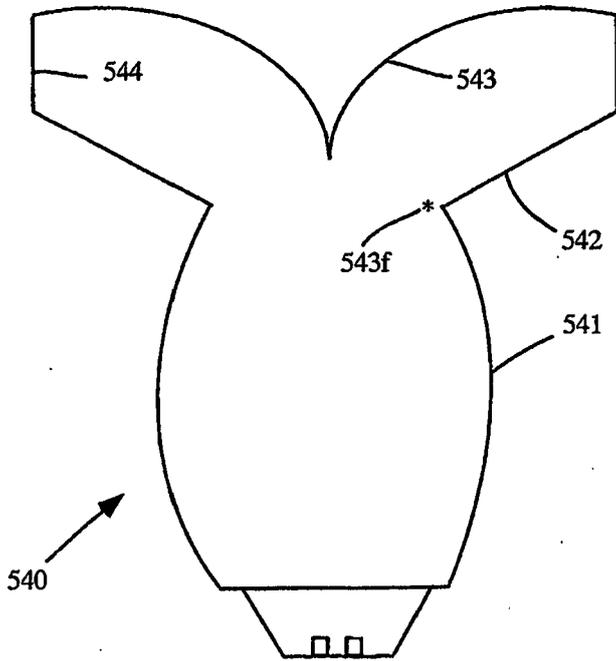


Fig. 28A

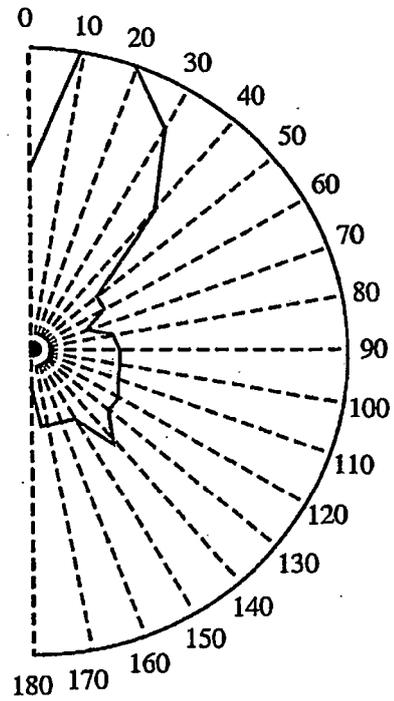


Fig. 28B

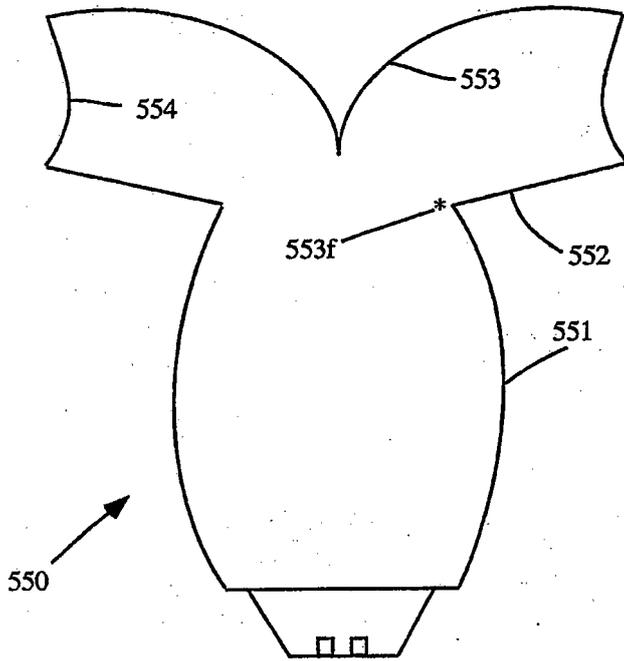


Fig. 29A

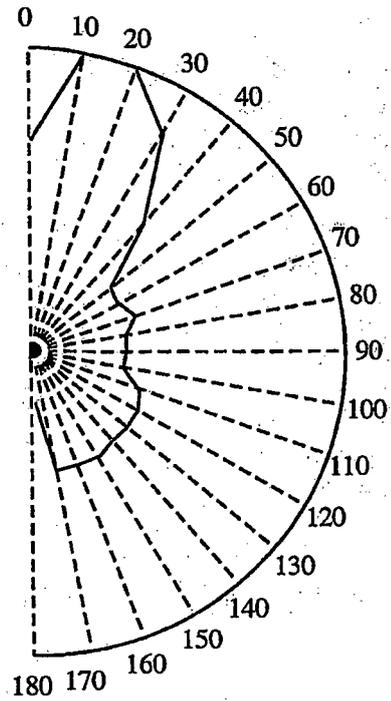


Fig. 29B

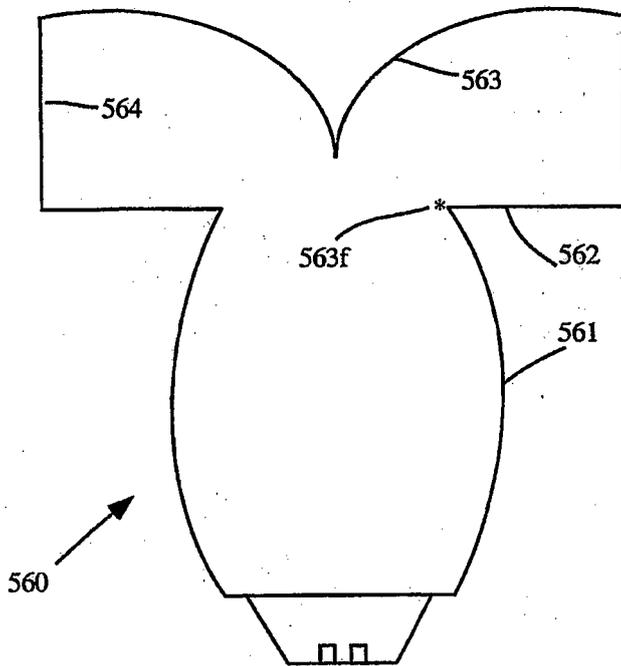


Fig. 30A

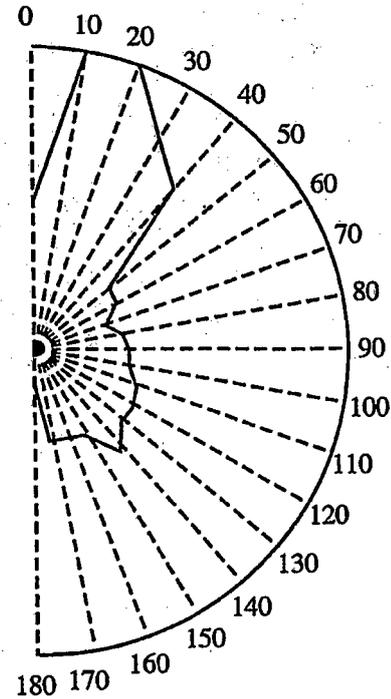


Fig. 30B

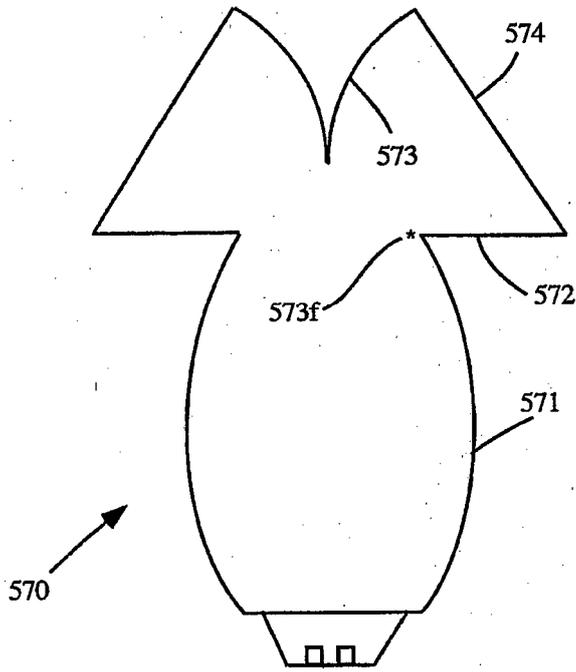


Fig. 31A

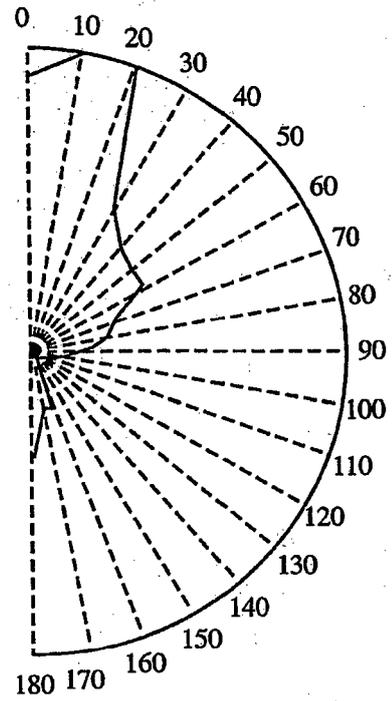


Fig. 31B

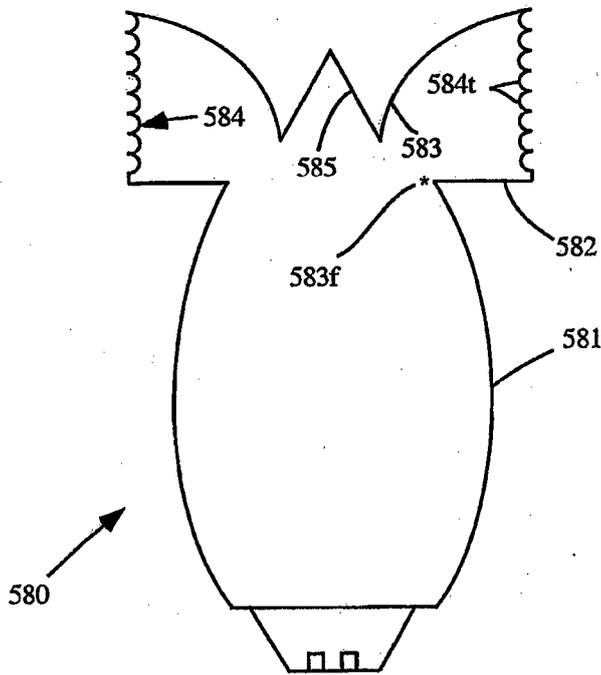


Fig. 32A

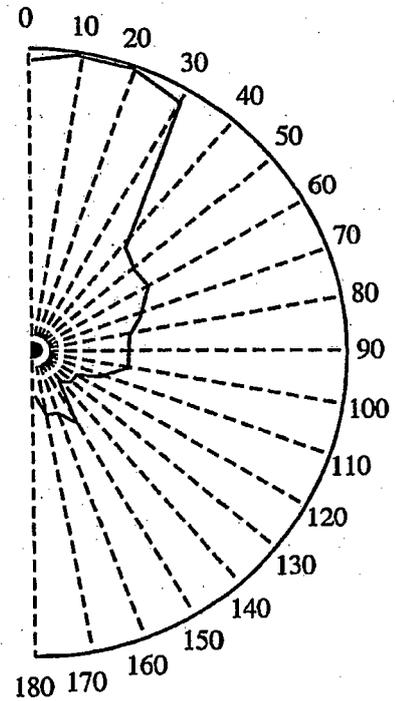


Fig. 32B

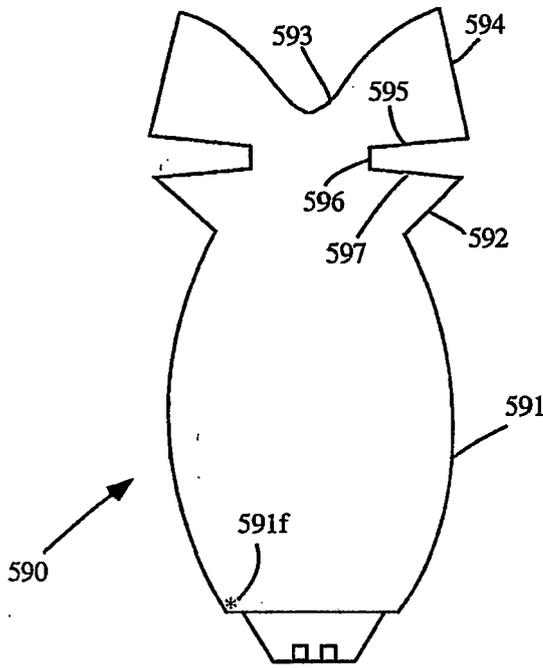


Fig. 33A

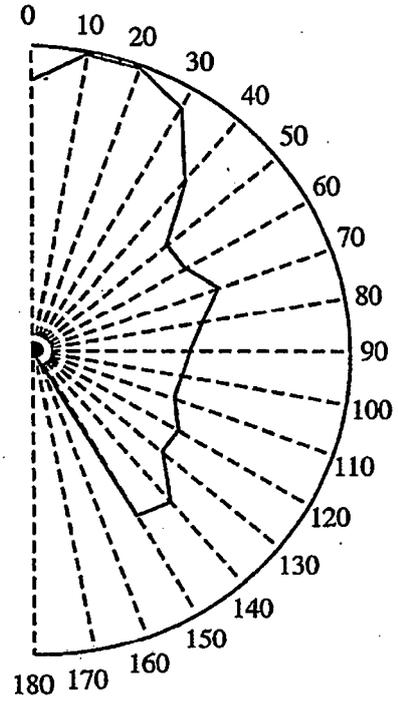


Fig. 33B

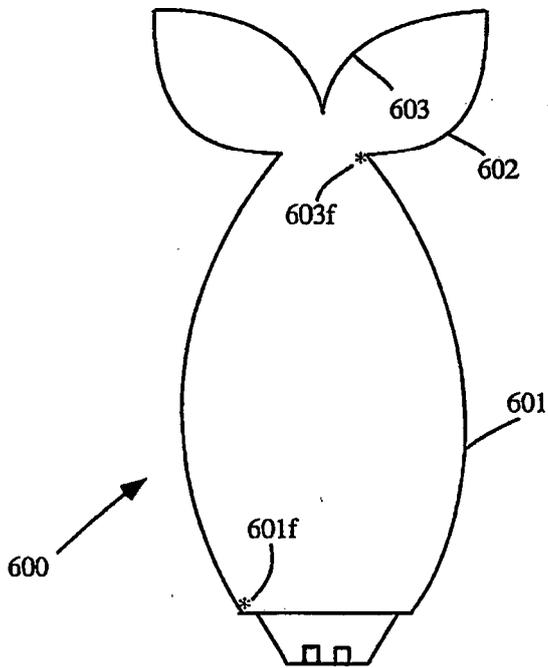


Fig. 34A

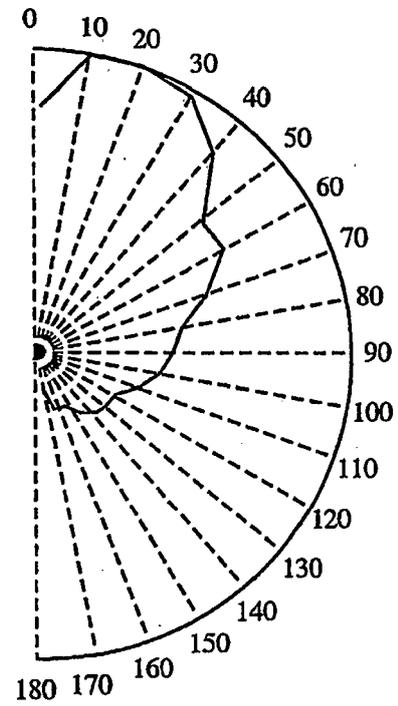


Fig. 34B

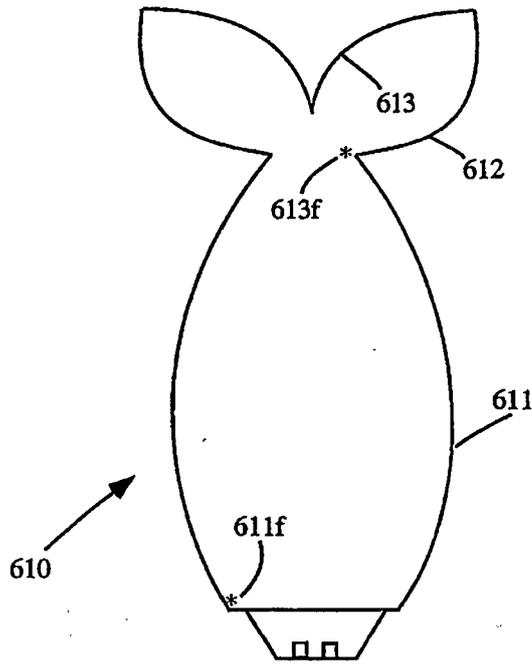


Fig. 35A

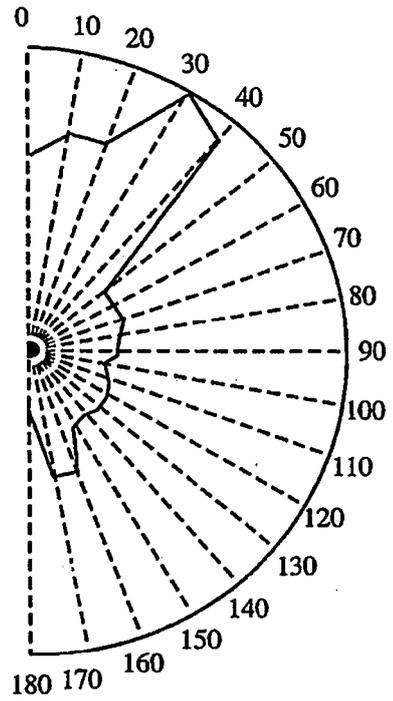


Fig. 35B

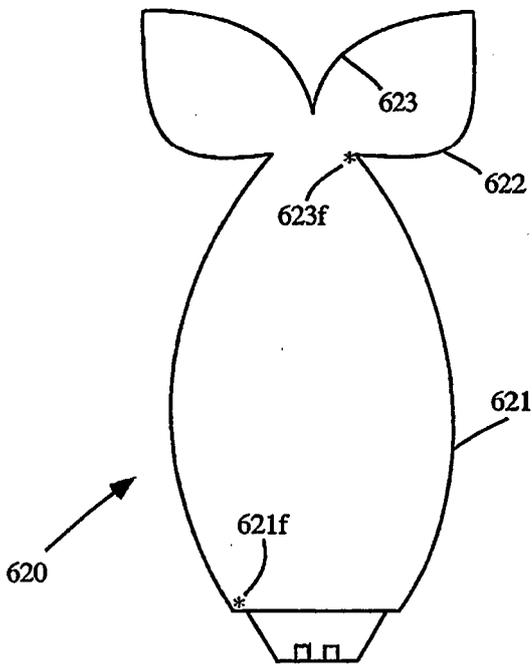


Fig. 36A

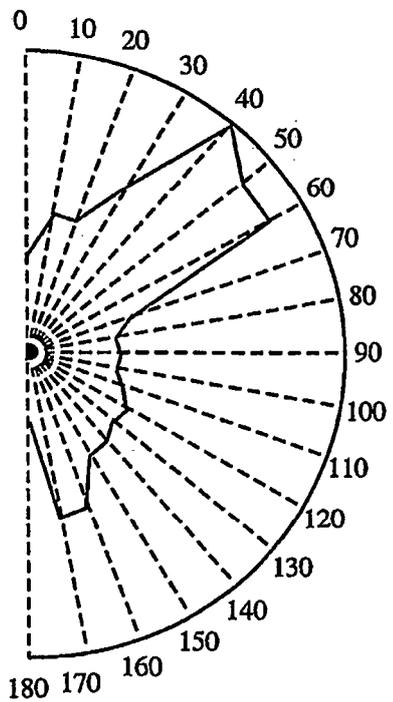


Fig. 36B

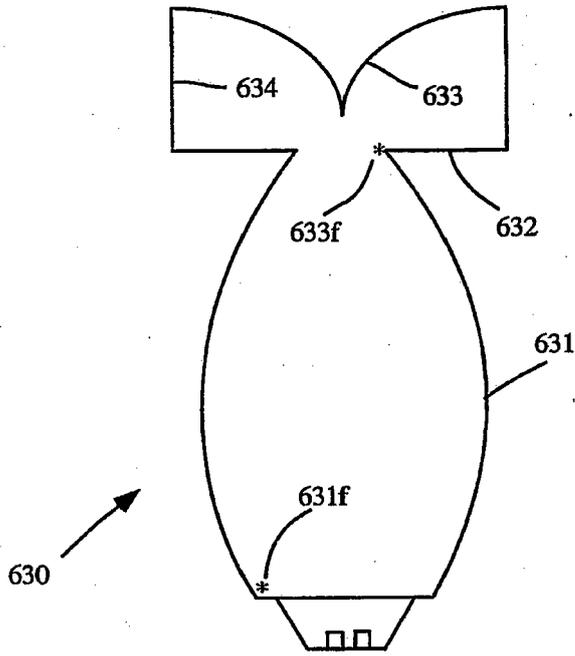


Fig. 37A

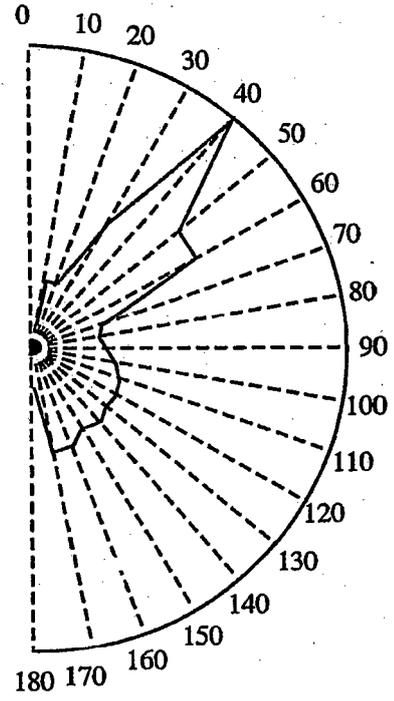


Fig. 37B

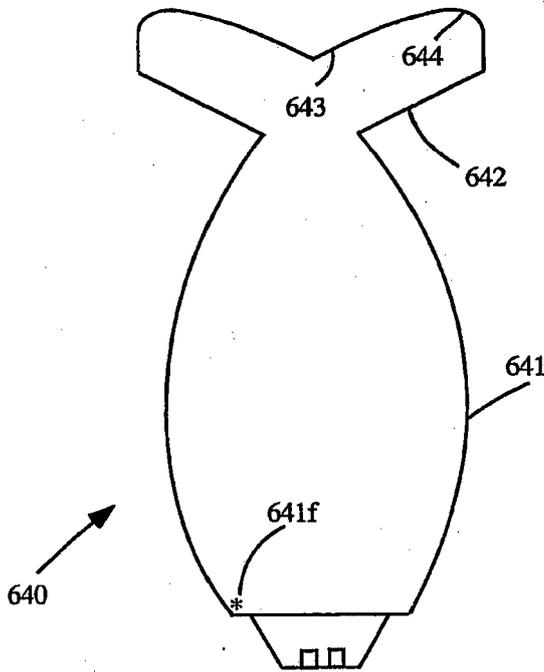


Fig. 38A

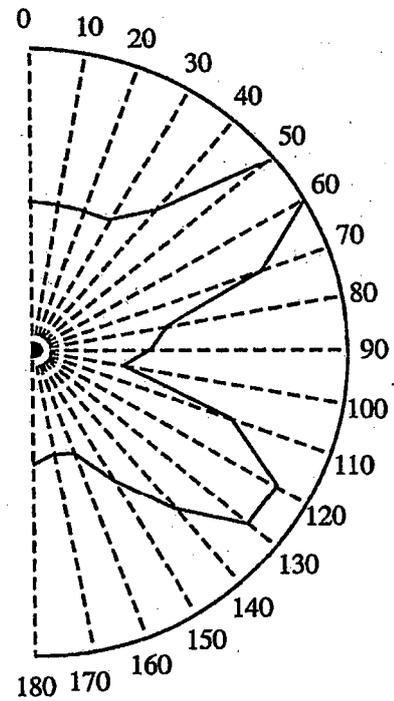


Fig. 38B

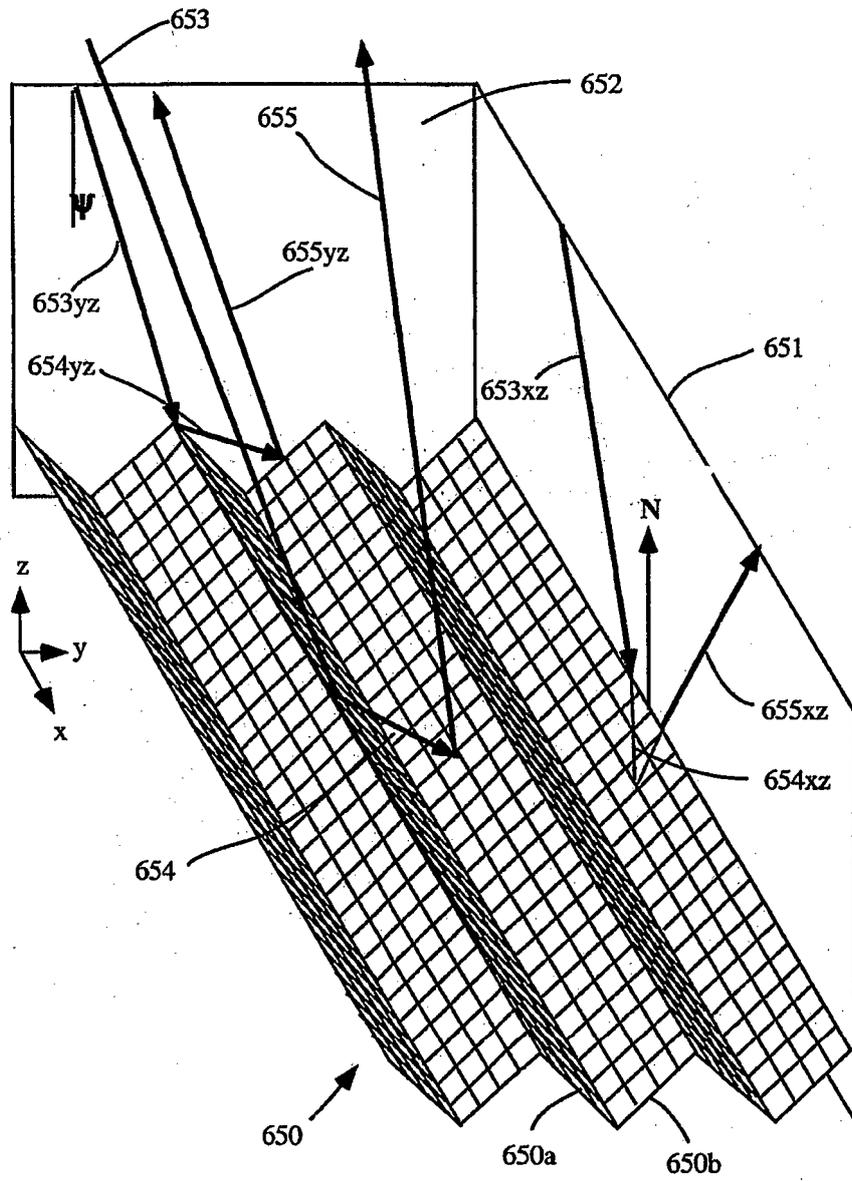


Fig. 39

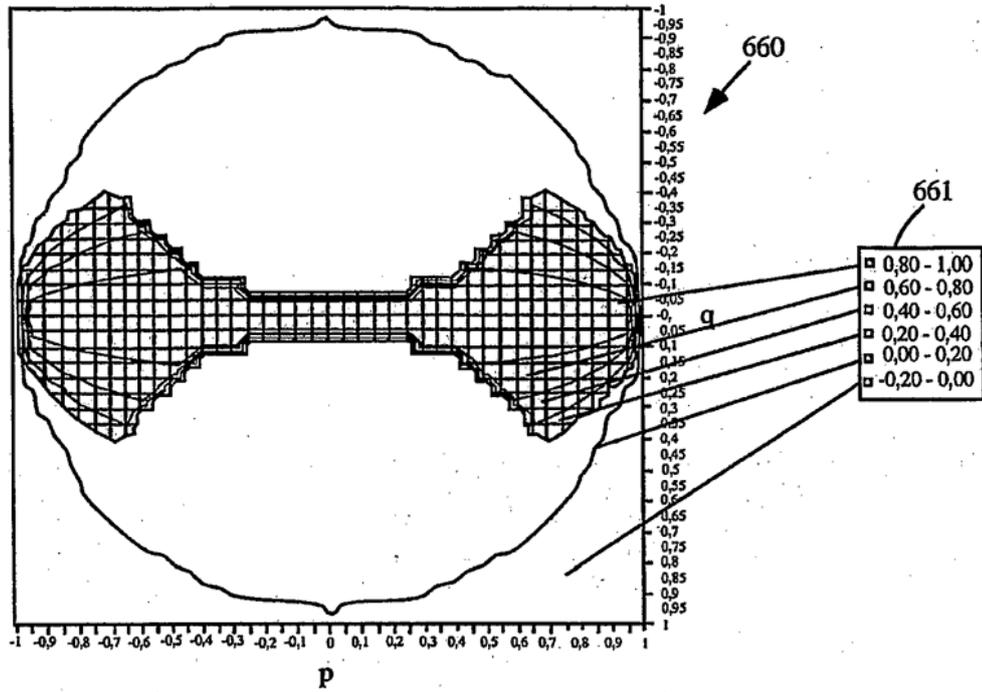


Fig. 40

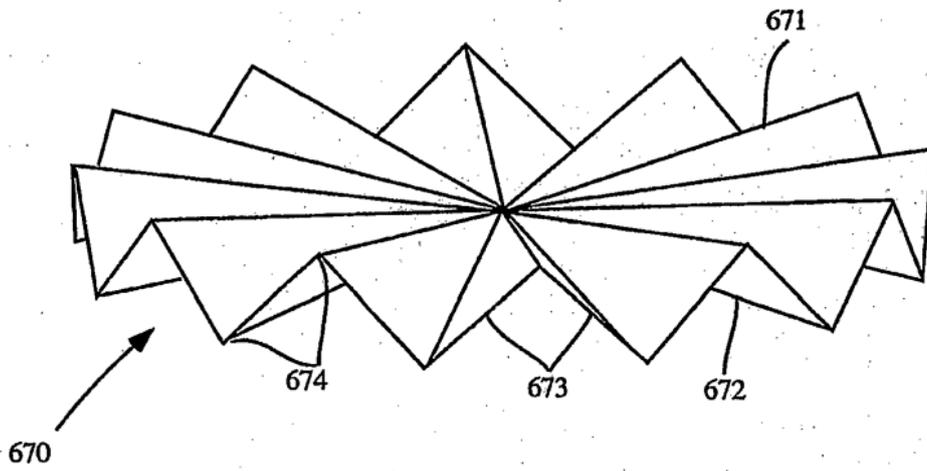


Fig. 41

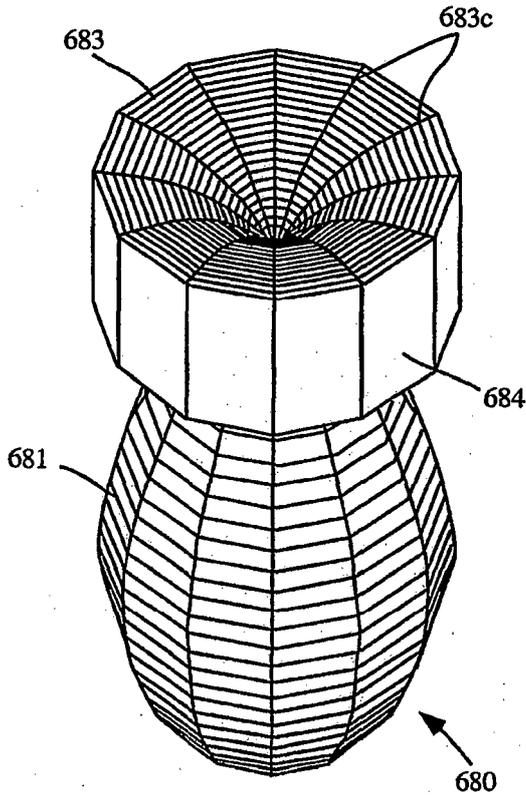


Fig. 42A

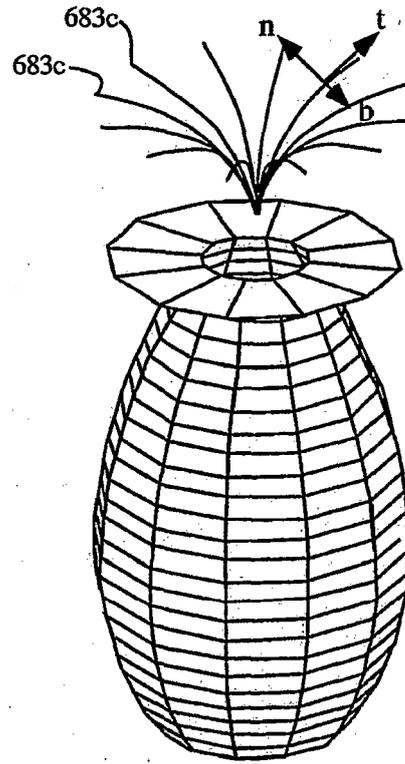


Fig. 42B

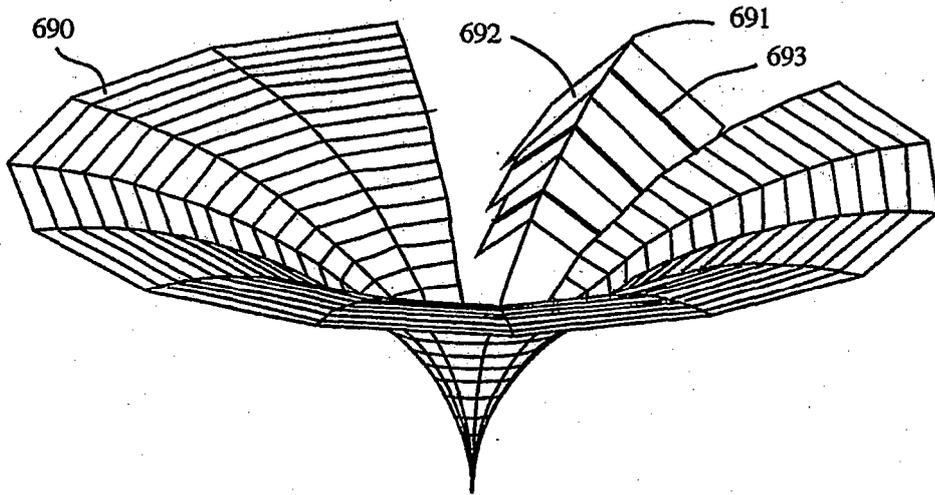


Fig. 43

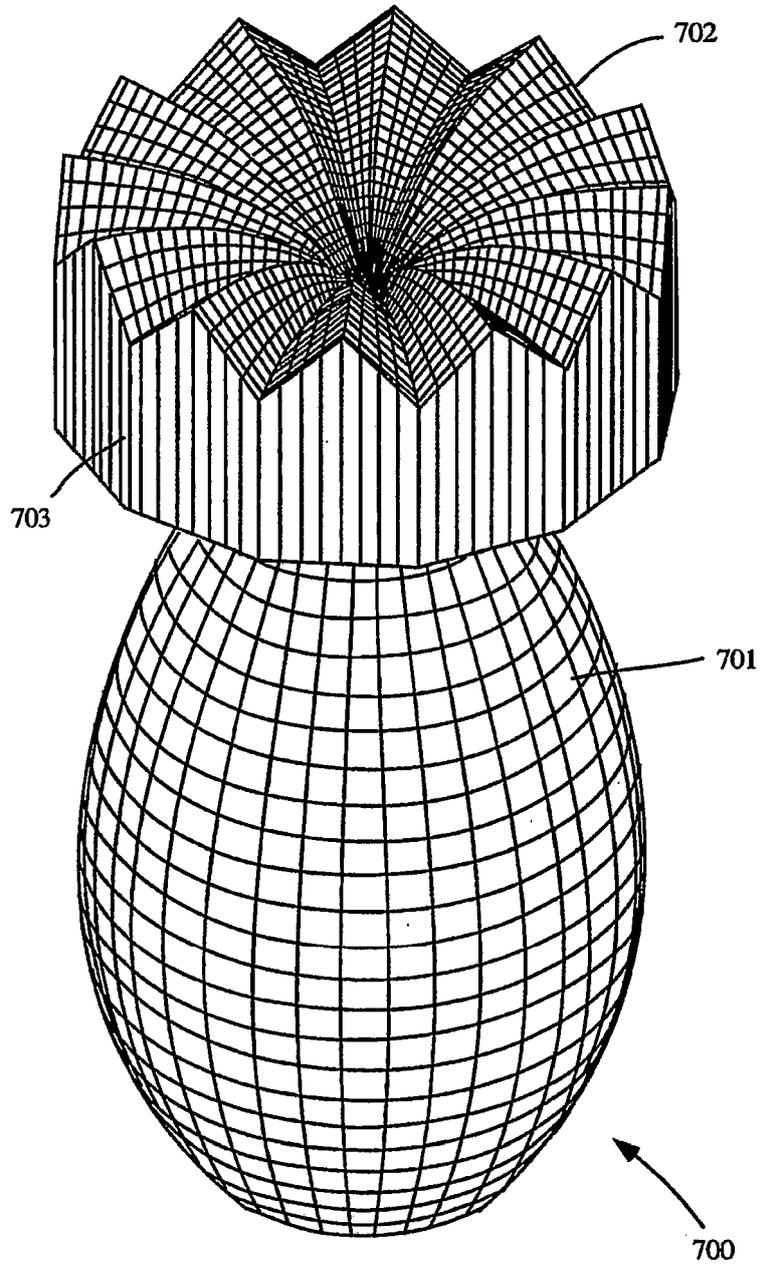


Fig. 44

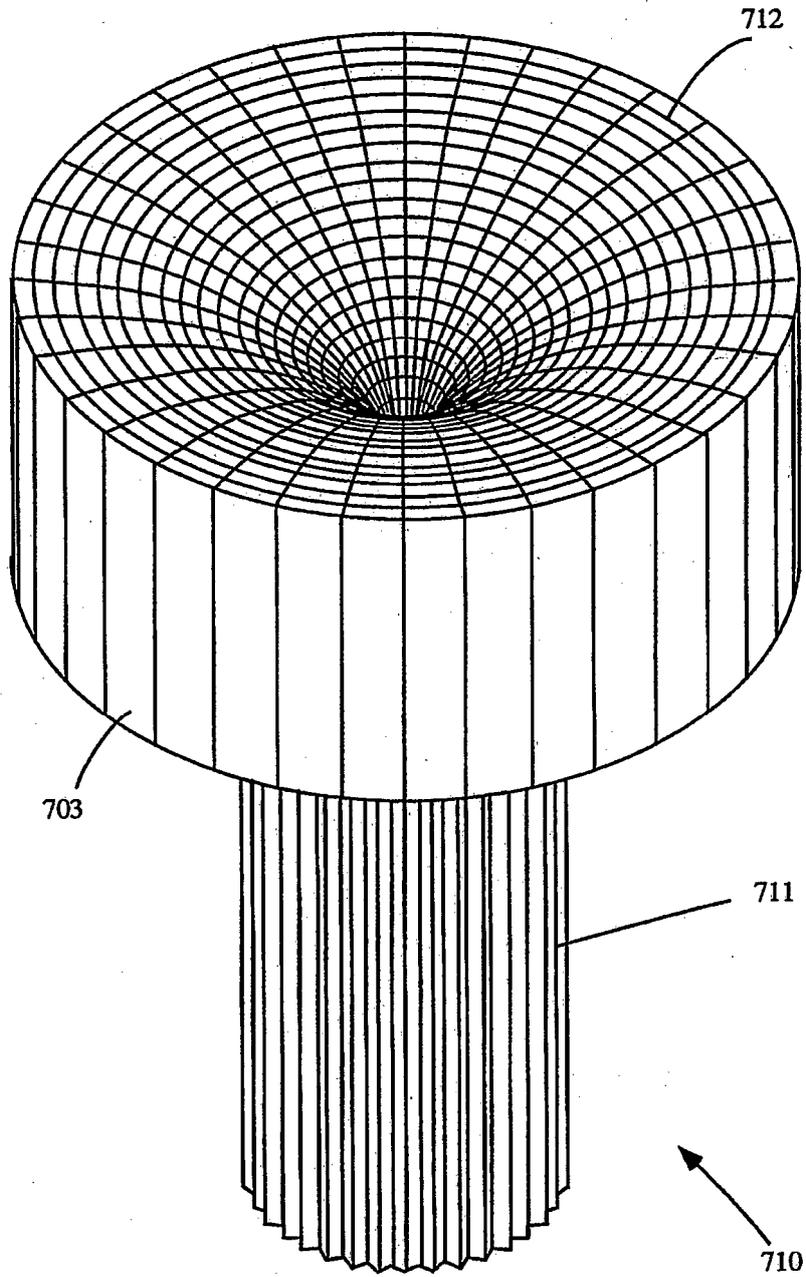


Fig. 45

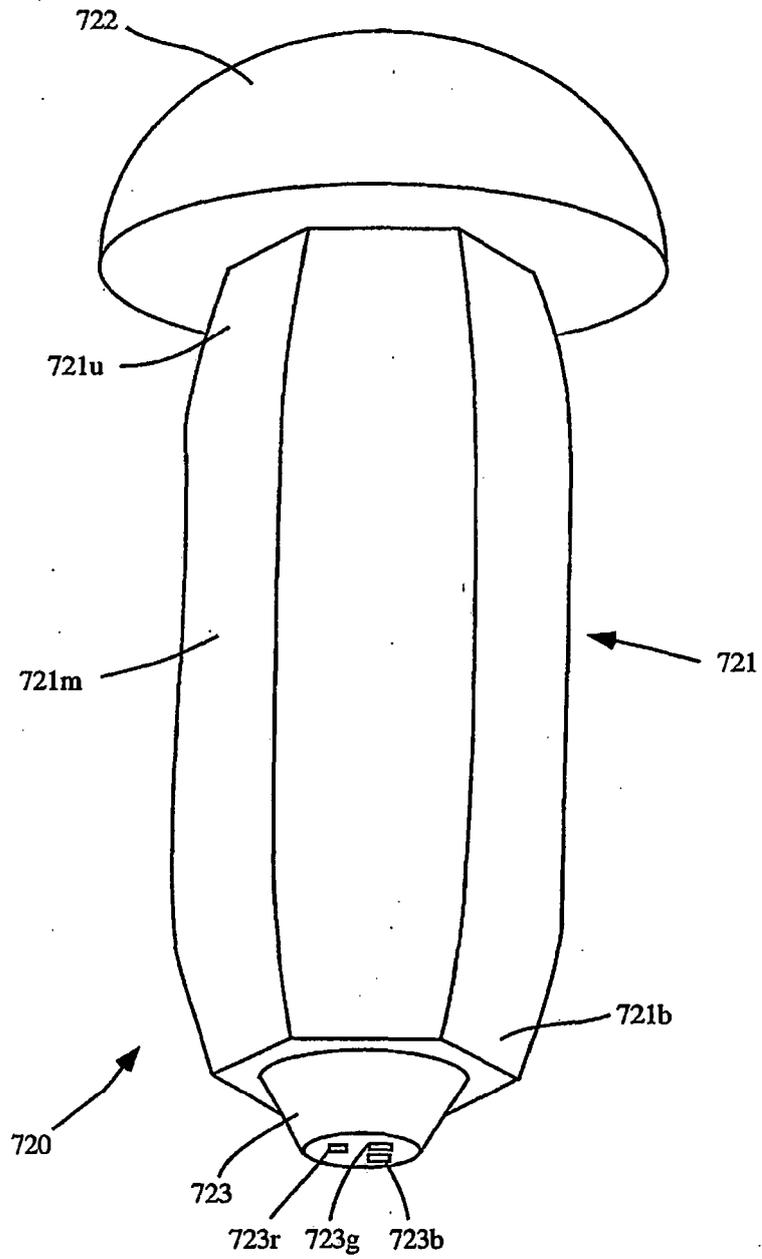


Fig. 46

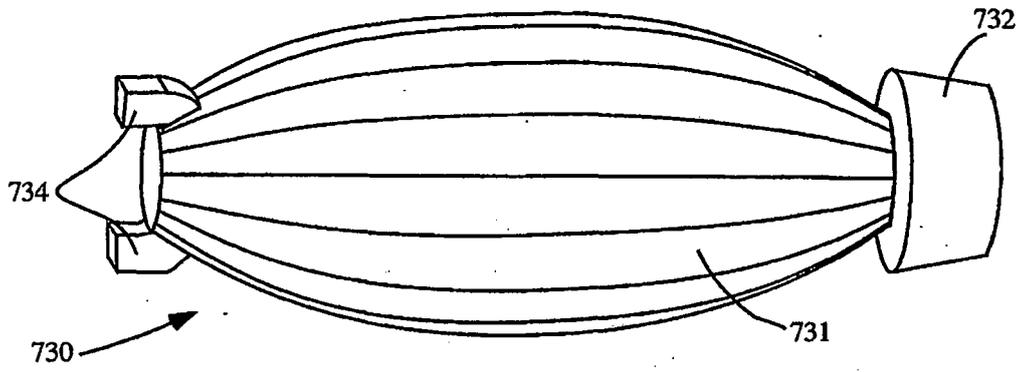


Fig. 47A

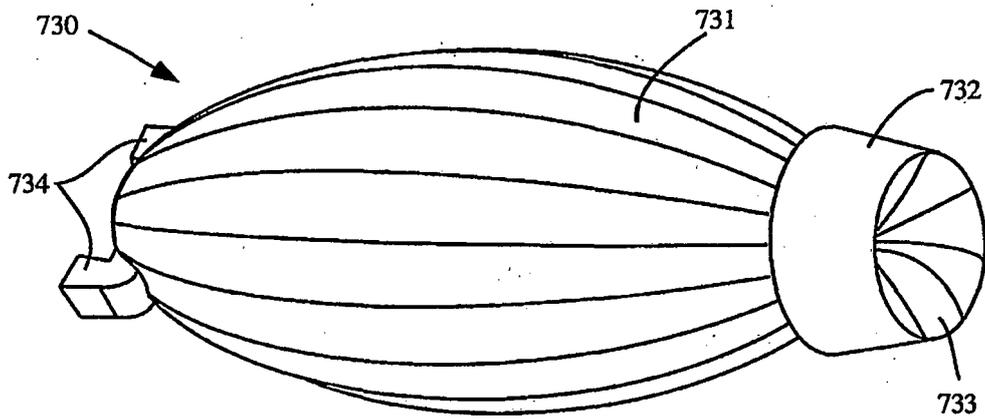


Fig. 47B

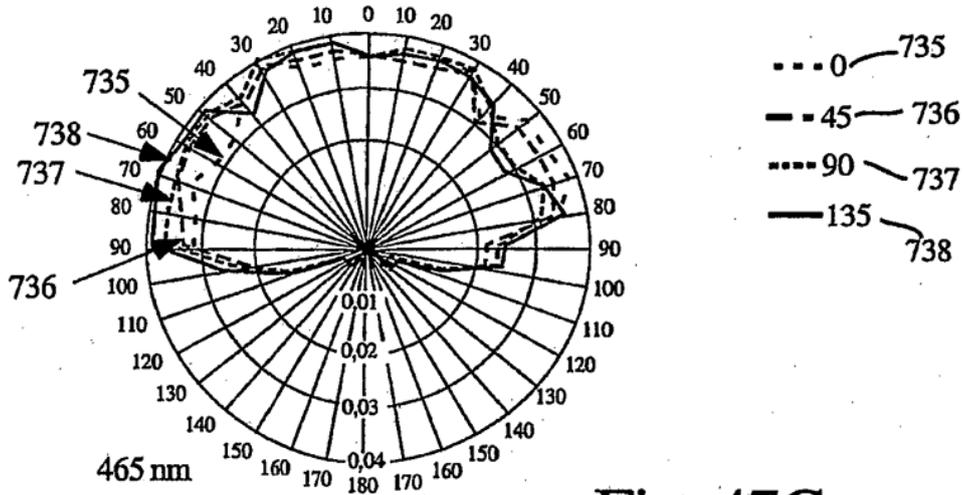


Fig. 47C

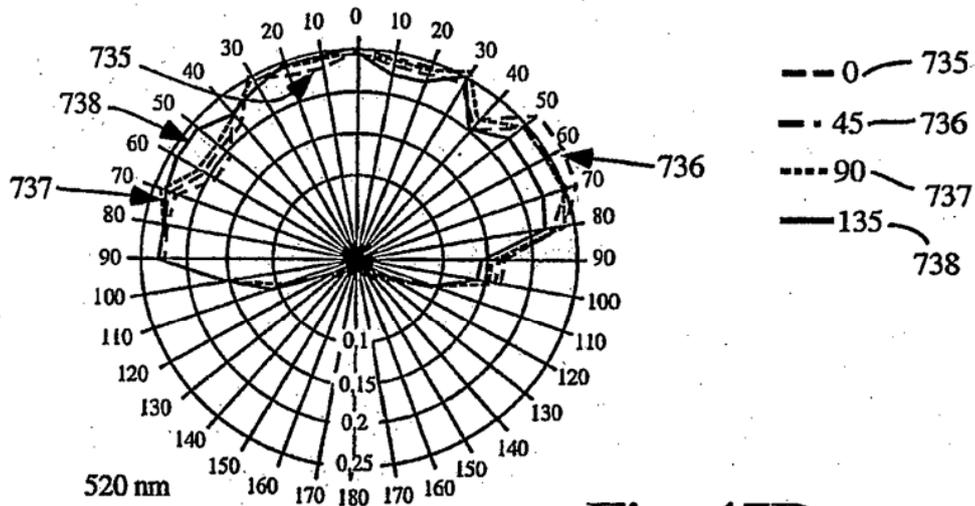


Fig. 47D

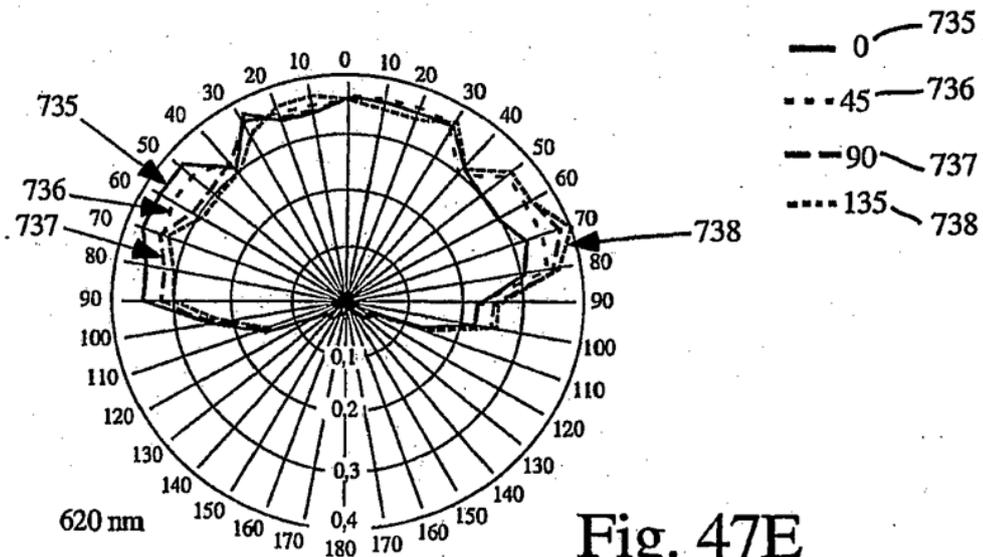


Fig. 47E

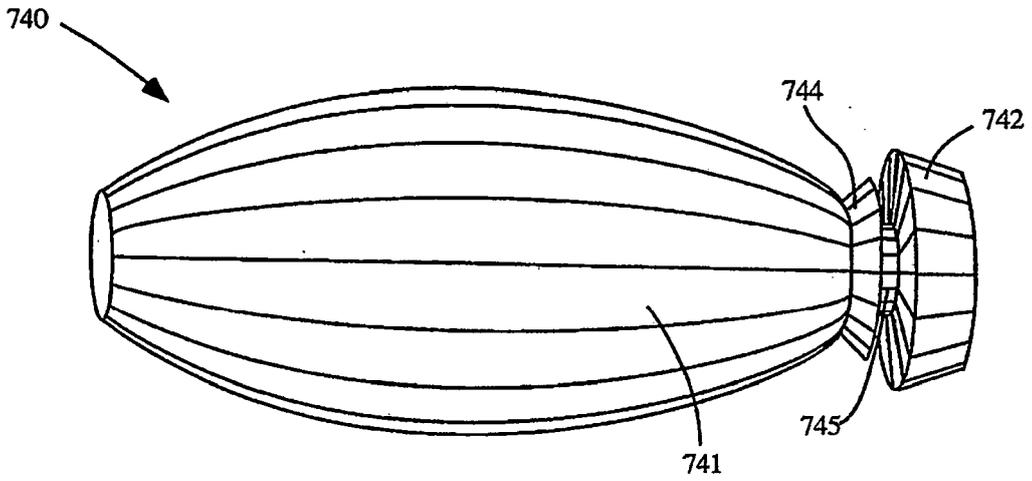


Fig. 48A

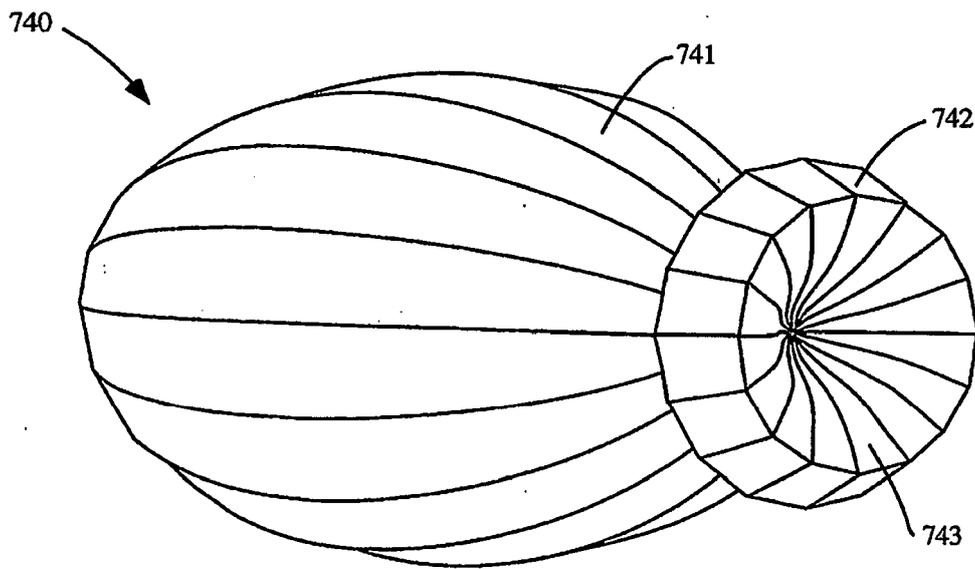


Fig. 48B

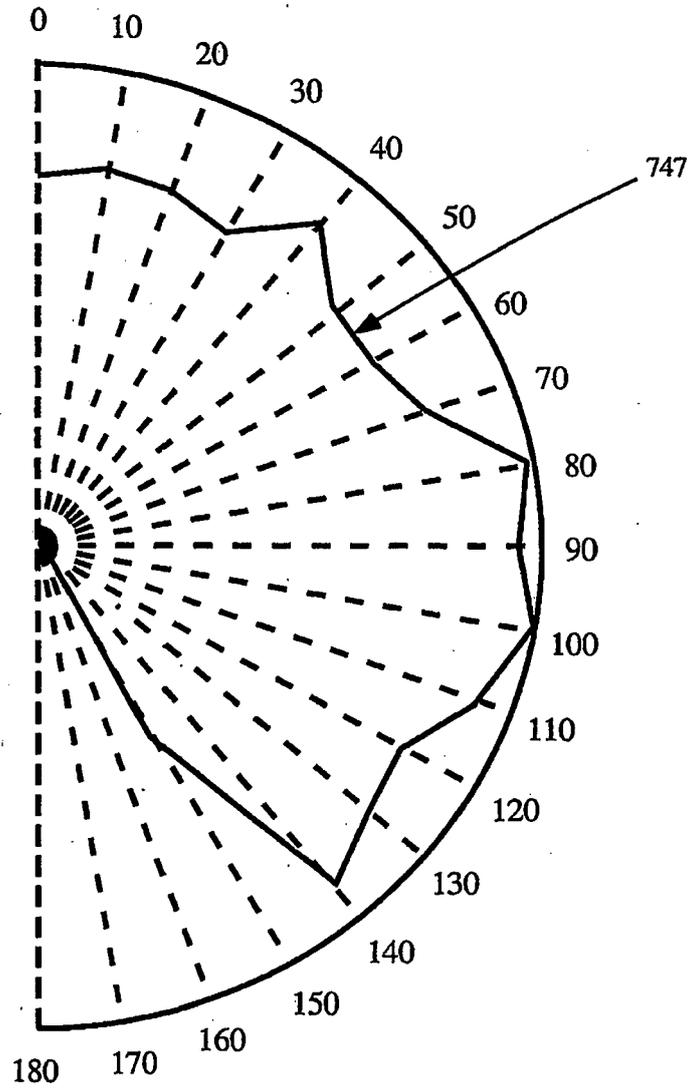


Fig. 48C

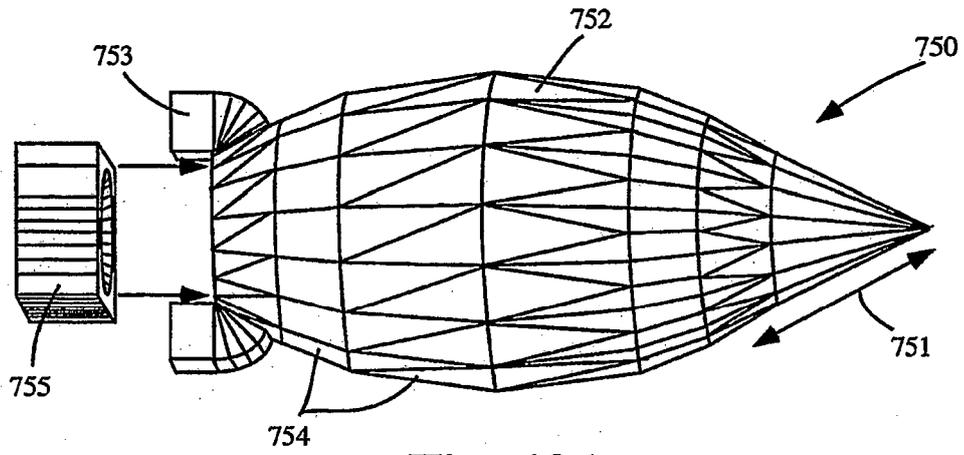


Fig. 49A

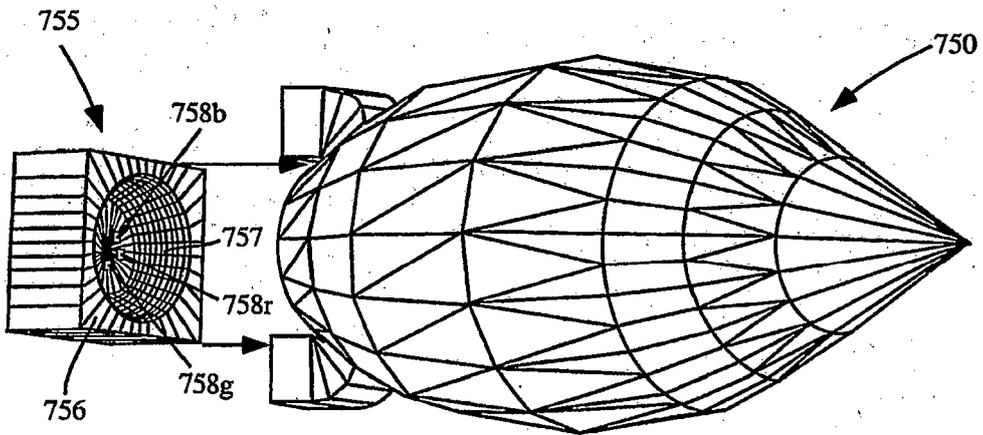


Fig. 49B