



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 997 336**

⑮ Int. Cl.:

B23K 10/00 (2006.01)
B23K 26/38 (2014.01)
B23K 26/14 (2014.01)
B23K 10/02 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑥ Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.09.2018 PCT/DE2018/100789**

⑦ Fecha y número de publicación internacional: **28.03.2019 WO19057244**

⑨ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2018 E 18792367 (7)**

⑩ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2024 EP 3684544**

④ Título: **Boquilla para un cabezal de antorcha de arco de plasma, cabezal de corte por láser y cabezal de corte por láser de plasma**

⑩ Prioridad:

**22.09.2017 DE 102017122015
17.01.2018 DE 102018100917**

④ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

17.02.2025

⑦ Titular/es:

**KJELLBERG-STIFTUNG (100.00%)
Geschwister-Scholl-Straße 1
03238 Finsterwalde, DE**

⑦ Inventor/es:

**GÜNTHER, VADIM;
KRINK, VOLKER;
GRUNDKE, TIMO y
LAURISCH, FRANK**

⑦ Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 997 336 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

Boquilla para un cabezal de antorcha de arco de plasma, cabezal de corte por láser y cabezal de corte por láser de plasma

- 5 Las antorchas de plasma, los cabezales de corte por láser y los cabezales de corte por láser de plasma se utilizan muy generalmente para el tratamiento térmico de materiales conductores de la electricidad tales como el acero y los metales no ferreos.
- 10 Las antorchas de plasma suelen estar compuestas por un cuerpo de antorcha, de un electrodo, de una boquilla y de un soporte para la misma. Las antorchas de plasma modernas tienen adicionalmente una caperuza de protección que se coloca sobre la boquilla (véase, por ejemplo, el documento US2016037618 A1). A menudo, la boquilla se fija mediante una caperuza.
- 15 Según el tipo de antorcha de plasma, los componentes que se desgastan como consecuencia del funcionamiento de la antorcha de plasma debido a la elevada carga térmica provocada por el arco son, en particular, el electrodo, la boquilla, la caperuza de la boquilla, la caperuza de protección de la boquilla, el soporte de la caperuza de protección de la boquilla y las piezas de la unidad conductora de gas-plasma y de la unidad conductora de gas secundario. Estos componentes pueden cambiarse fácilmente por un operario, por lo que se denominan piezas de desgaste.
- 20 Las antorchas de plasma están conectadas mediante líneas a una fuente de energía eléctrica y a un suministro de gas, que proporciona un suministro a la antorcha de plasma. Asimismo, la antorcha de plasma puede estar conectada a un dispositivo de enfriamiento para un medio refrigerante, tal como, por ejemplo, un líquido refrigerante.
- 25 En las antorchas de corte por plasma se producen cargas térmicas elevadas. Esto se debe a la intensa constricción del chorro de plasma a través del orificio de boquilla. Aquí, para generar altas densidades de corriente de 50 a 150 A/mm² en el orificio de la boquilla, se utilizan orificios pequeños, altas densidades de energía de aproximadamente 2×10^6 W/cm² y altas temperaturas de hasta 30 000 K. Asimismo, en la antorcha de corte por plasma se utilizan presiones de gas relativamente altas, generalmente de hasta 1200 kPa (12 bar). La combinación de alta temperatura y alta energía cinética del gas plasma que fluye a través del orificio de la boquilla conduce a la fusión de la pieza de trabajo y a la expulsión de la masa fundida. Se forma una entalladura y se corta la pieza de trabajo. Según la corriente de corte y la densidad de corriente en la boquilla y los gases utilizados, se produce un elevado nivel de contaminación acústica cuando el chorro de plasma sale de la boquilla y/o de la caperuza de protección de la boquilla. Esto puede superar los 100 dB(A). Las frecuencias sonoras perceptibles para el ser humano están en el intervalo de aproximadamente 20 hercios a aproximadamente 20 000 hercios. Las altas frecuencias (> 1000 hercios) con grandes amplitudes no solo se perciben como desagradables, sino que también pueden tener efectos adversos para la salud si no se utilizan los medios de protección adecuados. Si se registran las frecuencias del sonido durante el corte por plasma, se observan amplitudes considerables entre 1000 hercios y 15 000 hercios.
- 30 35
- 40 En el corte por plasma, se suelen usar gases oxidantes para cortar aceros sin alear o de baja aleación y gases no oxidantes para cortar aceros de alta aleación o metales no ferreos.
- 45 Entre el electrodo y la boquilla fluye un gas plasma. El gas plasma se conduce mediante una pieza conductora de gas. Esto permite dirigir el gas plasma de forma selectiva. A menudo se hace girar alrededor del electrodo mediante un desplazamiento radial y/o axial de las aberturas de la parte conductora de gas-plasma. La parte conductora de gas-plasma está compuesta de material aislante de la electricidad, porque el electrodo y la boquilla deben estar aislados eléctricamente entre sí. Esto es necesario porque el electrodo y la boquilla tienen potenciales eléctricos diferentes durante el funcionamiento de la antorcha de corte por plasma. Para el funcionamiento de la antorcha de corte por plasma, se genera un arco entre el electrodo y la boquilla y/o la pieza de trabajo, cuyo arco ioniza el gas plasma. Para encender el arco, puede aplicarse una alta tensión entre el electrodo y la boquilla, cuya alta tensión sirve para preionizar la distancia entre el electrodo y la boquilla y formar así un arco. El arco que arde entre el electrodo y la boquilla también se denomina arco piloto.
- 50
- 55 El arco piloto emerge a través del orificio de la boquilla e incide sobre la pieza de trabajo e ioniza la distancia a la pieza. Esto permite que el arco se forme entre el electrodo y la pieza de trabajo. Este arco también se denomina arco principal. Mientras el arco principal está ardiendo, se puede desactivar el arco piloto. No obstante, puede seguir funcionando. En el caso de corte por plasma, dicho arco piloto se desactiva a menudo para no suponer una carga adicional para la boquilla.
- 60 El electrodo y la boquilla en particular están sometidos a una gran carga térmica y deben refrigerarse. Al mismo tiempo, también deben conducir la corriente eléctrica necesaria para formar el arco. Por lo tanto, para esto, se usan materiales que presentan una buena conductividad térmica y una buena conductividad eléctrica, generalmente metales, por ejemplo, cobre, plata, aluminio, estaño, cinc, hierro o aleaciones que contengan al menos uno de estos metales.
- 65 El electrodo suele estar compuesto por un soporte de electrodo y un inserto de emisión, que se produce a partir de un material que tiene una temperatura de fusión elevada (<2000 °C) y una función de trabajo de electrones menor que la

- del soporte de electrodo. Como materiales para el inserto metálico, el tungsteno se usa en el caso de usar gases plasma no oxidantes, como argón, hidrógeno, nitrógeno, helio y sus mezclas, y el hafnio o el circonio se utilizan en el caso de usar gases oxidantes, como oxígeno, aire y sus mezclas, mezcla de nitrógeno y oxígeno y mezclas con otros gases. El material de alta temperatura puede equiparse, por ejemplo, prensarse, con acción de cerradura positiva y/o no positiva, en un soporte de electrodo compuesto de un material que presenta una buena conductividad térmica y una buena conductividad eléctrica.
- 5
- El enfriamiento del electrodo y de la boquilla puede realizarse por medios gaseosos, por ejemplo, el gas plasma o un gas secundario que fluye a lo largo del lado exterior de la boquilla. El enfriamiento por medio de un líquido, por ejemplo, agua, es, sin embargo, más eficaz. Aquí, el electrodo y/o la boquilla suelen enfriarse directamente con el líquido, es decir, el líquido está en contacto directo con el electrodo y/o la boquilla. Para conducir el líquido refrigerante alrededor de la boquilla, alrededor de la boquilla hay una caperuza, cuya superficie interior de la caperuza de la boquilla forma, junto con la superficie exterior de la boquilla, un espacio de enfriamiento en el que fluye el refrigerante.
- 10
- 15 En el caso de las modernas antorchas de corte por plasma, una caperuza de protección de la boquilla está situada adicionalmente fuera de la boquilla y/o de la caperuza de la boquilla. La superficie interior de la caperuza de protección de la boquilla y la superficie exterior de la boquilla o de la caperuza de la boquilla forman un espacio por el que circula un gas secundario o de protección. El gas secundario o de protección emerge del orificio de la caperuza de protección de la boquilla y envuelve el chorro de plasma y sirve para realizar una atmósfera definida alrededor de este último. El gas secundario protege adicionalmente la boquilla y la caperuza de protección de la boquilla de los arcos que puedan formarse entre estas y la pieza de trabajo. Se denominan arcos dobles y pueden dañar la boquilla. En particular en el corte por inmersión en la pieza de trabajo, la boquilla y la caperuza de protección de la boquilla están sometidas a una gran carga debido a la pulverización en caliente del material. El gas secundario, cuyo caudal puede aumentarse durante el corte por inmersión en relación con el valor durante el proceso de corte, mantiene el material de pulverización alejado de la boquilla y de la caperuza de protección de la boquilla, protegiéndolas así de posibles daños.
- 20
- 25
- 30 La caperuza de protección de la boquilla también está sometida a una gran carga térmica y debe enfriarse. Por lo tanto, para esto, se usan materiales que presentan una buena conductividad térmica y una buena conductividad eléctrica, generalmente metales, por ejemplo, cobre, plata, aluminio, estaño, cinc, hierro o aleaciones que contengan al menos uno de estos metales.
- 35
- 40 El electrodo y la boquilla también pueden enfriarse indirectamente. Aquí, están en contacto físicamente con un componente compuesto por un material que presenta una buena conductividad térmica y una buena conductividad eléctrica, generalmente un metal, por ejemplo, cobre, plata, aluminio, estaño, cinc, hierro o aleaciones que contengan al menos uno de estos metales. A su vez, dicho componente se enfriá directamente, es decir, está en contacto directo con el refrigerante que fluye normalmente. Estos componentes pueden servir simultáneamente de soporte o receptáculo para el electrodo, la boquilla, la caperuza de la boquilla o la caperuza de protección de la boquilla y disipar el calor y suministrar la corriente.
- 45 También es posible que solo el electrodo o solo la boquilla se enfríen con líquido.
- 50 Normalmente, la caperuza de protección de la boquilla solo se enfriá mediante el gas secundario. También se conocen disposiciones en las que la caperuza de gas secundario se enfriá directa o indirectamente por medio de un líquido refrigerante.
- 55
- 60 Como se describe más arriba, en el caso de corte por plasma, debido a la alta densidad de energía y a la elevada velocidad de flujo del plasma o del gas plasma, se producen elevados niveles de contaminación acústica con niveles de presión sonora que en algunos casos superan los 100 dB(A). La magnitud del nivel de presión acústica depende entre otros de la potencia eléctrica con la que funciona el plasma y/o de la corriente de corte, en la densidad de corriente de corte en la abertura de boquilla, en el grosor de la pieza de trabajo y, por tanto, en la longitud del arco, de la velocidad de corte y del plasma o gases secundarios que se utilicen. Con mayor potencia, mayor corriente de corte, mayor densidad de corriente, mayor grosor de la pieza de trabajo y mayor longitud del arco, aumenta la contaminación acústica. En el caso de algunas tecnologías de corte por plasma, a esto se añade adicionalmente el llamado silbido, que es particularmente desagradable y ruidoso para el oído humano. Esto ocurre en particular si el gas plasma se pone en rotación a alta velocidad, por ejemplo, mediante una unidad conductora de gas plasma correspondiente.
- 65 Los cabezales de corte por láser se componen sustancialmente de un cuerpo, de un sistema óptico en el cuerpo para enfocar el haz láser, de conectores para el suministro de luz láser o la guía de ondas ópticas, gas (gas de corte y gas secundario) y medio refrigerante, y de una boquilla con una abertura que da forma al chorro de gas de corte y a través de la cual sale también el haz láser del cabezal de corte por láser. El haz láser incide en una pieza de trabajo y es absorbido. Junto con el gas de corte, la pieza de trabajo calentada se funde y se expulsa (corte por fusión láser) o se oxida (corte por oxígeno láser).
- 70 En el caso del cabezal de corte por láser, es posible que una caperuza de protección de la boquilla esté situada adicionalmente fuera de la boquilla. La superficie interior de la caperuza de protección de la boquilla y la superficie exterior de la boquilla o de la caperuza de la boquilla forman un espacio por el que circula un gas secundario o de

- protección. El gas secundario o de protección emerge del orificio de la caperuza de protección de la boquilla y envuelve el haz láser y sirve para realizar una atmósfera definida alrededor de este último. El gas secundario protege adicionalmente la boquilla. En particular en el corte por inmersión en la pieza de trabajo, la boquilla está sometida a una carga elevada debido a la pulverización en caliente del material. El gas secundario, cuyo caudal puede aumentarse durante el corte por inmersión en relación con el valor durante el proceso de corte, mantiene el material de pulverización alejado de la boquilla y lo protege así de posibles daños.
- 5
- El chorro de gas emerge desde la abertura de la boquilla, lo que provoca un elevado nivel de contaminación acústica, en particular, en el caso de grandes caudales de gas de corte. En particular, en el caso del corte por fusión con láser se requieren grandes caudales, por ejemplo, de aceros de alta aleación y aluminio.
- 10
- Los cabezales de mecanizado en los que se utilizan simultáneamente el corte por chorro de plasma y el corte por haz láser, los denominados cabezales de corte por láser de plasma, tienen características del cabezal de la antorcha de plasma y del cabezal de corte por láser. Aquí, las características y, por tanto, también las ventajas de ambos métodos de corte se combinan entre sí.
- 15
- El ruido puede ser perjudicial para la salud. El objetivo de la invención es reducir la contaminación acústica durante el corte por plasma, durante el corte por láser (corte por haz láser) (con gas de proceso) y durante el corte por láser plasma, en la medida de lo posible sin perjudicar la velocidad ni la calidad de corte.
- 20
- De acuerdo con la invención, dicho objeto se consigue mediante una boquilla para un cabezal de antorcha de plasma, un cabezal de corte por láser o un cabezal de corte por láser de plasma, que comprende un cuerpo con un eje longitudinal M, con un extremo delantero, con un extremo trasero y con una abertura para la boquilla en el extremo delantero, en donde la abertura de boquilla se encuentra en el extremo delantero, visto desde el extremo delantero, comprende al menos las siguientes porciones en una vista en sección longitudinal: una primera porción A1 que se extiende a lo largo del eje longitudinal M y que se estrecha en la dirección del extremo posterior y que tiene una superficie interior y un borde de cuerpo en el extremo delantero, y una segunda porción A3 que se extiende a lo largo del eje longitudinal M y que tiene una superficie interior y un borde de cuerpo en la transición de la primera porción A1 a la segunda porción A3, en donde la primera porción A1 no se estrecha linealmente en toda su longitud y una línea de conexión virtual V1 entre el borde de cuerpo de la abertura de boquilla en el extremo delantero y el borde de cuerpo en la transición de la primera porción A1 a la segunda porción A3 incluye con el eje longitudinal M un ángulo α_1 en un intervalo de 15° a 40° , más preferentemente en un intervalo de 20° a 38° , aún más preferentemente en un intervalo de 20° a 35° y más preferentemente en un intervalo de 25° a 35° , y/o la superficie interior (211) de la primera porción A1 incluye con el eje longitudinal M un ángulo α en un intervalo de 10° a 30° , más preferentemente en un intervalo de 12° a 30° , y aún más preferentemente en un intervalo de 14° a 25° , aún más preferentemente en un intervalo de 15° a 20° y lo más preferentemente en un intervalo de 17° a 20° , y una línea de conexión virtual V3 entre el borde de cuerpo (203) en la transición de la primera porción A1 a la segunda porción A3 y el borde de cuerpo (205) en la transición de la segunda porción A3 a la tercera porción A5 incluye con el eje longitudinal M un ángulo γ_1 en un intervalo de 0° a 8° , preferentemente de 5° , con un ensanchamiento en la dirección del extremo trasero (28), o en un intervalo de 172° a 180° , preferentemente de 175° , con estrechamiento en la dirección del extremo trasero (28), o se extiende paralelamente al eje longitudinal M, o la superficie interior (220) de la segunda porción A3 se ensancha con un ángulo γ en un intervalo de 0° a 8° , preferentemente de 5° , en la dirección del extremo trasero (28) o se estrecha en un ángulo en un intervalo de 172° a 180° , preferentemente de 175° , en la dirección del extremo trasero (28), o se extiende paralelamente al eje longitudinal M.
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65
- De acuerdo con la invención, la invención establece disposiciones tales que, en la transición o antes o inmediatamente antes de la transición desde la primera porción A1 hasta la segunda porción A3, hay situada al menos otra superficie interior 213 que se extiende en un ángulo β con respecto al eje longitudinal M en un intervalo de 45° a 120° , más preferentemente en un intervalo de 60° a 110° , y aún más preferentemente en un intervalo de 80° a 100° , y aún más preferentemente en un intervalo de 85° a 95° , lo más preferentemente de 90° . La superficie interior 213 está situada entre el borde de cuerpo 203 y la superficie interior 211, en donde una transición puede ser de forma escalonada o continua.
- Resulta ventajoso que, visto desde el extremo delantero, después de la segunda porción A3, hay proporcionada una tercera porción A5 que se extiende a lo largo del eje longitudinal M y que se ensancha en la dirección del extremo trasero y que tiene una superficie interior.
- En particular, puede preverse aquí que la superficie interior de la tercera porción A5 tenga al menos una región que se ensancha a lo largo del eje longitudinal M en la dirección del extremo posterior y cuya superficie interior incluye con el eje longitudinal M un ángulo δ en un intervalo de 30° a 90° , más preferentemente, en un intervalo de 40° a 75° .
- Como alternativa, se puede disponer aquí de modo que, visto desde el extremo delantero, hay proporcionada una cuarta porción A7 con una superficie interior después de la tercera porción A5, y una línea de conexión virtual V4 entre el borde de cuerpo en la transición desde la segunda porción A3 hasta la tercera porción A5 y el borde de cuerpo interior en la transición desde la tercera porción A5 hasta la cuarta porción A7 incluye con el eje longitudinal M un ángulo δ_1 en un intervalo de 30° a 90° , más preferentemente en un intervalo de 40° a 75° , y/o la superficie interior

(224) de la tercera porción A5 incluye con el eje longitudinal M un ángulo δ en un intervalo de 30° a 90° , más preferentemente, en un intervalo de 40° a 75° .

5 A su vez, como alternativa, pueden adoptarse disposiciones de modo que, visto desde el extremo delantero 22, hay proporcionada una cuarta porción A7 con una superficie interior después de la tercera porción A5, en donde la superficie interior 227 de la cuarta porción A7 tiene al menos una región que se ensancha en un ángulo ε con respecto al eje longitudinal M en un intervalo de 0° a 10° , preferentemente de 5° , en la dirección del extremo trasero 28 o se estrecha en un ángulo en un intervalo de 170° a 180° , preferentemente de 175° , en la dirección del extremo trasero 28, o se extiende paralelamente al eje longitudinal M, o en donde la superficie interior 227 de la cuarta porción A7 se ensancha en un ángulo ε con respecto al eje longitudinal M en un intervalo de 0° a 10° , preferentemente de 5° , en la dirección del extremo trasero 28 o se estrecha en un ángulo en un intervalo de 170° a 180° , preferentemente de 175° , en la dirección del extremo trasero 28, o se extiende paralelamente al eje longitudinal M.

10 15 En particular, se puede disponer aquí de modo que, visto desde el extremo delantero, hay proporcionada una cuarta porción A7 con una superficie interior después de la tercera porción A5, en donde la superficie interior de la cuarta porción A7 se ensancha en un ángulo ε con respecto al eje longitudinal M en un intervalo de 0° a 10° , preferentemente de 5° , en la dirección del extremo posterior o se estrecha en un ángulo en un intervalo de 170° a 180° , preferentemente de 175° , en dirección al extremo posterior, o se extiende paralelamente al eje longitudinal M.

20 25 30 En otra realización particular, la primera porción A1, vista desde el extremo delantero, se estrecha de manera cónica, convexa o cóncava, y/o

la segunda porción A3 se estrecha o se ensancha de una forma cónica, convexa o cóncava, y/o

la tercera porción A5 se ensancha de una forma cónica, convexa o cóncava, y/o

la cuarta porción A7 se estrecha o se ensancha de una forma cónica, convexa o cóncava.

En una realización particular, la primera porción A1, vista desde el extremo delantero, se estrecha de manera continua o discontinua, y/o

35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000 1005 1010 1015 1020 1025 1030 1035 1040 1045 1050 1055 1060 1065 1070 1075 1080 1085 1090 1095 1100 1105 1110 1115 1120 1125 1130 1135 1140 1145 1150 1155 1160 1165 1170 1175 1180 1185 1190 1195 1200 1205 1210 1215 1220 1225 1230 1235 1240 1245 1250 1255 1260 1265 1270 1275 1280 1285 1290 1295 1300 1305 1310 1315 1320 1325 1330 1335 1340 1345 1350 1355 1360 1365 1370 1375 1380 1385 1390 1395 1400 1405 1410 1415 1420 1425 1430 1435 1440 1445 1450 1455 1460 1465 1470 1475 1480 1485 1490 1495 1500 1505 1510 1515 1520 1525 1530 1535 1540 1545 1550 1555 1560 1565 1570 1575 1580 1585 1590 1595 1600 1605 1610 1615 1620 1625 1630 1635 1640 1645 1650 1655 1660 1665 1670 1675 1680 1685 1690 1695 1700 1705 1710 1715 1720 1725 1730 1735 1740 1745 1750 1755 1760 1765 1770 1775 1780 1785 1790 1795 1800 1805 1810 1815 1820 1825 1830 1835 1840 1845 1850 1855 1860 1865 1870 1875 1880 1885 1890 1895 1900 1905 1910 1915 1920 1925 1930 1935 1940 1945 1950 1955 1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100 2105 2110 2115 2120 2125 2130 2135 2140 2145 2150 2155 2160 2165 2170 2175 2180 2185 2190 2195 2200 2205 2210 2215 2220 2225 2230 2235 2240 2245 2250 2255 2260 2265 2270 2275 2280 2285 2290 2295 2300 2305 2310 2315 2320 2325 2330 2335 2340 2345 2350 2355 2360 2365 2370 2375 2380 2385 2390 2395 2400 2405 2410 2415 2420 2425 2430 2435 2440 2445 2450 2455 2460 2465 2470 2475 2480 2485 2490 2495 2500 2505 2510 2515 2520 2525 2530 2535 2540 2545 2550 2555 2560 2565 2570 2575 2580 2585 2590 2595 2600 2605 2610 2615 2620 2625 2630 2635 2640 2645 2650 2655 2660 2665 2670 2675 2680 2685 2690 2695 2700 2705 2710 2715 2720 2725 2730 2735 2740 2745 2750 2755 2760 2765 2770 2775 2780 2785 2790 2795 2800 2805 2810 2815 2820 2825 2830 2835 2840 2845 2850 2855 2860 2865 2870 2875 2880 2885 2890 2895 2900 2905 2910 2915 2920 2925 2930 2935 2940 2945 2950 2955 2960 2965 2970 2975 2980 2985 2990 2995 3000 3005 3010 3015 3020 3025 3030 3035 3040 3045 3050 3055 3060 3065 3070 3075 3080 3085 3090 3095 3100 3105 3110 3115 3120 3125 3130 3135 3140 3145 3150 3155 3160 3165 3170 3175 3180 3185 3190 3195 3200 3205 3210 3215 3220 3225 3230 3235 3240 3245 3250 3255 3260 3265 3270 3275 3280 3285 3290 3295 3300 3305 3310 3315 3320 3325 3330 3335 3340 3345 3350 3355 3360 3365 3370 3375 3380 3385 3390 3395 3400 3405 3410 3415 3420 3425 3430 3435 3440 3445 3450 3455 3460 3465 3470 3475 3480 3485 3490 3495 3500 3505 3510 3515 3520 3525 3530 3535 3540 3545 3550 3555 3560 3565 3570 3575 3580 3585 3590 3595 3600 3605 3610 3615 3620 3625 3630 3635 3640 3645 3650 3655 3660 3665 3670 3675 3680 3685 3690 3695 3700 3705 3710 3715 3720 3725 3730 3735 3740 3745 3750 3755 3760 3765 3770 3775 3780 3785 3790 3795 3800 3805 3810 3815 3820 3825 3830 3835 3840 3845 3850 3855 3860 3865 3870 3875 3880 3885 3890 3895 3900 3905 3910 3915 3920 3925 3930 3935 3940 3945 3950 3955 3960 3965 3970 3975 3980 3985 3990 3995 4000 4005 4010 4015 4020 4025 4030 4035 4040 4045 4050 4055 4060 4065 4070 4075 4080 4085 4090 4095 4100 4105 4110 4115 4120 4125 4130 4135 4140 4145 4150 4155 4160 4165 4170 4175 4180 4185 4190 4195 4200 4205 4210 4215 4220 4225 4230 4235 4240 4245 4250 4255 4260 4265 4270 4275 4280 4285 4290 4295 4300 4305 4310 4315 4320 4325 4330 4335 4340 4345 4350 4355 4360 4365 4370 4375 4380 4385 4390 4395 4400 4405 4410 4415 4420 4425 4430 4435 4440 4445 4450 4455 4460 4465 4470 4475 4480 4485 4490 4495 4500 4505 4510 4515 4520 4525 4530 4535 4540 4545 4550 4555 4560 4565 4570 4575 4580 4585 4590 4595 4600 4605 4610 4615 4620 4625 4630 4635 4640 4645 4650 4655 4660 4665 4670 4675 4680 4685 4690 4695 4700 4705 4710 4715 4720 4725 4730 4735 4740 4745 4750 4755 4760 4765 4770 4775 4780 4785 4790 4795 4800 4805 4810 4815 4820 4825 4830 4835 4840 4845 4850 4855 4860 4865 4870 4875 4880 4885 4890 4895 4900 4905 4910 4915 4920 4925 4930 4935 4940 4945 4950 4955 4960 4965 4970 4975 4980 4985 4990 4995 5000 5005 5010 5015 5020 5025 5030 5035 5040 5045 5050 5055 5060 5065 5070 5075 5080 5085 5090 5095 5100 5105 5110 5115 5120 5125 5130 5135 5140 5145 5150 5155 5160 5165 5170 5175 5180 5185 5190 5195 5200 5205 5210 5215 5220 5225 5230 5235 5240 5245 5250 5255 5260 5265 5270 5275 5280 5285 5290 5295 5300 5305 5310 5315 5320 5325 5330 5335 5340 5345 5350 5355 5360 5365 5370 5375 5380 5385 5390 5395 5400 5405 5410 5415 5420 5425 5430 5435 5440 5445 5450 5455 5460 5465 5470 5475 5480 5485 5490 5495 5500 5505 5510 5515 5520 5525 5530 5535 5540 5545 5550 5555 5560 5565 5570 5575 5580 5585 5590 5595 5600 5605 5610 5615 5620 5625 5630 5635 5640 5645 5650 5655 5660 5665 5670 5675 5680 5685 5690 5695 5700 5705 5710 5715 5720 5725 5730 5735 5740 5745 5750 5755 5760 5765 5770 5775 5780 5785 5790 5795 5800 5805 5810 5815 5820 5825 5830 5835 5840 5845 5850 5855 5860 5865 5870 5875 5880 5885 5890 5895 5900 5905 5910 5915 5920 5925 5930 5935 5940 5945 5950 5955 5960 5965 5970 5975 5980 5985 5990 5995 6000 6005 6010 6015 6020 6025 6030 6035 6040 6045 6050 6055 6060 6065 6070 6075 6080 6085 6090 6095 6100 6105 6110 6115 6120 6125 6130 6135 6140 6145 6150 6155 6160 6165 6170 6175 6180 6185 6190 6195 6200 6205 6210 6215 6220 6225 6230 6235 6240 6245 6250 6255 6260 6265 6270 6275 6280 6285 6290 6295 6300 6305 6310 6315 6320 6325 6330 6335 6340 6345 6350 6355 6360 6365 6370 6375 6380 6385 6390 6395 6400 6405 6410 6415 6420 6425 6430 6435 6440 6445 6450 6455 6460 6465 6470 6475 6480 6485 6490 6495 6500 6505 6510 6515 6520 6525 6530 6535 6540 6545 6550 6555 6560 6565 6570 6575 6580 6585 6590 6595 6600 6605 6610 6615 6620 6625 6630 6635 6640 6645 6650 6655 6660 6665 6670 6675 6680 6685 6690 6695 6700 6705 6710 6715 6720 6725 6730 6735 6740 6745 6750 6755 6760 6765 6770 6775 6780 6785 6790 6795 6800 6805 6810 6815 6820 6825 6830 6835 6840 6845 6850 6855 6860 6865 6870 6875 6880 6885 6890 6895 6900 6905 6910 6915 6920 6925 6930 6935 6940 6945 6950 6955 6960 6965 6970 6975 6980 6985 6990 6995 7000 7005 7010 7015 7020 7025 7030 7035 7040 7045 7050 7055 7060 7065 7070 7075 7080 7085 7090 7095 7100 7105 7110 7115 7120 7125 7130 7135 7140 7145 7150 7155 7160 7165 7170 7175 7180 7185 7190 7195 7200 7205 7210 7215 7220 7225 7230 7235 7240 7245 7250 7255 7260 7265 7270 7275 7280 7285 7290 7295 7300 7305 7310 7315 7320 7325 7330 7335 7340 7345 7350 7355 7360 7365 7370 7375 7380 7385 7390 7395 7400 7405 7410 7415 7420 7425 7430 7435 7440 7445 7450 7455 7460 7465 7470 7475 7480 7485 7490 7495 7500 7505 7510 7515 7520 7525 7530 7535 7540 7545 7550 7555 7560 7565 7570 7575 7580 7585 7590 7595 7600 7605 7610 7615 7620 7625 7630 7635 7640 7645 7650 7655 7660 7665 7670 7675 7680 7685 7690 7695 7700 7705 7710 7715 7720 7725 7730 7735 7740 7745 7750 7755 7760 7765 7770 7775 7780 7785 7790 7795 7800 7805 7810 7815 7820 7825 7830 7835 7840 7845 7850 7855 7860 7865 7870 7875 7880 7885 7890 7895 7900 7905 7910 7915 7920 7925 7930 7935 7940 7945 7950 7955 7960 7965 7970 7975 7980 7985 7990 7995 8000 8005 8010 8015 8020 8025 8030 8035 8040 8045 8050 8055 8060 8065 8070 8075 8080 8085 8090 8095 8100 8105 8110 8115 8120 8125 8130 8135 8140 8145 8150 8155 8160 8165 8170 8175 8180 8185 8190 8195 8200 8205 8210 8215 8220 8225 8230 8235 8240 8245 8250 8255 8260 8265 8270 8275 8280 8285 8290 8295 8300 8305 8310 8315 8320 8325 8330 8335 8340 8345 8350 8355 8360 8365 8370 8375 8380 8385 8390 8395 8400 8405 8410 8415 8420 8425 8430 8435 8440 8445 8450 8455 8460 8465 8470 8475 8480 8485 8490 8495 8500 8505 8510 8515 8520 8525 8530 8535 8540 8545 8550 8555 8560 8565 8570 8575 8580 8585 8590 8595 8600 8605 8610 8615 8620 8625 8630 8635 8640 8645 8650 8655 8660 8665 8670 8675 8680 8685 8690 8695 8700 8705 8710 8715 8720 8725 8730 8735 8740 8745 8750 8755 8760 8765 8770 8775 8780 8785 8790 8795 8800 8805 8810 8815 8820 8825 8830 8835 8840 8845 8850 8855 8860 8865 8870 8875 8880 8885 8890 8895 8900 8905 8910 8915 8920 8925 8930 8935 8940 8945 8950 8955 8960 8965 8970 8975 8980 8985 8990 8995 9000 9005 9010 9015 9020 9025 9030 9035 9040 9045 9050 9055 9060 9065 9070 9075 9080 9085 9090 9095 9100 9105 9110 9115 9120 9125 9130 9135 9140 9145 9150 9155 9160 9165 9170 9175 9180 9185 9190 9195 9200 9205 9210 9215 9220 9225 9230 9235 9240 9245 9250 9255 9260 9265 9270 9275 9280 9285 9290 9295 9300 9305 9310 9315 9320 9325 9330 9335 9340 9345 9350 9355 9360 9365 9370 9375 9380 9385 9390 9395 9400 9405 9410 9415 9420 9425 9430 9435 9440 9445 9450 9455 9460 9465 9470 9475 9480 9485 9490 9495 9500 9505 9510 9515 9520 9525 9530 9535 9540 9545 9550 9555 9560 9565 9570 9575 9580 9585 9590 9595 9600 9605 9610 9615 9620 9625 9630 9635 9640 9645 9650 9655 9660 9665 9670 9675 9680 9685 9690 9695 9700 9705 9710 9715 9720 9725 9730 9735 9740 9745 9750 9755 9760 9765 9770 9775 9780 9785 9790 9795 9800 9805 9810 9815 9820 9825 9830 9835 9840 9845 9850 9855 9860 9865 9870 9875 9880 9885 9890 9895 9900 9905 9910 9915 9920 9925 9930 9935 9940 9945 9950 9955 9960 9965 9970 9975 9980 9985 9990 9995 10000 10005 10010 10015 10020 10025 10030 10035 10040 10045 10050 10055 10060 10065 10070 10075 10080 10085 10090 10095 10100 10105 10110 10115 10120 10125 10130 10135 10140 10145 10150 10155 10160 10165 10170 1

Ventajosamente, se da el caso de que el cociente $L1/L3$ de la longitud $L1$, a lo largo del eje longitudinal M , de la primera porción $A1$ y la longitud $L3$, a lo largo del eje longitudinal M , de la segunda porción $A3$ es de entre 0,5 y 1,2, preferentemente entre 0,65 y 1.

5 Es preferentemente el caso de que el cociente $L5/L1$ de la longitud $L5$, a lo largo del eje longitudinal M , de la tercera porción $A3$ y la longitud $L1$, a lo largo del eje longitudinal M , de la primera porción $A1$ es menor que o igual a 1,5, preferentemente menor que o igual a 1,25.

10 Es preferentemente el caso de que el cociente $L5/L3$ de la longitud $L5$, a lo largo del eje longitudinal M , de la tercera porción $A3$ y la longitud $L3$, a lo largo del eje longitudinal, de la segunda porción $A3$ es menor que o igual a 1,25, preferentemente menor que o igual a 1.

15 En una realización particular, para las longitudes de las porciones primera, segunda, tercera y cuarta, se cumple que:

$$\begin{aligned} L1 &\leq 2 \text{ mm}, L3 \leq 3 \text{ mm}, L5 \leq 2 \text{ mm} \text{ y } L7 \leq 3 \text{ mm}, \text{ preferentemente} \\ L1 &\leq 1 \text{ mm}, L3 \leq 1,5 \text{ mm}, L5 \leq 1,5 \text{ mm} \text{ y } L7 \leq 2,5 \text{ mm}. \end{aligned}$$

20 Ventajosamente, se da el caso de que el cociente $L3/D3$ de la longitud $L3$, a lo largo del eje longitudinal M , de la segunda porción $A3$ y el diámetro $D3$ de la segunda porción $A3$ es de entre 0,6 y 1,7, preferentemente entre 0,65 y 1,55.

25 Es conveniente que el mayor diámetro $D7$ de la cuarta porción $A5$ sea al menos igual a, y como máximo dos veces, un y/o el mayor diámetro $D1$ de la primera porción $A1$ y/o un y/o el mayor diámetro $D1$ de la abertura de boquilla directamente en el extremo delantero de la abertura de boquilla 24.

30 Ventajosamente, es el caso de que un volumen $V10$ de un espacio formado por la(s) superficie(s) interior(es) de la primera porción $A1$ sea mayor, preferentemente al menos 1,3 veces mayor y/o como máximo 2,5 veces mayor, y aún más preferentemente como máximo 2,2 veces mayor, que un volumen $V30$ de un espacio formado por la superficie interior de la segunda porción $A3$.

35 Es conveniente que así sea, en la transición desde la primera porción $A1$ hasta la segunda porción $A3$, el diámetro $D3$ de la segunda porción $A3$ es al menos 0,2 mm y/o como máximo 0,6 mm menor que el diámetro $D2$ y/o el diámetro más pequeño $D2$ de la primera porción $A1$.

35 En el caso de la disposición, es conveniente que una caperuza de boquilla 5 esté dispuesta entre la superficie exterior 23 de la boquilla y la superficie interior 62 de la caperuza de protección de boquilla 6.

40 Se da ventajosamente el caso de que la abertura 64 de la caperuza de protección de la boquilla 6 tiene un área de sección transversal $A60$ mayor que el área de sección transversal $A10$ de la boquilla 2, preferentemente un área sección transversal $A60$ igual o mayor que un área virtual $A70$ de la boquilla 2 proyectada por la línea de unión virtual alargada $V1$ sobre la caperuza de protección de la boquilla 6, o que tiene un diámetro $D6$ mayor que el diámetro $D1$ de la boquilla 2, preferentemente un diámetro $D6$ igual o mayor que el diámetro $D70$ de un área virtual $A70$ de la boquilla 2 proyectada por la línea de conexión virtual alargada $V1$ sobre la caperuza de protección de la boquilla 6, y/o la abertura 64 de la caperuza de protección de la boquilla 6 tiene un área de sección transversal $A60$ mayor que el área de sección transversal $A10$ de la boquilla 2, preferentemente un área sección transversal $A60$ igual o mayor que un área virtual $A80$ de la boquilla 2 proyectada por la línea de unión virtual alargada $V2$ sobre la caperuza de protección de la boquilla 6, o que tiene un diámetro $D6$ mayor que el diámetro $D1$ de la boquilla 2, preferentemente un diámetro $D6$ igual o mayor que el diámetro $D80$ de un área virtual $A80$ de la boquilla 2 proyectada por la línea de unión virtual alargada $V2$ sobre la caperuza de protección de la boquilla 6.

45 Es conveniente que la longitud $L1$ y/o la longitud $L3$ y/o la suma de las longitudes $L1$ y $L3$ de las porciones primera y segunda $A1$ y $A3$ de la boquilla sea mayor que la longitud de la separación más corta $L61$ entre la superficie exterior 23 del extremo delantero de la boquilla y la superficie interior 62 de la caperuza de protección de la boquilla.

55 Es conveniente que la boquilla o la caperuza de la boquilla estén dispuestas de manera que queden aisladas eléctricamente de la caperuza de protección de la boquilla mediante una unidad conductora de gas que comprende aberturas. Es ventajoso el caso de que las aberturas de la unidad conductora de gas estén dispuestas de manera que estén desplazadas radialmente con respecto al eje longitudinal M con respecto al eje longitudinal M o con respecto a la radial con respecto al eje longitudinal M o de manera que estén inclinadas o paralelas con respecto al eje longitudinal M o de manera que estén inclinadas con respecto al eje longitudinal M .

60 En una realización particular de la disposición, dicha disposición comprende un electrodo, en donde el electrodo comprende un soporte de electrodo y un inserto de emisión en el extremo delantero del electrodo, el inserto de emisión se extiende a lo largo del eje longitudinal M de forma que quede alineado con la abertura de boquilla, el extremo delantero del electrodo está dispuesto en el espacio interior de la boquilla, en donde la separación $L13$ entre la

superficie exterior del extremo delantero del electrodo y la porción A3 de la abertura de la boquilla es al menos 1,5 veces mayor que la longitud L1 de la primera porción A1 y/o que la longitud L3 de la segunda porción A3 y/o que la suma de las longitudes L1 y L3 de las porciones primera y segunda A1 y A3 de la boquilla.

5 Ventajosamente, la boquilla y el electrodo están dispuestos separados entre sí de forma eléctricamente aislante por medio de una unidad conductora de gas que comprende aberturas. En particular, la unidad conductora de gas puede comprender aberturas.

10 En particular, podrá disponerse de modo que las aberturas estén desplazadas radialmente con respecto al eje longitudinal M con respecto al eje longitudinal M o con respecto al eje longitudinal M o de modo que estén inclinadas o paralelas con respecto al eje longitudinal M o de modo que estén inclinadas con respecto al eje longitudinal M.

15 El electrodo comprende ventajosamente un soporte de electrodo y un inserto de emisión, en donde el inserto de emisión no sobresale del soporte de electrodo en el extremo delantero del electrodo.

15 La invención se basa en el sorprendente conocimiento de que la nueva geometría de la boquilla produce la mejor reducción de la presión sonora (concretamente del orden de magnitud de hasta 15 dB(A), es decir, por ejemplo, de 105-110 dB(A) a 90-95 dB(A)) en el intervalo de frecuencias correspondiente. Una causa de ello parece ser, según los conocimientos actuales, la reubicación de la geometría generadora de ruido de la boquilla (borde de separación del flujo a la salida del canal de la boquilla). El ruido se genera presumiblemente por la expansión continua del arco y/o del gas al salir de la boquilla, y las frecuencias generadas aquí dependen en gran medida de la velocidad de salida en el borde de cuerpo (203) de la boquilla, que actúa como borde de separación del arco de plasma. Dado que el borde de cuerpo está ahora dispuesto dentro de la boquilla, las ondas sonoras generadas como resultado de la expansión del arco de plasma y/o del chorro de gas se rompen en primer lugar y son amortiguadas también por el plasma que sigue presente. La velocidad de salida del chorro de plasma también puede haber sido modificada por la geometría reivindicada, tal como, por ejemplo, un avellanador especial, en el extremo delantero de la boquilla de tal manera que se genere mucho menos ruido, prácticamente sin cambios en la calidad del corte. Al mismo tiempo, se consigue sorprendentemente un alargamiento de la vida útil de la boquilla. Se supone que esto se consigue como resultado de la reubicación del borde de separación desde la salida del canal de la boquilla hacia la abertura de la boquilla y el acortamiento asociado de la sección con el menor diámetro del canal de la boquilla o diámetro de la abertura de la boquilla. De este modo, el chorro de plasma caliente está en contacto con la superficie interior de la abertura de la boquilla solo en una sección relativamente corta. Asimismo, el llamado borde de separación está mejor protegido contra daños por influencias externas, por ejemplo, contra la pulverización de metal en el corte por inmersión en el material a cortar.

35 Otras características y ventajas de la invención se desprenderán de las reivindicaciones adjuntas y de la siguiente descripción de realizaciones ilustrativas sobre la base de los dibujos esquemáticos. En las figuras:

40 la figura 1 muestra una vista en sección y una vista en detalle en sección (superior) del extremo delantero de una boquilla de acuerdo con una realización particular de la invención;

la figura 2 muestra una vista en sección en detalle del extremo delantero de una boquilla de acuerdo con una realización particular de la invención ($\beta=120^\circ$);

la figura 3 muestra una vista en sección en detalle del extremo delantero de una boquilla de acuerdo con una realización particular de la invención ($\beta=60^\circ$);

45 la figura 4 muestra una vista en sección detallada del extremo delantero de una boquilla según un ejemplo que no entra dentro del ámbito de protección de la invención (porción A1 que se estrecha de forma cóncava, $\alpha_1=32^\circ$);

la figura 5 muestra una vista en sección detallada del extremo delantero de una boquilla de acuerdo con una realización de la invención (porción A1 que se estrecha de forma convexa, $\alpha_1=32^\circ$);

50 la figura 5.1 muestra una vista en sección detallada del extremo delantero de una boquilla de acuerdo con una realización de la invención (porción A1 que se estrecha de forma convexa, $\alpha_1=32^\circ$);

la figura 6 muestra una vista en sección del extremo delantero de una boquilla de acuerdo con una realización particular de la invención (porción A1 que se estrecha de forma escalonada), $\alpha_1=32^\circ$;

la figura 7 muestra una vista en sección detallada del extremo delantero de una boquilla de acuerdo con una realización particular de la invención (porción A3 que se ensancha de forma cónica, $\gamma=5^\circ$);

55 la figura 7.1 muestra una vista en sección de detalle del extremo delantero de una boquilla de acuerdo con una realización en particular de la invención (porción A3 que se ensancha de forma cóncava, $\gamma_1=5^\circ$);

la figura 7.2 muestra una vista en sección detallada del extremo delantero de una boquilla de acuerdo con una realización en particular de la invención (porción A3 que se ensancha de manera convexa, $\gamma_1=5^\circ$);

60 la figura 8 muestra una vista en sección detallada del extremo delantero de una boquilla según un ejemplo que no entra dentro del ámbito de protección de la invención (porción A3 que se estrecha de forma cónica, $\gamma=175^\circ$);

la figura 8.1 muestra una vista en sección detallada del extremo delantero de una boquilla según un ejemplo que no entra dentro del ámbito de protección de la invención (porción A3 que se estrecha de forma convexa, $\gamma_1=175^\circ$);

la figura 8.2 muestra una vista en sección detallada del extremo delantero de una boquilla según un ejemplo que no entra dentro del ámbito de protección de la invención (porción A3 que se estrecha de forma cóncava, $\gamma_1=175^\circ$);

65 la figura 9 muestra una vista en sección detallada del extremo delantero de una boquilla de acuerdo con una realización particular de la invención (porción A5 que se ensancha de forma cónica, $\delta=80^\circ$);

- la figura 9.1 muestra una vista en sección de detalle del extremo delantero de una boquilla de acuerdo con una realización en particular de la invención (porción A5 que se ensancha de forma cóncava, $\delta_1=45^\circ$);
- 5 la figura 9.2 muestra una vista en sección detallada del extremo delantero de una boquilla de acuerdo con una realización en particular de la invención (porción A5 que se ensancha de manera convexa, $\delta_1=45^\circ$);
- la figura 9.3 muestra una vista en sección de detalle del extremo delantero de una boquilla de acuerdo con una realización en particular de la invención (porción A5 que se ensancha de forma cóncava, $\delta_1=45^\circ$);
- 10 la figura 10 muestra una vista en sección detallada del extremo delantero de una boquilla de acuerdo con una realización particular de la invención (porción A7 que se ensancha de forma cónica, $\varepsilon=5^\circ$);
- la figura 11 muestra una vista en sección del extremo delantero de una boquilla de acuerdo con una realización de la invención (porción A7 que se estrecha de forma cónica), $\varepsilon=175^\circ$;
- 15 la figura 12 muestra, a modo de ejemplo, una vista en sección y una vista frontal ampliada (parte inferior) del extremo delantero de una boquilla de acuerdo con una realización particular de la invención que ilustra las áreas A10 y A20;
- la figura 13 y la figura 13a muestran, a modo de ejemplo, dos vistas frontales ampliadas en sección del extremo delantero de una boquilla de acuerdo con una realización particular de la invención con el fin de ilustrar las áreas A30 y A31;
- 20 la figura 14 muestra, a modo de ejemplo, una vista frontal ampliada en sección del extremo delantero de una boquilla de acuerdo con una realización particular de la invención que ilustra el volumen V10;
- la figura 15 muestra, a modo de ejemplo, una vista en sección ampliada del extremo delantero 22 a título ilustrativo 25 del volumen V30;
- la figura 16 es una ilustración seccional de un cabezal de antorcha de plasma;
- la figura 17 ilustra en sección una disposición compuesta por una boquilla, de una caperuza de boquilla, de una caperuza de protección de la boquilla y de una unidad conductora de gas;
- 25 la figura 17a muestra una vista ampliada en detalle de la disposición compuesta por una boquilla y una caperuza de protección de la boquilla a efectos de ilustrar el área circular proyectada A70;
- la figura 18 ilustra en sección una disposición compuesta por una boquilla, de una caperuza de protección de la boquilla y de una unidad conductora de gas;
- 30 la figura 18a muestra una vista ampliada en detalle de la disposición compuesta por una boquilla y una caperuza de protección de la boquilla a efectos de ilustrar el área circular proyectada A80;
- la figura 20 muestra, a modo de ejemplo, una unidad conductora de gas secundario;
- la figura 19 ilustra en sección una disposición compuesta por una boquilla, de un electrodo y de una unidad conductora de gas;
- la figura 21 muestra, a modo de ejemplo, una unidad conductora de gas para gas plasma.
- 35 La boquilla 2 mostrada en la figura 1 en una vista en sección (superior) y en una vista en detalle en sección (inferior) para una antorcha de arco de plasma comprende un cuerpo 20 con una longitud total L20, que se extiende a lo largo de un eje longitudinal M, con una superficie interior 21 y con una superficie exterior 23, con un extremo delantero 22 y con un extremo trasero 28, y con una abertura de boquilla 24 en el extremo delantero 22. Asimismo, el cuerpo 20 tiene, en su extremo delantero 22, una ranura 238. Cuando la boquilla 2 está instalada en la antorcha de arco de 40 plasma, un anillo redondo 240 (véase la figura 16) está situado en la ranura 238 con el fin de obturar el espacio entre la boquilla 2 y la caperuza de la boquilla 5 (véase la figura 16).
- 45 La superficie interior 21 del cuerpo 20 de la boquilla 2 tiene, a partir del extremo delantero 22 (abertura de boquilla 24), una primera porción A1 que se extiende a lo largo del eje longitudinal M y que en primer lugar se estrecha de forma cónica con un ángulo α entre su superficie interior 211 y el eje longitudinal M, en este caso a modo de ejemplo aproximadamente 19° , sobre una longitud L1, por ejemplo 1,0 mm, y a continuación tiene un saliente en la dirección del eje longitudinal M, que, entre su superficie interior 213 y el eje longitudinal M, forma un ángulo β , en este caso, por ejemplo, 90° . La abertura de boquilla 24 tiene, directamente en el extremo delantero 22, un diámetro D1, en este caso por ejemplo 1,9 mm, y, en el extremo de la región cónica de la superficie interior 211 de la primera porción A1, un diámetro D2, en este caso, por ejemplo, 1,2 mm. Debido al saliente, en este caso, por ejemplo, 0,1 mm, el diámetro de la abertura de boquilla 24 disminuye a continuación hasta D3, en este caso, por ejemplo, 1,0 mm.
- 50 Esta está directamente contigua a la segunda porción A3 con el diámetro D3 y una longitud L3, por ejemplo, 1,0 mm, cuya segunda porción tiene una superficie interior cilíndrica 220. Dicha porción está contigua a la tercera porción A5, cuya superficie interior 224 se ensancha de forma cónica con un ángulo δ entre su superficie interior 224 y el eje longitudinal M, en este caso, por ejemplo, 45° , del diámetro D3 al diámetro D7, en este caso por ejemplo 2,8 mm. Dicha porción se extiende a lo largo del eje longitudinal M sobre la longitud L5, en este caso por ejemplo 0,9 mm. Es contiguo por la cuarta porción A7 con el diámetro D7, que tiene una superficie interior cilíndrica 227 con una longitud L7, por ejemplo, 1,2 mm. A esta área le sigue otra que se ensancha de forma cónica.
- 55 60 Con $D1 = 1,9$ mm y $D3 = 1,0$ mm, $D1$ es 1,9 veces el diámetro $D3$. El diámetro $D1$ es 0,9 mm mayor que el diámetro $D3$.
- 65 El área A10 formada perpendicularmente al eje longitudinal M por el diámetro D1 de la primera porción A1 directamente en el extremo delantero 22 de la abertura de boquilla 24, cuya área se ilustra en la figura 12, es de aproximadamente 2,8 mm², determinada de conformidad con

$$[A10 = 3,141 / 4 * D1^2].$$

El área A30 formada perpendicularmente al eje longitudinal M por el diámetro más pequeño D3 de la segunda porción A3 de la abertura de boquilla 24, cuya área se ilustra en la figura 13, es de aproximadamente 0,8 mm², determinada de conformidad con

5 [A30 = 3,141 / 4 * D3²].

Por tanto, el área A10 es aproximadamente 3,6 veces el área A30.

10 La longitud L1 = 1,0 mm de la primera porción A1 y la longitud L3 = 1,0 mm A3 de la segunda porción dan como resultado una relación L1/L3 = 1. El cociente de la longitud L3 y del diámetro D3 de la segunda porción A3 es igualmente 1. Asimismo, el diámetro D1 = 1,9 mm es menor que el diámetro D7 = 2,8 mm.

15 La figura 1 muestra, además, una línea de conexión virtual V1 que se extiende entre el borde de cuerpo 201 de la abertura de boquilla 24 con el diámetro D1 en el extremo delantero 22 y el borde de cuerpo 203 en la transición de la primera porción A1 a la segunda porción A3 de la abertura de boquilla 24 con el diámetro D3. El ángulo α1 encerrado por la línea de unión V1 y el eje longitudinal M es de aproximadamente 24°.

20 El volumen V10, formado por las superficies interiores 211 y 213, de la abertura de boquilla 24 de la primera porción A1 es de aproximadamente 1,9 mm³, calculado de acuerdo con

$$[V10 = 3,141 * L1/3 * ((D1/2)^2 + (D1/2*D2/2) + (D2/2)^2)].$$

25 El volumen V30, formado por la superficie interior 220, de la abertura de boquilla 24 de la segunda porción A3 es de aproximadamente 0,8 mm³, calculado de acuerdo con [V30 = 3,141 * (D3/2)² * L3]. Así pues, el volumen V10 es aproximadamente 1,9 veces mayor que el volumen V30.

30 La figura 2 muestra la vista en detalle de otra realización ilustrativa de una boquilla 2 similar a la de la figura 1. Dicha boquilla difiere de la de la figura 1 en que el saliente en la dirección del eje longitudinal M, que forma un ángulo β = 100° entre su superficie interior 213 y el eje longitudinal M.

35 La figura 3 muestra la vista en detalle de otra realización ilustrativa de una boquilla 2 similar a la de la figura 1. Dicha boquilla difiere de la de la figura 1 en que el saliente en la dirección del eje longitudinal M, que forma un ángulo β = 60° entre su superficie interior 213 y el eje longitudinal M.

40 La figura 4 muestra la vista en detalle de otra realización ilustrativa de una boquilla 2 similar a la de la figura 1. Dicha boquilla difiere de la de la figura 1 en que la primera porción A1 tiene, procediendo desde el extremo delantero, una superficie interior 211 que se estrecha de forma cóncava. La línea de conexión virtual V1 que se extiende entre el borde de cuerpo 201 de la abertura de boquilla 24 con el diámetro D1 en el extremo delantero 22 y el borde de cuerpo 203 en la transición de la primera porción A1 a la segunda porción A3 de la abertura de boquilla 24 con el diámetro D3 incluye, por ejemplo, un ángulo α1 de aproximadamente 32° con el eje longitudinal M. El diámetro D1 asciende en este caso a, por ejemplo, 2,4 mm, el diámetro D3 = 1,4 mm, y por tanto el diámetro D1 es aproximadamente 1,7 veces el diámetro D3.

45 El área A10 formada perpendicularmente al eje longitudinal M por el diámetro D1 de la primera porción A1 directamente en el extremo delantero 22 de la abertura de boquilla 24, cuya área se ilustra en la figura 12, es de aproximadamente 4,5 mm², determinada de conformidad con

50 [A10 = 3,141 / 4 * D1²].

El área A30 formada perpendicularmente al eje longitudinal M por el diámetro más pequeño D3 de la segunda porción A3 de la abertura de boquilla 24, cuya área se ilustra en la figura 13, es de aproximadamente 1,5 mm², determinada de conformidad con

55 [A30 = 3,141 / 4 * D3²].

Por tanto, el área A10 es aproximadamente 2,9 veces el área A30.

60 La longitud L1 es, por ejemplo, de 0,8 mm, y la longitud L3, por ejemplo, de 1,2 mm, por lo que la longitud L1 es 0,67 veces la longitud L3.

El cociente de la longitud L3 = 1,2 mm y del diámetro D3 = 1,4 mm de la segunda porción A3 es 0,86. Asimismo, el diámetro D1 = 2,4 mm es menor que el diámetro D7 = 3,0 mm.

65 El volumen V10, formado por la superficie interior 211, de la abertura de boquilla 24 de la primera porción A1 es de

aproximadamente 2,3 mm³. El volumen V30, formado por la superficie interior 220, de la abertura de boquilla 24 de la segunda porción A3 es de aproximadamente 1,8 mm³. Así pues, el volumen V10 es aproximadamente 1,3 veces mayor que el volumen V30.

- 5 La figura 5 muestra la vista en detalle de otra realización ilustrativa de una boquilla 2 similar a la de la figura 4. Dicha boquilla difiere de la de la figura 1 en que la primera porción A1 tiene, procediendo desde el extremo delantero, una superficie interior 211 que se estrecha de forma convexa. La línea de conexión virtual V1 que se extiende entre el borde de cuerpo 201 de la abertura de boquilla 24 con el diámetro D1 en el extremo delantero 22 y el borde de cuerpo 203 en la transición de la primera porción A1 a la segunda porción A3 de la abertura de boquilla 24 con el diámetro D3 incluye, por ejemplo, un ángulo α_1 de aproximadamente 32° con el eje longitudinal M. El diámetro D1 asciende en este caso a, por ejemplo, 2,4 mm, y el diámetro D3 a 1,4 mm, por lo que el diámetro D1 es aproximadamente 1,7 veces el diámetro D3. La longitud L1 es por ejemplo 0,8 mm, y la longitud L3 por ejemplo a 1,2 mm, y así la longitud L1 es aproximadamente 0,67 veces la longitud L3.
- 10 15 El cociente de la longitud L3 = 1,2 mm y del diámetro D3 = 1,4 mm de la segunda porción A3 es aproximadamente 0,86. Asimismo, el diámetro D1 = 2,4 mm es menor que el diámetro D7 = 3,0 mm.

Las especificaciones ilustrativas de la figura 4 se aplican a las áreas A10 y A30, y lo mismo se aplica a las especificaciones de los volúmenes V10 y V30.

- 20 25 Si el borde de cuerpo 201 no es claramente reconocible como tal, por ejemplo, porque la superficie interior convexa 211 se funde de manera continua o "fluida" en la superficie 230, a continuación, la región de la(s) superficie(s) interior(es) con el borde de cuerpo se entiende si, visto desde el extremo trasero 28 de la boquilla 2, se supera un ángulo α_2 de 65° entre una tangente T aplicada a la superficie interior 211 y el eje longitudinal M. La línea de unión virtual V1 se extiende entonces entre dicha región y el borde de cuerpo 203. Esto se muestra en la figura 5.1.

- 30 35 La figura 6 muestra otra realización ilustrativa de una boquilla 2 similar a la figura 4. Dicha boquilla difiere de la de la figura 4 en que la primera porción A1 tiene, procediendo desde el extremo delantero, una superficie interior 211 que se estrecha de forma escalonada. La línea de conexión virtual V1 que se extiende entre el borde de cuerpo 201 de la abertura de boquilla 24 con el diámetro D1 en el extremo delantero 22 y el borde de cuerpo 203 en la transición de la primera porción A1 a la segunda porción A3 de la abertura de boquilla 24 con el diámetro D3 incluye, por ejemplo, un ángulo α_1 de aproximadamente 32° con el eje longitudinal M. El diámetro D1 asciende en este caso a, por ejemplo, 2,4 mm, el diámetro D3 = 1,4 mm, por lo que el diámetro D1 es 1,7 veces el diámetro D3. La longitud L1 = 0,8 mm de la primera porción A1 y la longitud L3 = 1,2 mm A3 de la segunda porción dan como resultado una relación L1/L3 = 0,67. El cociente de la longitud L3 y del diámetro D3 de la segunda porción A3 es aproximadamente 0,86. El diámetro D7 es, por ejemplo, de 3,0 mm. De este modo, el diámetro D1 = 2,4 mm es menor que el diámetro D7 = 3,0 mm.

40 Las especificaciones ilustrativas de la figura 4 se aplican a las áreas A10 y A30, y lo mismo se aplica a las especificaciones de los volúmenes V10 y V30.

- 45 La figura 7 muestra la vista en detalle de otra realización ilustrativa de una boquilla 2 similar a la de la figura 1. Las dimensiones son idénticas a las de la figura 1. Solo la segunda porción A3 está diseñada de tal manera que, vista desde el extremo delantero 22 de la boquilla 2, su superficie interior 220 se ensancha en un ángulo y de, por ejemplo, 5° con respecto al eje longitudinal M. Aquí, el ensanchamiento se realiza en forma cónica. El diámetro D31 de la porción A3 en la transición a la porción A5 es por tanto mayor que el diámetro D3 en la transición desde la primera porción A1 hasta la segunda porción A3 de la abertura de boquilla 24.

- 50 55 La figura 7.1 muestra la vista en detalle de otra realización ilustrativa de una boquilla 2 similar a la de la figura 7. Las dimensiones son idénticas a las de la figura 7. Solo la segunda porción A3 está diseñada de tal manera que, vista desde el extremo delantero 22 de la boquilla 2, su superficie interior 220 se ensancha de forma cóncava. La línea de conexión virtual V3 que se extiende entre el borde de cuerpo 203 en la transición desde la primera porción A1 hasta la segunda porción A3 y el borde de cuerpo 205 en la transición desde la segunda porción A3 hasta la tercera porción A5 incluye, por ejemplo, un ángulo γ_1 de aproximadamente 5° con el eje longitudinal M. El diámetro D31 de la porción A3 en la transición a la porción A5 es, de este modo, en este ejemplo, mayor que el diámetro D3 en la transición desde la primera porción A1 hasta la segunda porción A3 de la abertura de boquilla 24.

- 60 La figura 7.2 muestra la vista en detalle de otra realización ilustrativa de una boquilla 2 similar a la de la figura 7.1. Las dimensiones son idénticas a las de la figura 7.1. Solo la segunda porción A3 está diseñada de tal manera que, vista desde el extremo delantero 22 de la boquilla 2, su superficie interior 220 no se ensancha de forma cóncava, sino convexa.

- 65 La figura 8 muestra la vista en detalle de otra realización ilustrativa de una boquilla 2 similar a la de la figura 1. La segunda porción A3 está diseñada de tal manera que, vista desde el extremo delantero 22 de la boquilla 2, su superficie interior 220 se estrecha en un ángulo y de, por ejemplo, 175° con respecto al eje longitudinal M. Aquí, el estrechamiento se realiza en forma cónica. El diámetro D32 = 1,17 mm de la segunda porción A3 en la transición de la primera porción A1 a la segunda porción A3 es, por tanto, mayor que el diámetro D3 = 1 mm en la transición de la segunda porción A3

a la tercera porción A de la abertura de boquilla 24. El diámetro D2 es de 1,4 mm y el diámetro D1 = 2,1 mm. El ángulo α es de 19° y el ángulo α_1 es de 21°.

- 5 La figura 8.1 muestra la vista en detalle de otra realización ilustrativa de una boquilla 2 similar a la de la figura 8. Sin embargo, la segunda porción A3 está diseñada de tal manera que, vista desde el extremo delantero 22 de la boquilla 2, su superficie interior 220 se estrecha de forma convexa. La línea de unión virtual V3 que se extiende entre el borde de cuerpo 203 en la transición de la primera porción A1 a la segunda porción A3 y el borde de cuerpo 205 en la transición de la segunda porción A3 a la tercera porción A5 incluye, por ejemplo, un ángulo γ_1 de aproximadamente 175° con el eje longitudinal M. El diámetro D32 = 1,17 mm de la segunda porción A3 en la transición de la primera porción A1 a la segunda porción A3 es, por tanto, mayor que el diámetro D3 = 1 mm en la transición de la segunda porción A3 a la tercera porción A de la abertura de boquilla 24. El diámetro D2 es de 1,4 mm y el diámetro D1 = 2,1 mm. El ángulo α en este ejemplo es de 19°, y el ángulo α_1 en este ejemplo es de 21°.
- 10 La figura 8.2 muestra la vista en detalle de otra realización ilustrativa de una boquilla 2 similar a la de la figura 8.1. Sin embargo, la segunda porción A3 está diseñada de tal manera que, vista desde el extremo delantero 22 de la boquilla 2, su superficie interior 220 no se estrecha de forma convexa, sino más bien de forma cóncava.
- 15 La figura 9 muestra la vista en detalle de otra realización ilustrativa de una boquilla 2 similar a la de la figura 1. Las dimensiones son idénticas a las de la figura 1. La tercera porción A5 tiene, por ejemplo, un ángulo δ de 80° entre su superficie interior 224 y el eje longitudinal M, y se ensancha. Sin embargo, se trata de una boquilla cuyo contorno exterior difiere de las demás realizaciones ilustrativas. Dicha boquilla es, por ejemplo, adecuada para su uso en antorchas de plasma, cabezales láser o cabezales láser de plasma sin enfriamiento líquido para la boquilla. En este ejemplo, dicha boquilla no tiene una ranura 238 para recibir un anillo redondo. En la figura 18 se muestra una disposición correspondiente.
- 20 La figura 9.1 muestra la vista en detalle de otra realización ilustrativa de una boquilla 2 similar a la de la figura 9. Las dimensiones son idénticas a las de la figura 9. Solo la tercera porción A5 está diseñada de tal manera que, vista desde el extremo delantero 22 de la boquilla 2, su superficie interior 224 se ensancha de forma cóncava. La línea de conexión virtual V4, que se extiende entre el borde 205 del cuerpo (que en este caso también puede denominarse "esquina interior" o "borde interior del cuerpo") en la transición desde la segunda porción A3 hasta la tercera porción A5 y el borde 206 del cuerpo (que en este caso también puede denominarse "esquina interior" o "borde interior del cuerpo") en la transición de la tercera porción A5 a la cuarta porción A7, incluye, por ejemplo, un ángulo γ_1 de aproximadamente 45° con el eje longitudinal M.
- 25 La figura 9.2 muestra la vista en detalle de otra realización ilustrativa de una boquilla 2 similar a la de la figura 9. Las dimensiones son idénticas a las de la figura 9. Solo la tercera porción A5 está diseñada de tal manera que, vista desde el extremo delantero 22 de la boquilla 2, su superficie interior 224 se ensancha de forma convexa. La línea de conexión virtual V4 que se extiende entre el borde de cuerpo 205 en la transición de la segunda porción A3 a la tercera porción A5 y el borde de cuerpo 206 en la transición de la tercera porción A5 a la cuarta porción A7 incluye, por ejemplo, un ángulo γ_1 de aproximadamente 45° con el eje longitudinal M.
- 30 La figura 9.3 muestra la vista en detalle de otra realización ilustrativa de una boquilla 2 similar a la de la figura 9. Si el borde de cuerpo 206 no es claramente reconocible como tal, por ejemplo, porque la superficie interior cóncava se funde de manera continua o "fluida" en la superficie interior 227, a continuación, la región 206 de la(s) superficie(s) interior(es) se entiende si, vista desde el extremo delantero 22 de la boquilla, se subestima un ángulo δ_2 de 20° entre una tangente T aplicada a la superficie interior 224 y el eje longitudinal M. Esto se muestra en la figura 9.3.
- 35 La figura 9.4 muestra la vista en detalle de otra realización ilustrativa de una boquilla 2 similar a la de la figura 9. Si el borde de cuerpo 206 no es claramente reconocible como tal, por ejemplo, porque la superficie interior cóncava se funde de manera continua o "fluida" en la superficie interior 227, a continuación se entiende la región de la(s) superficie(s) interior(es) con el borde de cuerpo 206 si, vista desde el extremo delantero 22 de la boquilla 2, entre una tangente T aplicada a la superficie interior 224 y el eje longitudinal M se forma un ángulo δ_2 de 20°. La línea de conexión virtual V4 se extiende a continuación entre dicha región 206 y el borde de cuerpo 205. Esto se muestra en la figura 9.3, que muestra una tercera porción A5 cóncavamente ensanchada.
- 40 La figura 9.5 muestra la vista en detalle de otra realización ilustrativa de una boquilla 2 similar a la de la figura 9. Las dimensiones son idénticas a las de la figura 9. Solo la tercera porción A5 está diseñada de tal manera que, vista desde el extremo delantero 22 de la boquilla 2, su superficie interior 224 se ensancha de forma convexa. La línea de conexión virtual V4 que se extiende entre el borde de cuerpo 205 en la transición de la segunda porción A3 a la tercera porción A5 y el borde de cuerpo 206 en la transición de la tercera porción A5 a la cuarta porción A7 incluye, por ejemplo, un ángulo γ_1 de aproximadamente 45° con el eje longitudinal M.
- 45 La figura 10 muestra la vista en detalle de otra realización ilustrativa de una boquilla 2 similar a la de la figura 1. Las dimensiones son idénticas a las de la figura 1. La cuarta porción A7 tiene, por ejemplo, un ángulo ε de 5° entre su superficie interior 227 y el eje longitudinal M, y se ensancha.
- 50 La figura 11 muestra la vista en detalle de otra realización ilustrativa de una boquilla 2 similar a la de la figura 1. Las dimensiones son idénticas a las de la figura 1. La cuarta porción A7 tiene, por ejemplo, un ángulo ε de 175° entre su superficie interior 227 y el eje longitudinal M, y se estrecha.
- 55 Unos radios, por ejemplo, de la magnitud de 0,1 mm, pueden disponerse en las transiciones entre las respectivas porciones A1, A3, A4, A5 y A7.
- 60 La figura 12, la figura 13 y la figura 13a muestran las áreas A10, A20, A30 y A31, formadas perpendicularmente al eje longitudinal M por los diámetros D1, D2 y D3, de la abertura de boquilla 24. En las realizaciones ilustrativas de las

figuras 1 a 11, el área A10 es al menos 1,7 veces mayor, ventajosamente al menos 2,1 veces mayor, que el área A30. Asimismo, es como máximo 4 veces mayor, ventajosamente como máximo 3,7 veces mayor, que el área A30.

- 5 La figura 14 muestra el volumen V10, delimitado por las superficies interiores 211 y 213, de la abertura de boquilla 24 de la primera porción A1 y la figura 15 muestra el volumen V30 de la abertura de boquilla 24 de la segunda porción A3 encerrado por la superficie interior 220. En las realizaciones ilustrativas, el volumen V10 es mayor, ventajosamente al menos 1,3 veces mayor, y/o como máximo 2,5 veces mayor, ventajosamente como máximo 2,2 veces mayor, que el volumen V30.
- 10 La figura 16 muestra la imagen seccional de un cabezal de antorcha de plasma 1, que puede ser un componente de una antorcha de plasma.

15 El cabezal de la antorcha de plasma 1 tiene un cuerpo de antorcha 8, un electrodo 3, una boquilla 2 de acuerdo con la invención, una caperuza de boquilla 5, un soporte de boquilla 81 que recibe la boquilla 2, y una caperuza de protección de boquilla 6 que fija la boquilla 2 en el soporte de boquilla 81.

En esta figura, se utiliza como ejemplo la boquilla 2 de la figura 1.

20 El extremo delantero 33 del electrodo 3 se proyecta en el espacio interior de la boquilla 2. Asimismo, una unidad conductora de gas 4 para el gas plasma o gas de proceso PG está situada entre el electrodo 3 y la boquilla 2. La unidad conductora de gas 4 tiene aberturas 41 que conducen el gas plasma o el gas de proceso a través de ellas y en cuyo caso, por ejemplo, conducen radialmente al espacio interior entre el electrodo 3 y la boquilla 2. El gas plasma o gas de proceso PG puede ajustarse en rotación mediante un desplazamiento con respecto al radial. La unidad conductora de gas 4 aísla eléctricamente el electrodo 3 y la boquilla 2 entre sí. El electrodo 3 puede estar enfriado por líquido en su interior; esto no se ilustra aquí. El medio de enfriamiento (WV - línea de alimentación, WR - línea de retorno) fluye en el espacio 51 entre la boquilla 2 y la caperuza de la boquilla 5 y las enfriá.

25 El extremo delantero de la boquilla 22 está cubierto al menos parcialmente por la caperuza de protección de la boquilla 6. La caperuza de protección de la boquilla 6 tiene una abertura 64 que está alineada con la abertura de la boquilla 24 en el eje longitudinal M. Entre la caperuza de la boquilla 5 está situada una unidad conductora de gas 7 para el gas secundario SG, el extremo delantero 22 de la boquilla 2 y la caperuza de protección de la boquilla 6. La unidad conductora de gas 7 tiene aberturas 71 que conducen el gas secundario SG a través y en cuyo caso, por ejemplo, conducen radialmente al espacio interior 61 entre la caperuza de la boquilla 5, el extremo delantero 22 de la boquilla 2 y la caperuza de protección de la boquilla 6. El gas plasma o gas de proceso PG puede ajustarse en rotación mediante un desplazamiento con respecto al radial. La unidad conductora de gas 7 aísla eléctricamente entre sí la caperuza de la boquilla 5 y la caperuza de protección de la boquilla 6.

30 Durante el corte por plasma, el gas plasma o gas de proceso PG es ionizado por un arco y finalmente fluye fuera de la abertura de boquilla 24 y de la abertura de la caperuza de protección de la boquilla 64.

40 40 Las figuras 17 y 17a muestran sendas vistas en sección de una disposición, que forma parte del cabezal de la antorcha de plasma desde la figura 16. No obstante, esta disposición también puede formar parte de un cabezal de corte por láser o de un cabezal de corte por láser de plasma. La disposición comprende la boquilla 2 y la caperuza de protección de la boquilla 6. Se muestran también la caperuza de la boquilla 5 y la unidad conductora de gas 7.

45 45 El extremo delantero de la boquilla 2 está cubierto al menos parcialmente por la caperuza de protección de la boquilla 6. La caperuza de protección de la boquilla 6 tiene una abertura 64 que está alineada con la abertura de la boquilla 24 en el eje longitudinal M. Entre la caperuza de la boquilla 5 está situada una unidad conductora de gas 7 para el gas secundario SG, el extremo delantero 22 de la boquilla 2 y la caperuza de protección de la boquilla 6. La unidad conductora de gas 7 tiene aberturas 71 que conducen el gas secundario SG a través y en cuyo caso, por ejemplo, conducen radialmente al espacio interior 61 entre la caperuza de la boquilla 5, el extremo delantero 22 de la boquilla 2 y la caperuza de protección de la boquilla 6. El gas plasma o gas de proceso PG puede ajustarse en rotación mediante un desplazamiento con respecto al radial. La unidad conductora de gas 7 aísla eléctricamente entre sí la caperuza de la boquilla 5 y la caperuza de protección de la boquilla 6.

55 55 La boquilla 2 tiene, por ejemplo, según la figura 1, un diámetro D1 = 1,9 mm y D3 = 1,0 mm. La caperuza de protección de la boquilla 6 tiene una abertura 64 con un diámetro mínimo D6 de 3,0 mm. El diámetro D6 es mayor que los diámetros D1 y D3. El área A60 formada perpendicularmente al eje longitudinal por el diámetro D6 es mayor que el área A10 formada por el diámetro D1 y el área A30 formada por el diámetro D3.

60 60 El ángulo α de la boquilla 2 es de 19° en este ejemplo y el ángulo α_1 de la boquilla 2 es de 24° en este ejemplo. Si se extienden prácticamente las superficies interiores 211, que se estrechan cónicos vistos de frente, en la dirección del extremo delantero 22 de la boquilla, es decir, fuera de la boquilla 2, a continuación, esto forma la línea virtual V2. Dicha línea virtual no se cruza con el borde de cuerpo 65, formada por la abertura 64 con el diámetro D6, de la caperuza de protección de la boquilla 6. Lo mismo se aplica a la línea de conexión virtual extendida V1 entre el borde de cuerpo 201 de la abertura de boquilla 24 en el extremo delantero 22 y el borde de cuerpo 203 en la transición de la primera

porción A1 a la segunda porción A3.

El área A60 y el diámetro D6 de la abertura 64 de la caperuza de protección de la boquilla 6 son mayores que las áreas virtuales A70 y A80 o diámetros de la boquilla 2 proyectados por las líneas de conexión virtuales extendidas V1 y V2 sobre la caperuza de protección de la boquilla 6.

Asimismo, la longitud L61 de la separación más corta entre la superficie exterior del extremo delantero 22 de la boquilla 2 y la superficie interior de la caperuza de protección de la boquilla 6 es, por ejemplo, de 0,7 mm y es, por tanto, menor que la longitud L1 = 1,0 mm de la primera porción A1 y la longitud L3 = 1,0 mm de la segunda porción A3 de la boquilla 2 y también menor que la suma L1 y L3, que es de 2 mm.

Las figuras 18 y 18a muestran una vista en sección de una disposición. La disposición reivindicada comprende la boquilla 2 de la figura 9 y una caperuza de protección de la boquilla 6. También se muestra una unidad conductora de gas 7. Esta disposición puede ser una parte constituyente de un cabezal de antorcha de plasma, de un cabezal de corte por láser o puede ser un cabezal de corte por láser de plasma.

En comparación con la figura 17, la boquilla 2 no está rodeada por una caperuza de boquilla. La boquilla 2 tiene un diámetro D1 = 1,9 mm y D3 = 1,0 mm. La caperuza de protección de la boquilla 6 tiene una abertura 64 con un diámetro mínimo D6 de 3,0 mm. El diámetro D6 es mayor que los diámetros D1 y D3 de la boquilla 2. El área A60 formada perpendicularmente al eje longitudinal por el diámetro D6 es mayor que el área A10 formada por el diámetro D1 y el área A30 formada por el diámetro D3.

El extremo delantero de la boquilla 22 está cubierto al menos parcialmente por la caperuza de protección de la boquilla 6. La caperuza de protección de la boquilla 6 tiene una abertura 64 que está alineada con la abertura de la boquilla 24 en el eje longitudinal M. Entre la boquilla 2 y la caperuza de protección de la boquilla 6 está situada una unidad conductora de gas 7 para el gas secundario SG. La unidad conductora de gas 7 tiene aberturas 71 que conducen el gas secundario SG a través y en cuyo caso, por ejemplo, lo conducen radialmente al espacio interior 61 entre la boquilla 2 y la caperuza de protección de la boquilla 6. El gas plasma PG puede ajustarse en rotación mediante un desplazamiento con respecto a la radial (véase la figura 21). La unidad conductora de gas 7 aísla eléctricamente la boquilla 2 y la caperuza de protección de la boquilla 6 entre sí.

El ángulo α de la boquilla 2 es de 19° en este ejemplo y el ángulo α_1 de la boquilla 2 es de 24° en este ejemplo. Si se extiende prácticamente la superficie interior, que se estrecha cónica vista de frente, en la dirección del extremo delantero 22 de la boquilla 2, es decir, fuera de la boquilla 2, a continuación, esto forma la línea virtual V2. Dicha línea virtual no se cruza con los bordes del cuerpo 65, formados por la abertura 64 con el diámetro D6, de la caperuza de protección de la boquilla 6. Lo mismo se aplica a la línea de conexión virtual extendida V1 entre el borde de cuerpo 201 de la abertura de boquilla 24 en el extremo delantero 22 y el borde de cuerpo 203 en la transición de la primera porción A1 a la segunda porción A3.

El área A60 y el diámetro D6 de la abertura 64 de la caperuza de protección de la boquilla 6 son mayores que las áreas virtuales A70 y A80 o diámetros de la boquilla 2 proyectados por las líneas de conexión virtuales extendidas V1 y V2 sobre la caperuza de protección de la boquilla 6.

Asimismo, la longitud L61 de la separación más corta entre la superficie exterior del extremo delantero 22 de la boquilla 2 y la superficie interior de la caperuza de protección de la boquilla 6 es, por ejemplo, de 0,7 mm y es, por tanto, menor que la longitud L1 = 1,0 mm de la primera porción A1 y la longitud L3 = 1,0 mm de la segunda porción A3 de la boquilla 2 y también menor que la suma L1 y L3, que es de 2 mm.

La figura 19 muestra una vista en sección de una disposición, que forma parte del cabezal de la antorcha de plasma desde la figura 16. La disposición comprende una boquilla 2 de acuerdo con una realización particular de la invención y un electrodo 3. También se muestra una unidad conductora de gas 4.

El extremo delantero 33 del electrodo 3 se proyecta en el espacio interior de la boquilla 2.

Asimismo, una unidad conductora de gas 4 para el gas plasma PG está situada entre el electrodo 3 y la boquilla 2. La unidad conductora de gas 4 tiene aberturas 41 que conducen el gas plasma a través de ellas y que en este caso, por ejemplo, conducen radialmente al espacio interior entre el electrodo 3 y la boquilla 2. El gas plasma PG puede ajustarse en rotación mediante un desplazamiento con respecto al radial. La unidad conductora de gas 4 aísla eléctricamente el electrodo 3 y la boquilla 2 entre sí. La distancia L13 entre el extremo delantero 33 del electrodo 3 y el paso de la tercera porción A5 a la segunda porción A3 de la abertura 24 de la boquilla 2 es de 6 mm de longitud, la longitud L1 de la primera porción A1 y la longitud L3 de la segunda porción A3 son cada una de 1 mm. La suma de las longitudes L1 y L3 es, a continuación, de 2 mm. Por lo tanto, tanto L1, L2 como la suma de ambos son más cortos que la longitud del espacio L13.

La figura 20 muestra, a modo de ejemplo, la unidad conductora de gas 7 para el gas secundario SG. De la ilustración de la sección central se desprende que las aberturas 71 están dispuestas de manera que están desplazadas con

respecto al eje radial con respecto al eje longitudinal M. De este modo, el gas que fluye a través de las aberturas 71 se pone en rotación. No obstante, la rotación también puede realizarse mediante una orientación espacial diferente de las aberturas, por ejemplo, una inclinación con respecto al eje longitudinal M.

- 5 La figura 21 muestra, a modo de ejemplo, la unidad conductora de gas 4 para el gas plasma o el gas de proceso. De la ilustración de la sección central se desprende que las aberturas 41 están dispuestas de manera que están desplazadas con respecto al eje radial con respecto al eje longitudinal M. De este modo, el gas que fluye a través de las aberturas 41 se pone en rotación. No obstante, la rotación también puede realizarse mediante una orientación espacial diferente de las aberturas, por ejemplo, una inclinación con respecto al eje longitudinal M.
- 10 La descripción anterior se ha dirigido a una boquilla para corte por plasma o para un cabezal de antorcha de plasma. El cabezal de la antorcha de plasma puede ser un cabezal de corte de antorcha de plasma. No obstante, la descripción está prevista para aplicarse también análogamente a una boquilla para corte por láser o para un cabezal de corte por láser y para corte por láser de plasma o para un cabezal de corte por láser de plasma.

Lista de denominaciones de referencia

- 1 Antorcha de plasma, cabezal de antorcha de plasma, cabezal de corte de antorcha de plasma, cabezal de corte por láser de plasma
 2 Boquilla
 3 Electrodo
 4 Unidad conductora de gas para gas plasma; gas de proceso
 5 Caperuza de boquilla
 6 Caperuza de protección de boquilla
 7 Unidad conductora de gas secundario
 8 Cuerpo de antorcha
 20 Cuerpo
 21 Superficie interior
 22 Extremo delantero
 23 Superficie exterior
 24 Abertura de boquilla
 25 Espacio interior de la boquilla
 28 Extremo trasero
 31 Inserto de emisión del electrodo 3
 32 Soporte de electrodo
 33 Extremo delantero del electrodo
 34 Superficie exterior del electrodo
 41 Aberturas en la unidad conductora de gas 4 para el gas plasma
 51 Espacio entre la boquilla 2 y la caperuza de boquilla 5
 55 Soporte de la caperuza de protección de boquilla
 61 Espacio interior entre la caperuza de protección de boquilla 6 y la caperuza de boquilla 5 y la boquilla 2
 62 Superficie interior de la caperuza de protección de boquilla
 64 Abertura de la caperuza de protección de boquilla
 65 Borde de cuerpo de la abertura de la caperuza de protección de boquilla
 71 Aberturas en la unidad conductora de gas 7 para el gas secundario
 81 Soporte de boquilla
 201 Borde de cuerpo de la abertura de boquilla en el extremo delantero 22 de la abertura de boquilla 24
 203 Borde de cuerpo de la abertura de boquilla en el extremo delantero 22 de la abertura de boquilla 24 en la transición desde la porción A1 hasta la A3
 204 Borde de cuerpo entre las superficies interiores 211 y 213
 205 Borde de cuerpo entre las superficies interiores 220 y 224
 206 Borde de cuerpo entre las superficies interiores 224 y 227
 211 Superficie interior de la primera porción A1
 213 Otra superficie interior de la primera porción A1
 220 Superficie interior de la segunda porción A3
 224 Superficie interior de la tercera porción A5
 227 Superficie interior de la cuarta porción A7
 230 Superficie en el extremo delantero 22 de la boquilla
 238 Ranura
 240 Anillo redondo
 A1 Primera porción
 A3 Segunda porción
 A5 Tercera porción
 A7 Cuarta porción
 A10 Superficie de la abertura de boquilla en el extremo delantero 22 en D1
 A20 Superficie adicional de la abertura de boquilla en la primera porción en D2
 A30 Área de la abertura de boquilla más pequeña de la segunda porción A3 en D3
 A31 Área de la abertura de boquilla en la segunda porción
 A60 Área de la abertura 64 de la caperuza de protección de boquilla
 A70 Superficie virtual proyectada desde la línea de unión V1 sobre el plano del área A60
 A80 Superficie virtual proyectada desde la línea de unión V2 sobre el plano del área A60
 D1 Diámetro de la abertura de boquilla en la primera porción A1 en el extremo delantero
 D2 Diámetro adicional de la abertura de boquilla en la primera porción A1
 D3 Diámetro de la abertura de boquilla en la segunda parte ($\gamma = 0^\circ$ o 180°)
 D31 Otro diámetro de la abertura de boquilla en la segunda porción ($\gamma > 0^\circ$ a 8°)
 D32 Otro diámetro de la abertura de boquilla en la segunda porción ($\gamma < 180^\circ$ a 172°)
 D6 Diámetro de la abertura 64 de la caperuza de protección de boquilla
 D7 Diámetro en la porción A7
 D70 Diámetro del área virtual proyectada A70
 D80 Diámetro del área virtual proyectada A80

L1	Longitud de la primera porción A1
L3	Longitud de la segunda porción A3
L5	Longitud de la tercera porción A5
L7	Longitud de la cuarta porción A7
L13	La distancia entre el extremo delantero 33 del electrodo 3
L61	La distancia entre la superficie exterior del extremo delantero 22 de la boquilla 2 y la superficie interior 62 de la caperuza de protección de boquilla 6
L20	Longitud total de la boquilla
M	Eje longitudinal
PG	Gas plasma o gas de proceso
SG	Gas secundario
T	Tangente
V1	Línea de conexión virtual entre el borde de cuerpo 201 y 203
V2	Línea de conexión virtual entre el borde de cuerpo 201 y 204
V3	Línea de conexión virtual entre el borde de cuerpo 203 y 205
V4	Línea de conexión virtual entre el borde de cuerpo 205 y 206
V10	Volumen de la primera porción A1 de la abertura de boquilla 24
V30	Volumen de la segunda porción A3 de la abertura de boquilla 24
WR	Línea de retorno de refrigerante
WV	Línea de alimentación de refrigerante
α	Ángulo entre el eje longitudinal M y la línea de unión virtual V2 o la superficie interior 211 de la primera porción A1
α_1	Ángulo entre el eje longitudinal M y la línea de unión virtual V1 de la primera porción A1
α_2	Ángulo entre el eje longitudinal M y la tangente T
β	Ángulo entre el eje longitudinal M y la superficie interior 213 de la primera porción A1
γ	Ángulo entre el eje longitudinal M y la superficie interior 220 de la segunda porción A3
γ_1	Ángulo entre el eje longitudinal M y la línea de unión virtual V3 de la segunda porción A3
δ	Ángulo entre el eje longitudinal M y la superficie interior 224 de la tercera porción A5
δ_1	Ángulo entre el eje longitudinal M y la línea de unión virtual V4 de la tercera porción A5
ε	Ángulo entre el eje longitudinal M y la superficie interior 227 de la cuarta porción A7

REIVINDICACIONES

1. Boquilla (2) para un cabezal de antorcha de plasma, cabezal de corte por láser o cabezal de corte por láser de plasma, que comprende un cuerpo (20) con un eje longitudinal M, con un extremo delantero (22), con un extremo trasero (28) y con una abertura de boquilla (24) en el extremo delantero (22), en donde la abertura de boquilla (24) en el extremo delantero (22), vista desde el extremo delantero, comprende al menos las siguientes porciones en una vista en sección longitudinal:
- 5 - una primera porción A1 que se extiende a lo largo del eje longitudinal M y que se estrecha en la dirección del extremo trasero (28) y que tiene una superficie interior (211) y un borde de cuerpo (201) en el extremo delantero (22), y
- 10 - una segunda porción A3 que se extiende a lo largo del eje longitudinal M y que tiene una superficie interior (220) y un borde de cuerpo (203) en la transición desde la primera porción A1 hasta la segunda porción A3, en donde una línea de conexión virtual V1 entre el borde de cuerpo (201) de la abertura de boquilla (24) en el extremo delantero (22) y el borde de cuerpo (203) en la transición desde la primera porción A1 hasta la segunda porción A3 incluye con el eje longitudinal M un ángulo α_1 en un intervalo de 15° a 40° , más preferentemente en un intervalo de 20° a 38° , aún más preferentemente en un intervalo de 20° a 35° y más preferentemente en un intervalo de 25° a 35° , y/o la superficie interior (211) de la primera porción A1 incluye con el eje longitudinal M un ángulo α en un intervalo de 10° a 30° , más preferentemente en un intervalo de 12° a 30° , y aún más preferentemente en un intervalo de 14° a 25° , aún más preferentemente en un intervalo de 15° a 20° y lo más preferentemente en el intervalo de 17° a 20° , y
- 15 o bien una línea de conexión virtual V3 entre el borde de cuerpo (203) en la transición desde la primera porción A1 hasta la segunda porción A3 y el borde de cuerpo (205) en la transición desde la segunda porción A3 hasta la tercera porción A5 incluye con el eje longitudinal M un ángulo γ_1 en un intervalo de 0° a 8° , preferentemente de 5° , con un ensanchamiento en la dirección del extremo trasero (28), o en un intervalo de 172° a 180° , preferentemente de 175° , con un estrechamiento en la dirección del extremo trasero (28), o se extiende paralelamente al eje longitudinal M, o
- 20 la superficie interior (220) de la segunda porción A3 se ensancha en un ángulo γ en un intervalo de 0° a 8° , preferentemente de 5° , en la dirección del extremo trasero (28) o se estrecha en un ángulo en un intervalo de 172° a 180° , preferentemente de 175° , en la dirección del extremo trasero (28), o se extiende paralelamente al eje longitudinal M,
- 25 **caracterizada por que,**
- 30 en la transición o antes o inmediatamente antes de la transición desde la primera porción A1 hasta la segunda porción A3, hay situada al menos otra superficie interior (213) que se extiende en un ángulo β con respecto al eje longitudinal M en un intervalo de 45° a 120° , más preferentemente en un intervalo de 60° a 110° , aún más preferentemente en un intervalo de 80° a 100° y aún más preferentemente en un intervalo de 85° a 95° , lo más preferentemente de 90° .
- 35 2. Boquilla (2) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde, vista desde el extremo delantero (22), después de la segunda porción A3, hay proporcionada una tercera porción A5 que se extiende a lo largo del eje longitudinal M y que se ensancha en la dirección del extremo trasero (28) y que tiene una superficie interior (224).
- 40 3. Boquilla de acuerdo con la reivindicación 2, en donde la superficie interior (224) de la tercera porción A5 tiene al menos una región que se ensancha a lo largo del eje longitudinal M en la dirección del extremo trasero (28) y cuya superficie interior incluye con el eje longitudinal M un ángulo δ en un intervalo de 30° a 90° , más preferentemente en un intervalo de 40° a 75° ,
- 45 o en donde, vista desde el extremo delantero (22), hay proporcionada una cuarta porción A7 con una superficie interior (227) después de la tercera porción A5, y una línea de conexión virtual V4 entre el borde de cuerpo (205) en la transición desde la segunda porción A3 hasta la tercera porción A5 y el borde de cuerpo (206) interior en la transición desde la tercera porción A5 hasta la cuarta porción A7 incluye con el eje longitudinal M un ángulo δ_1 en un intervalo de 30° a 90° , más preferentemente en un intervalo de 40° a 75° , y/o la superficie interior (224) de la tercera porción A5 incluye con el eje longitudinal M un ángulo δ en un intervalo de 30° a 90° , más preferentemente en un intervalo de 40° a 75° ,
- 50 o en donde, vista desde el extremo delantero (22), hay proporcionada una cuarta porción A7 con una superficie interior (227) después de la tercera porción A5, en donde la superficie interior (227) de la cuarta porción A7 tiene al menos una región que se ensancha en un ángulo ϵ con respecto al eje longitudinal M en un intervalo de 0° a 10° , preferentemente de 5° , en la dirección del extremo trasero (28) o se estrecha en un ángulo en un intervalo de 170° a 180° , preferentemente de 175° , en la dirección al extremo trasero (28), o se extiende paralelamente al eje longitudinal M, o en donde
- 55 la superficie interior (227) de la cuarta porción A7 se ensancha en un ángulo ϵ con respecto al eje longitudinal M en un intervalo de 0° a 10° , preferentemente de 5° , en la dirección del extremo trasero (28) o se estrecha en un ángulo en un intervalo de 170° a 180° , preferentemente de 175° , en la dirección del extremo trasero (28), o se extiende paralelamente al eje longitudinal M.
- 60
- 65

4. Boquilla (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la primera porción A1, vista desde el extremo delantero (22), se estrecha de una forma cónica, convexa o cóncava, y/o
- 5 la segunda porción A3 se estrecha o se ensancha de una forma cónica, convexa o cóncava, y/o
 la tercera porción A5 se ensancha de una forma cónica, convexa o cóncava, y/o
 la cuarta porción A7 se estrecha o se ensancha de una forma cónica, convexa o cóncava.
- 10 5. Boquilla (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la primera porción A1, vista desde el extremo delantero (22), se estrecha de una forma continua o discontinua, y/o
- 15 la segunda porción A3 se estrecha o se ensancha de una forma continua o discontinua, y/o
 la tercera porción A5 se ensancha de una forma continua o discontinua, y/o
 la cuarta porción A7 se estrecha o se ensancha de una forma continua o discontinua.
- 15 6. Boquilla (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la primera porción A1, vista desde el extremo delantero (22), se estrecha de una forma escalonada, y/o
- 20 la segunda porción A3 se estrecha o se ensancha de una forma escalonada y/o perpendicularmente al eje longitudinal M, y/o
 la tercera porción A5 se ensancha de forma escalonada y/o perpendicularmente al eje longitudinal M, y/o
 la cuarta porción A7 se estrecha o se ensancha de forma escalonada y/o perpendicularmente al eje longitudinal M.
- 25 7. Boquilla (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde
- 25 la primera porción A1 y la segunda porción A3 o
 la segunda porción A3 y la tercera porción A5 o
 la tercera porción A5 y la cuarta porción A7 o
 la primera porción A1, la segunda porción A3 y la tercera porción A5 o
 la segunda porción A3, la tercera porción A5 y la cuarta porción A7 o
 la primera porción A1, la segunda porción A3, la tercera porción A5 y la cuarta porción A7
 se suceden directamente.
- 35 8. Boquilla (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde una mayor área de sección transversal A10 de la primera porción A1 y/o una mayor área de sección transversal A10 de la abertura de boquilla (24) directamente en el extremo delantero (22) de la abertura de boquilla (24) es/son al menos 1,7, preferentemente 2,1, veces mayor/es, y/o como máximo 4,0, preferentemente 3,7, veces mayor/es, que el área de sección transversal más pequeña A30, A31 de la segunda porción A3 y/o un área de sección transversal más pequeña A30, A31 de la abertura de boquilla (24).
- 40 9. Boquilla (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde un diámetro mayor D₁ de la primera porción A₁ y/o un diámetro mayor D₁ de la abertura de boquilla (24) directamente en el extremo delantero de la abertura de boquilla (24) son/es al menos 1,3, preferentemente 1,45, veces mayor, y/o como máximo 2,1, preferentemente 1,9, veces mayor que un diámetro menor D₃ de la segunda porción A₃ y/o un diámetro menor D₃ de la abertura de boquilla (24).
- 45 10. Boquilla (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde un diámetro mayor D₁ de la primera porción A₁ y/o un diámetro mayor D₁ de la abertura de boquilla (24) directamente en el extremo delantero (22) de la abertura de boquilla (24) es/son al menos 0,5 mm, preferentemente 0,6 mm, mayor/es, y/o como máximo 1,2 mm, preferentemente 1,0 mm, mayor/es que un diámetro menor D₃ de la segunda porción A₃ y/o un diámetro menor D₃ de la abertura de boquilla (24).
- 50 11. Boquilla (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde el cociente L₁/L₃ de la longitud L₃, a lo largo del eje longitudinal M, de la primera porción A₁ y la longitud L₃, a lo largo del eje longitudinal M, de la segunda porción A₃ es de entre 0,5 y 1,2, preferentemente de entre 0,65 y 1,
- 55 y/o en donde el cociente L₅/L₁ de la longitud L₅, a lo largo del eje longitudinal M, de la tercera porción A₃ y la longitud L₃, a lo largo del eje longitudinal M, de la primera porción A₁ es menor que o igual a 1,5, preferentemente menor o igual a 1,25,
- 60 y/o en donde el cociente L₅/L₃ de la longitud L₅, a lo largo del eje longitudinal M, de la tercera porción A₃ y la longitud L₃, a lo largo del eje longitudinal, de la segunda porción A₃ es menor que o igual a 1,25, preferentemente menor que o igual a 1.
- 65 12. Boquilla (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde, para las longitudes de las porciones primera, segunda, tercera y cuarta, se cumple que:

$L_1 \leq 2 \text{ mm}$, $L_3 \leq 3 \text{ mm}$, $L_5 \leq 2 \text{ mm}$ y $L_7 \leq 3 \text{ mm}$, preferentemente
 $L_1 \leq 1 \text{ mm}$, $L_3 \leq 1,5 \text{ mm}$, $L_5 \leq 1,5 \text{ mm}$ y $L_7 \leq 2,5 \text{ mm}$.

- 5 13. Boquilla (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde el cociente L_3/D_3 de la longitud L_3 , a
lo largo del eje longitudinal M, de la segunda porción A_3 y el diámetro D_3 de la segunda porción A_3 es de entre 0,6 y
1,7, preferentemente de entre 0,65 y 1,55,
- 10 y/o en donde un diámetro mayor D_7 de la cuarta porción A_7 es al menos igual a, y como máximo dos veces, un o
el mayor diámetro D_2 de la primera porción A_1 y/o un o el mayor diámetro D_1 de la abertura de boquilla (24)
directamente en el extremo delantero (22) de la abertura de boquilla (24).
- 15 14. Boquilla (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde un volumen V_{10} de un espacio formado
por la(s) superficie(s) interior(es) (211 y/o 211 y 213) de la primera porción A_1 es mayor, preferentemente al menos
1,3 veces mayor y/o como máximo 2,5 veces mayor, y aún más preferentemente como máximo 2,2 veces mayor, que
un volumen V_{30} de un espacio formado por la superficie interior (220) de la segunda porción A_3 ,
- 20 y/o, en la transición desde la primera porción A_1 hasta la segunda porción A_3 , el diámetro D_3 de la segunda porción
 A_3 es al menos 0,2 mm y/o como máximo 0,6 mm menor que el diámetro D_2 y/o el diámetro más pequeño D_2 de la
primera porción A_1 .

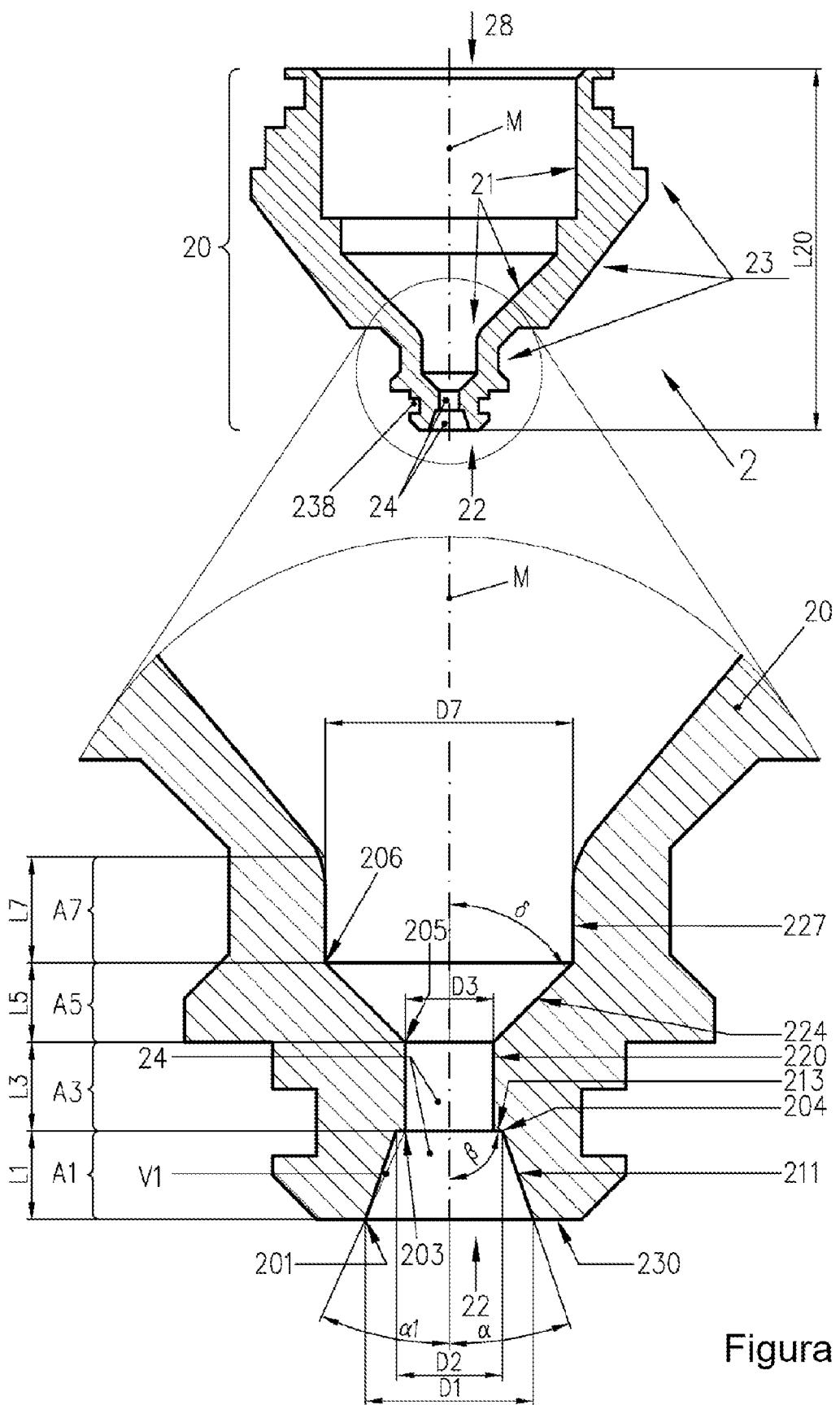


Figura 1

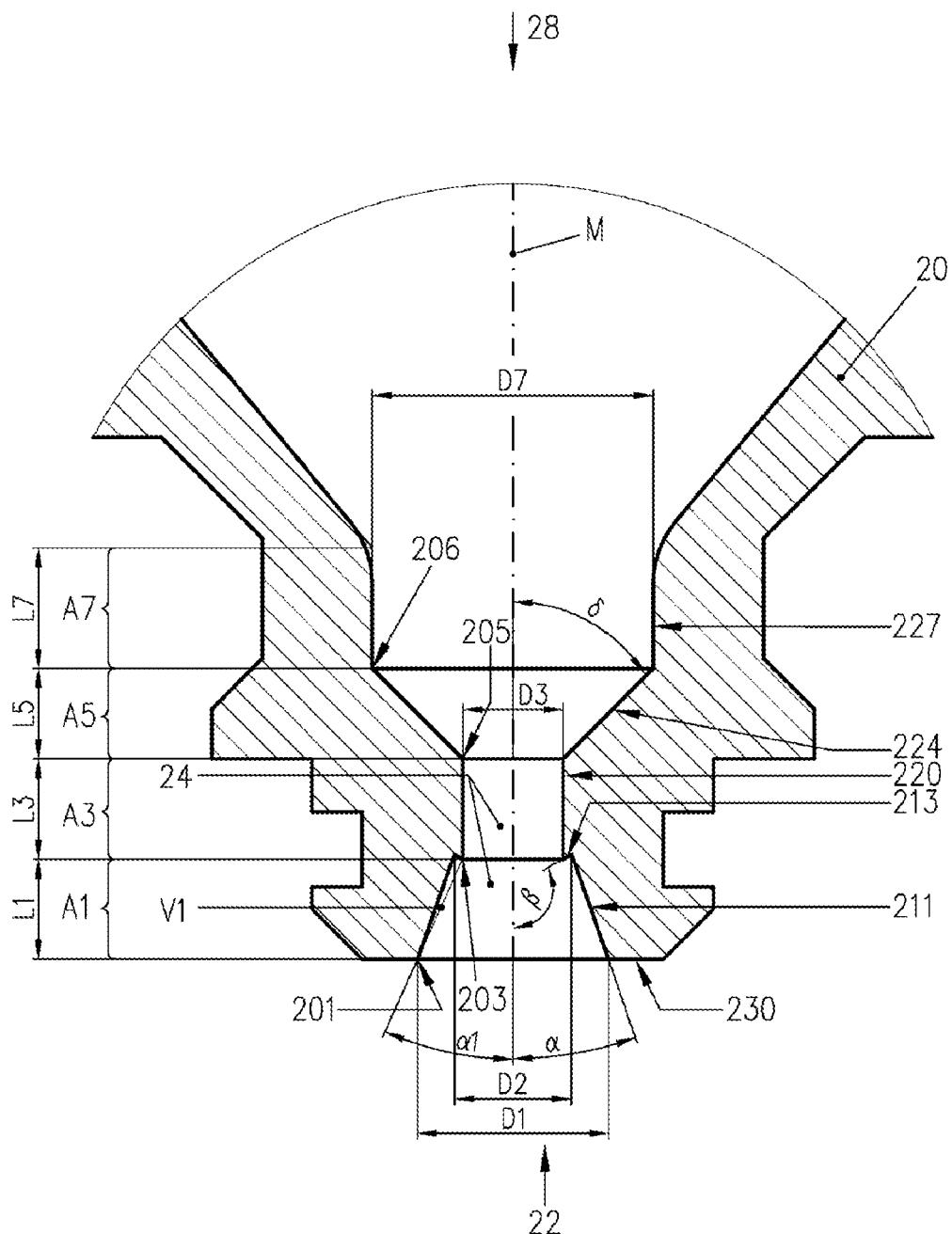


Figura 2

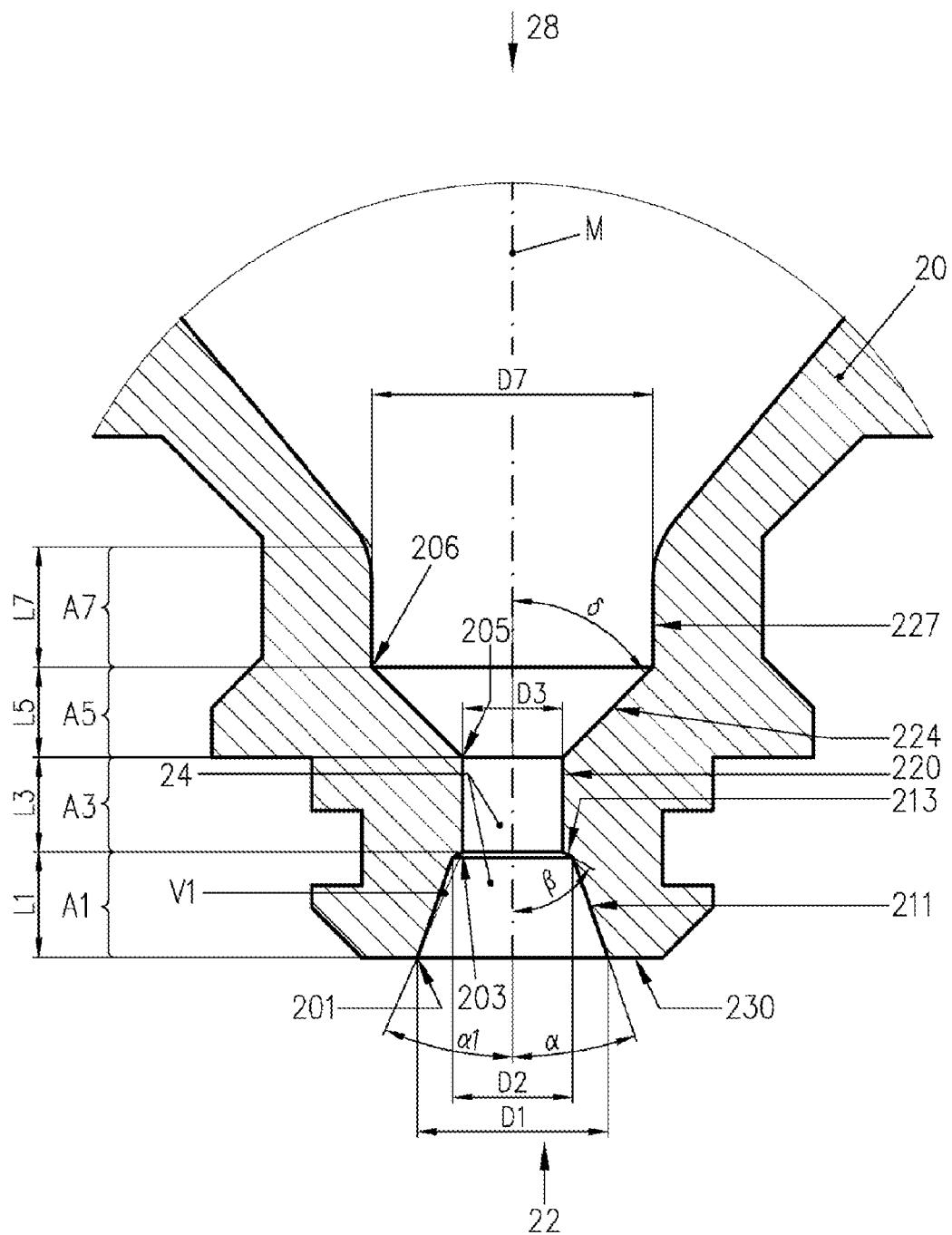


Figura 3

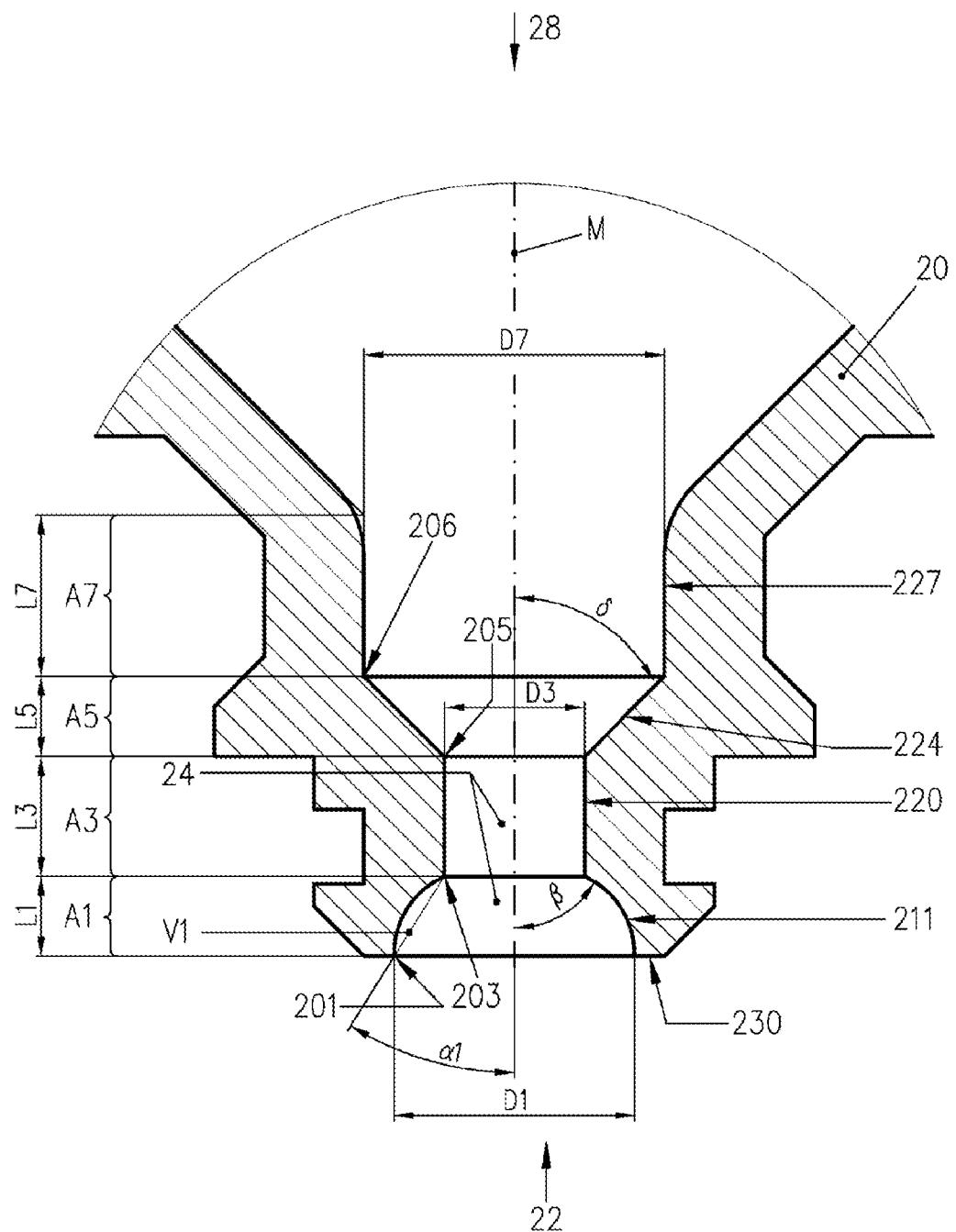


Figura 4

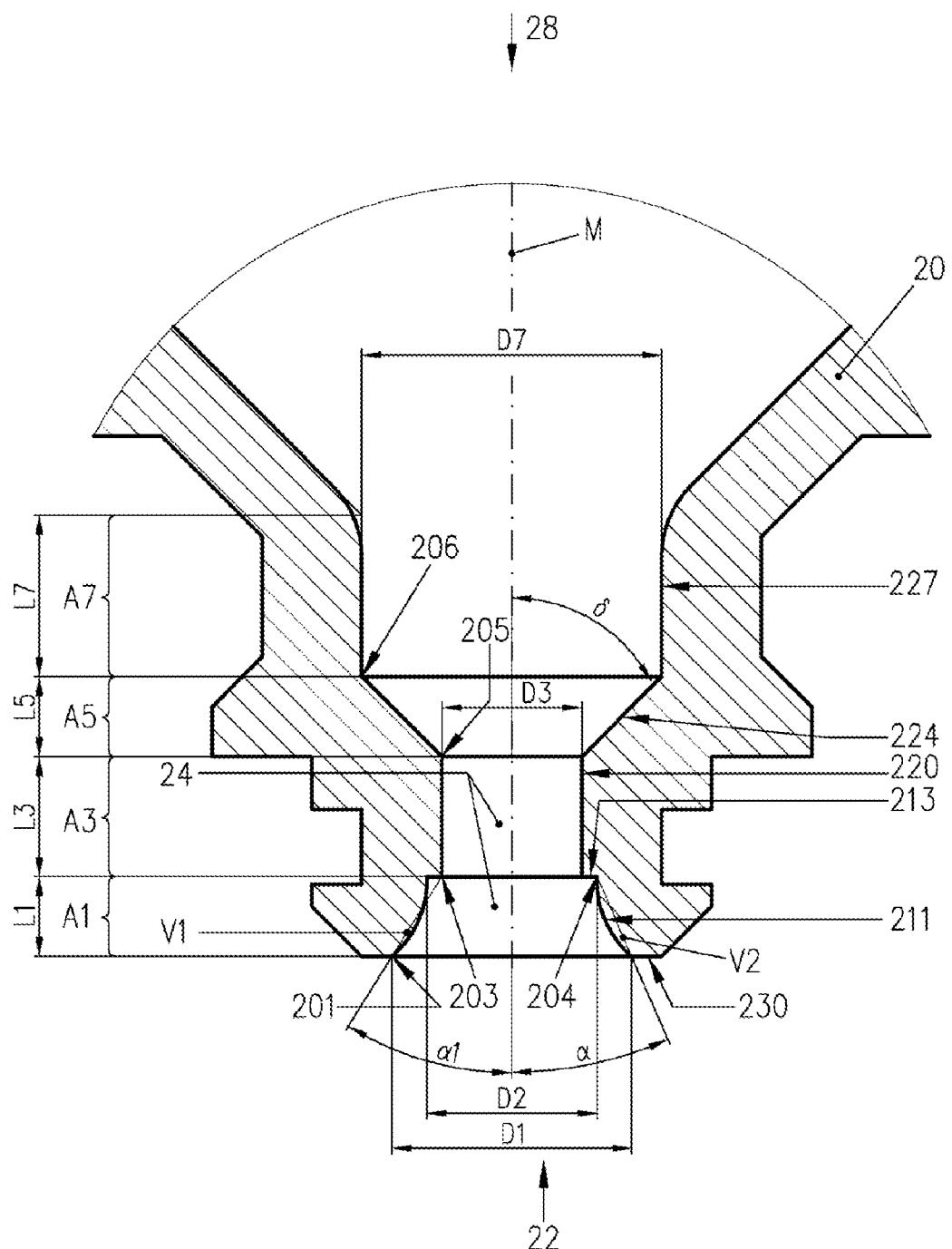


Figura 5

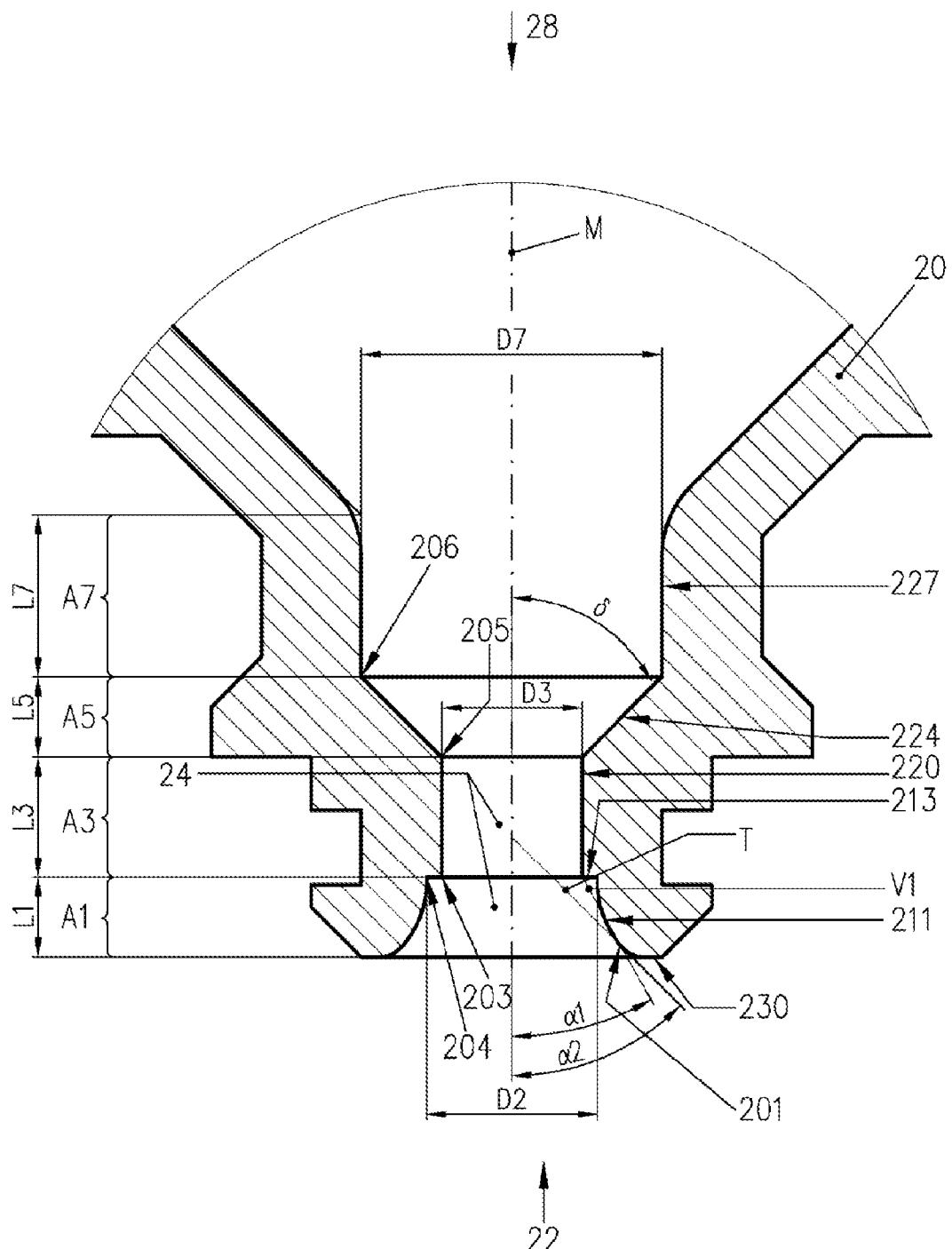


Figura 5.1

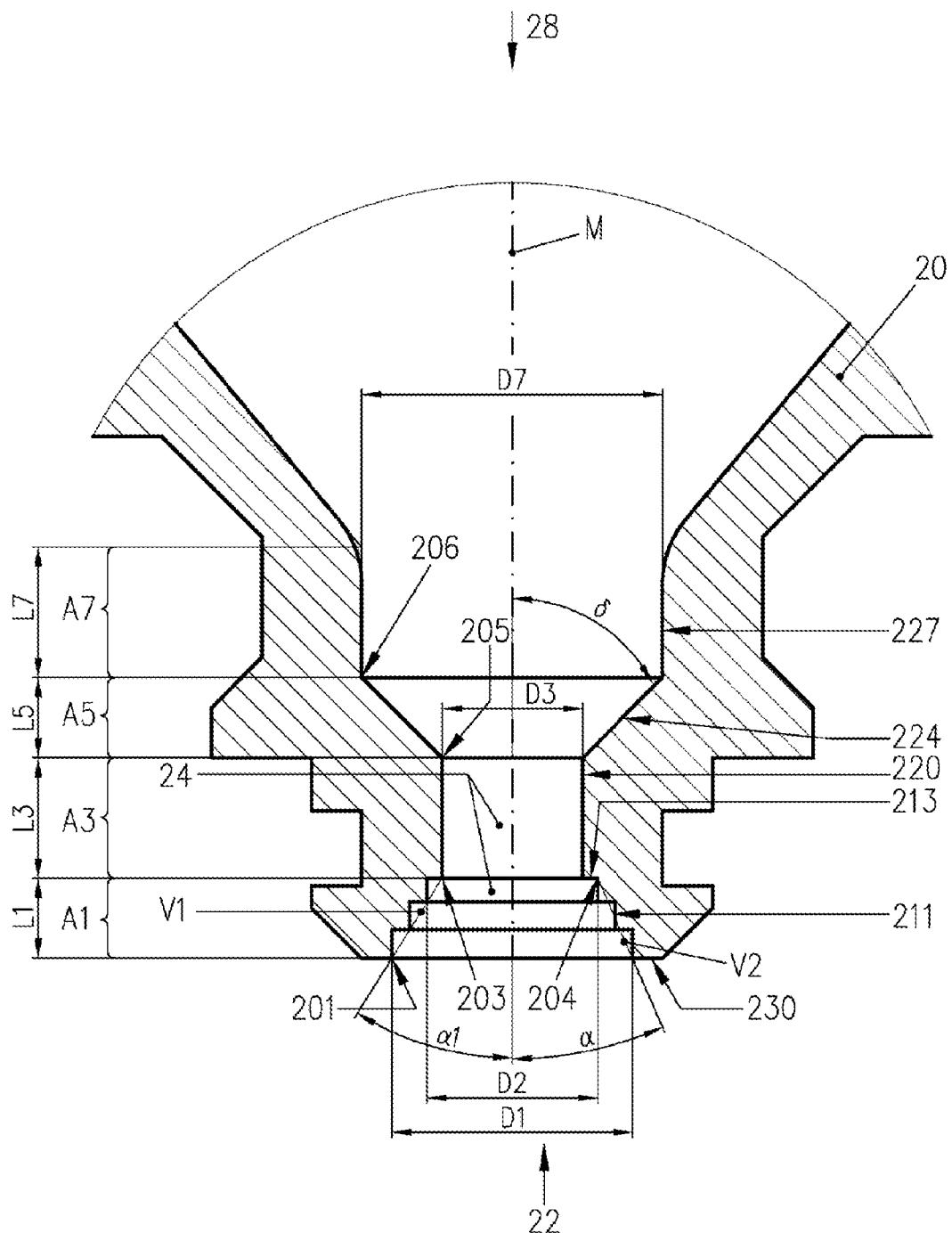


Figura 6

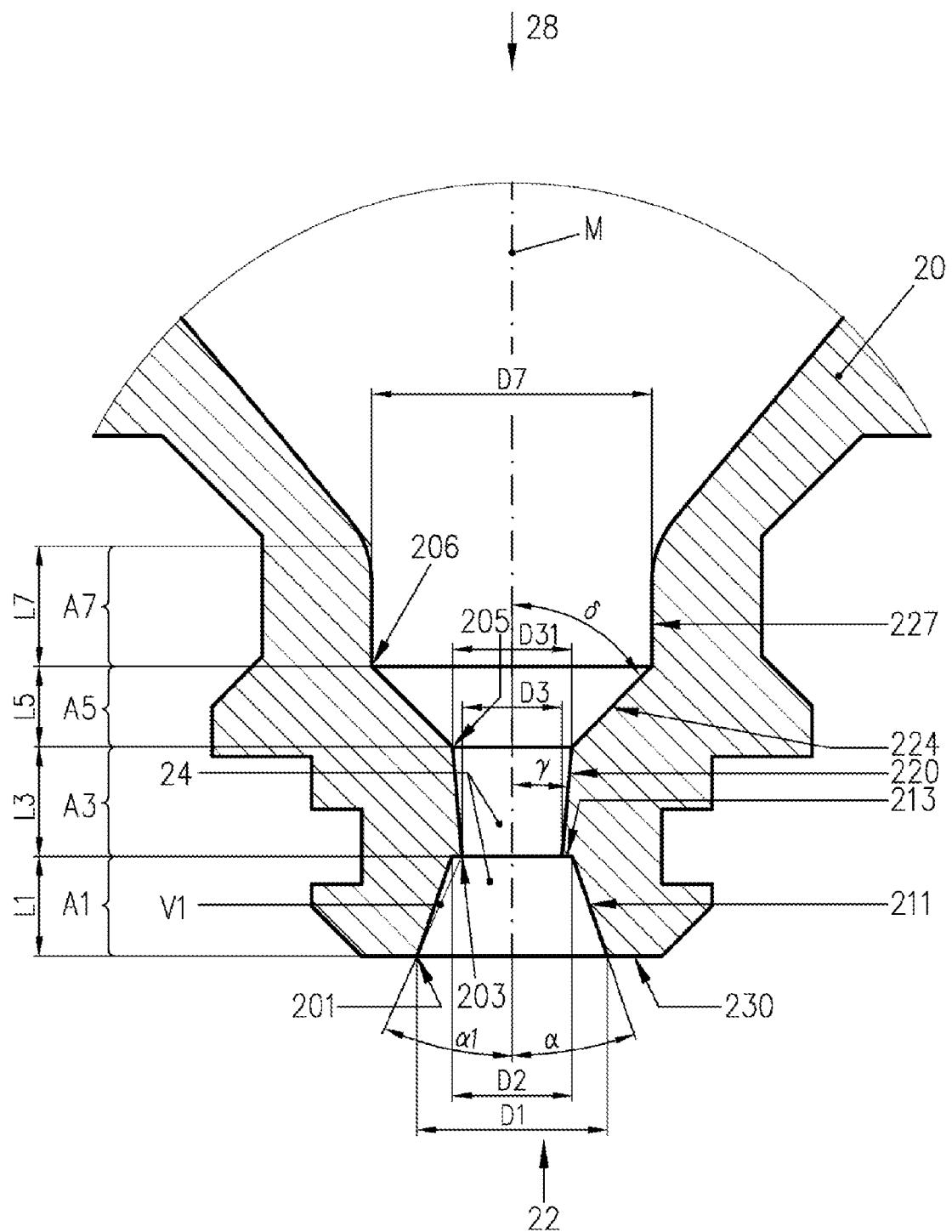


Figura 7

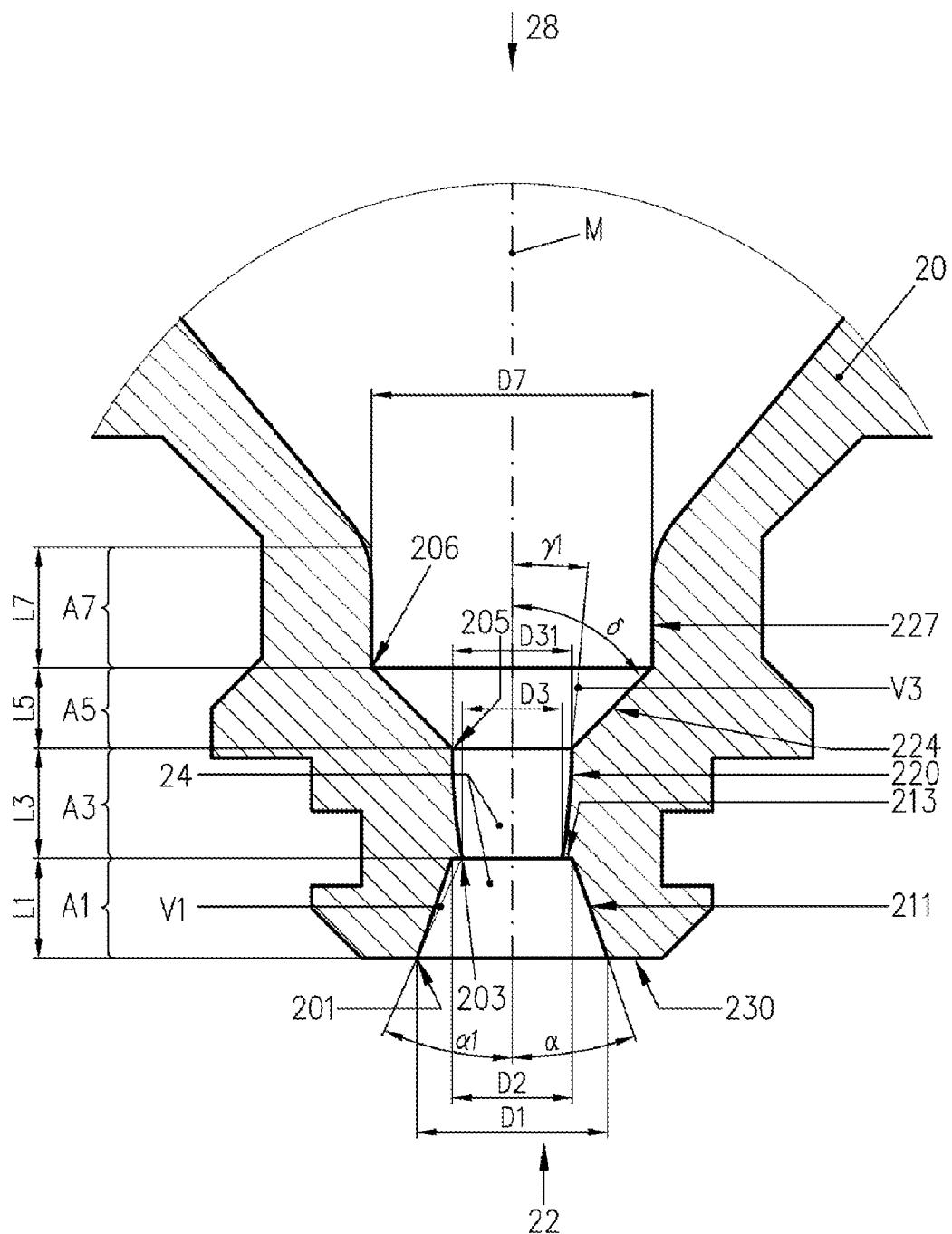


Figura 7.1

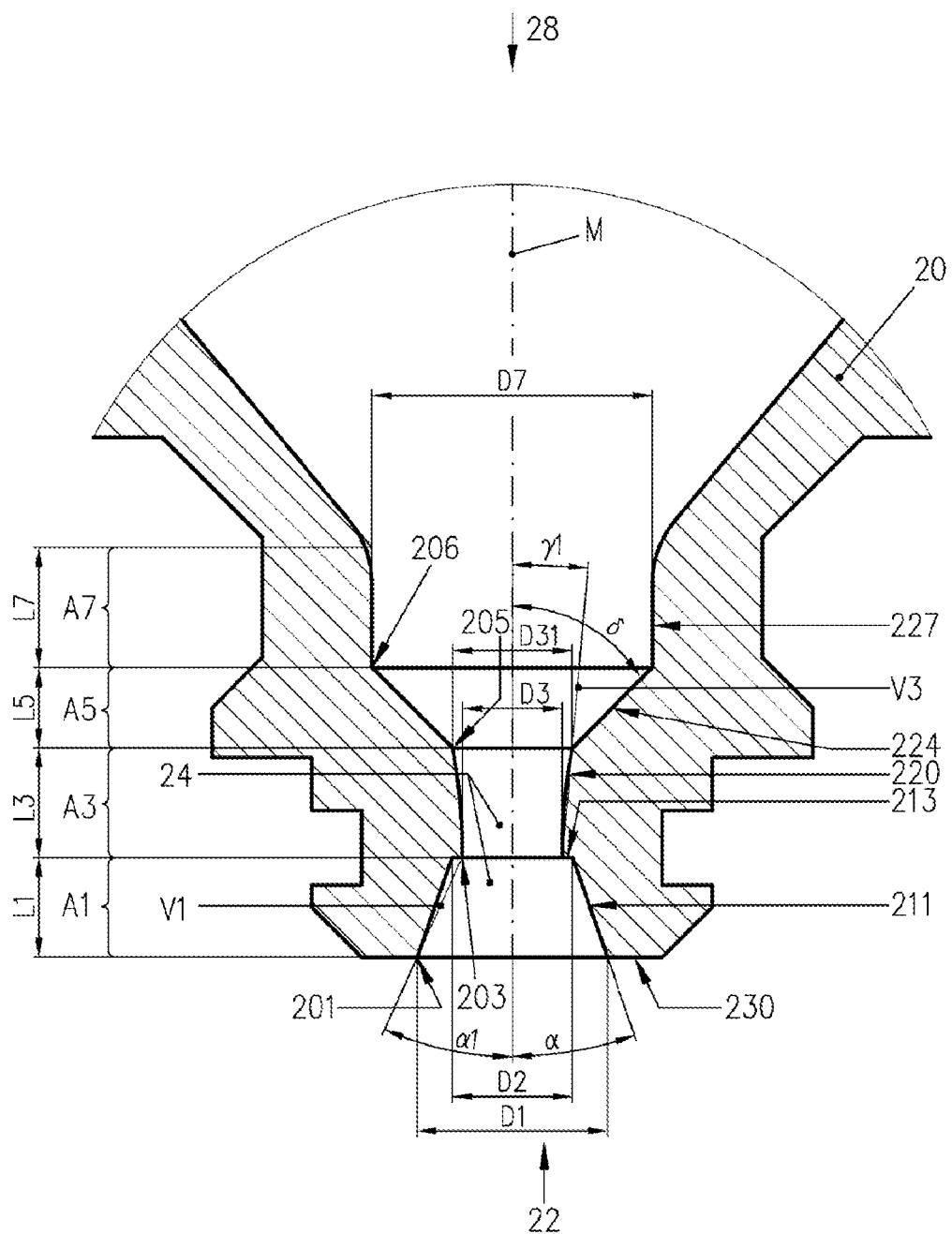


Figura 7.2

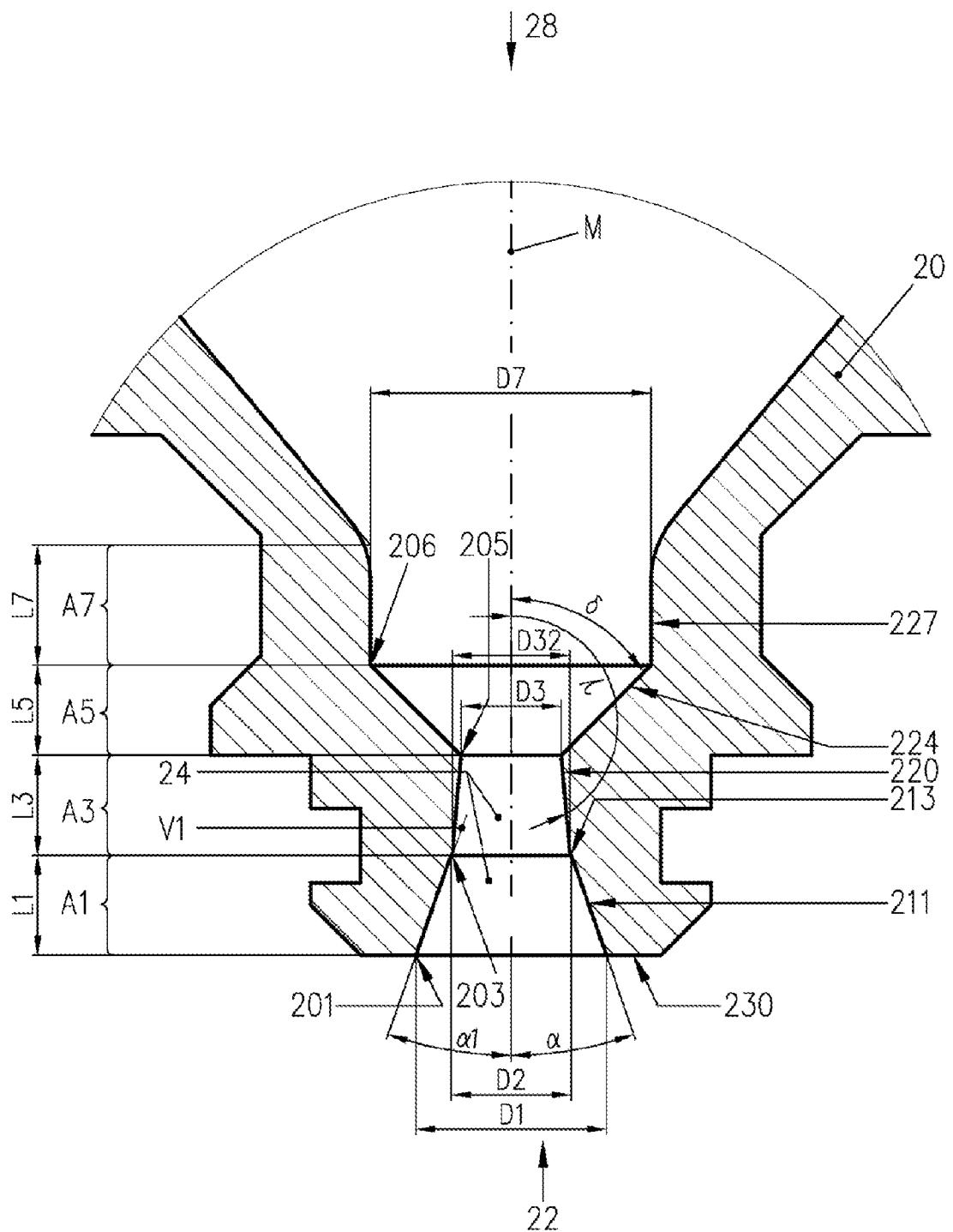


Figura 8

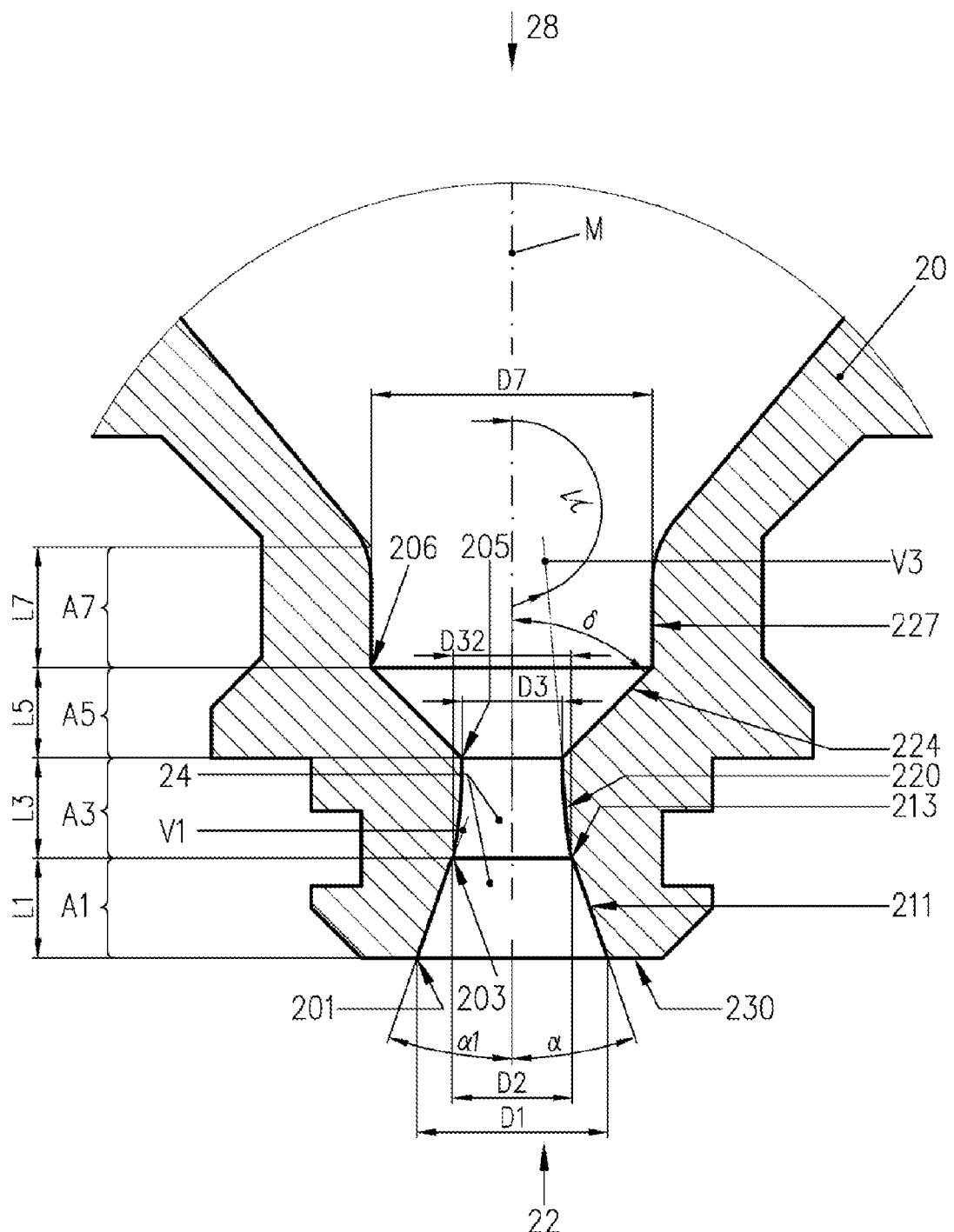


Figura 8.1

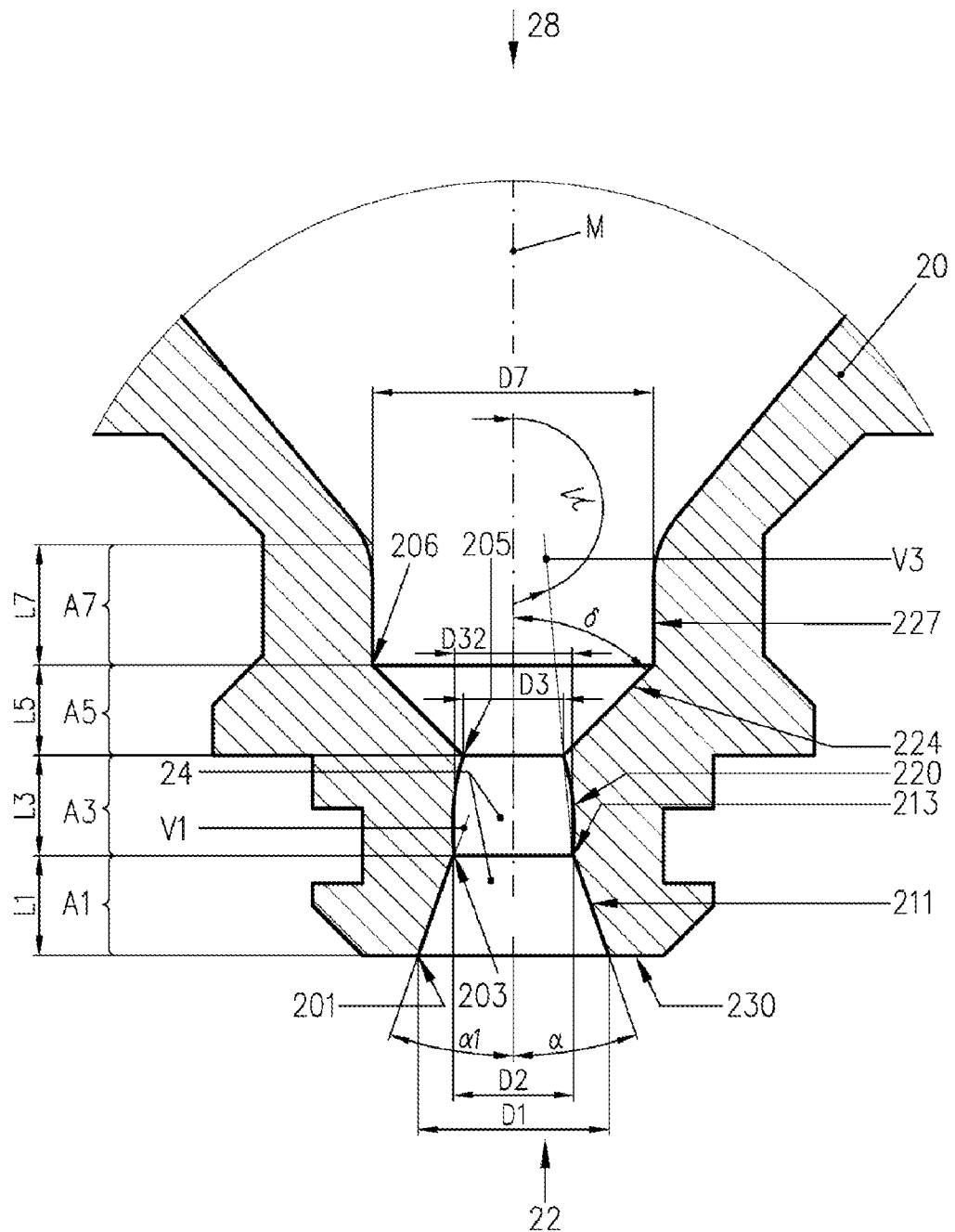


Figura 8.2

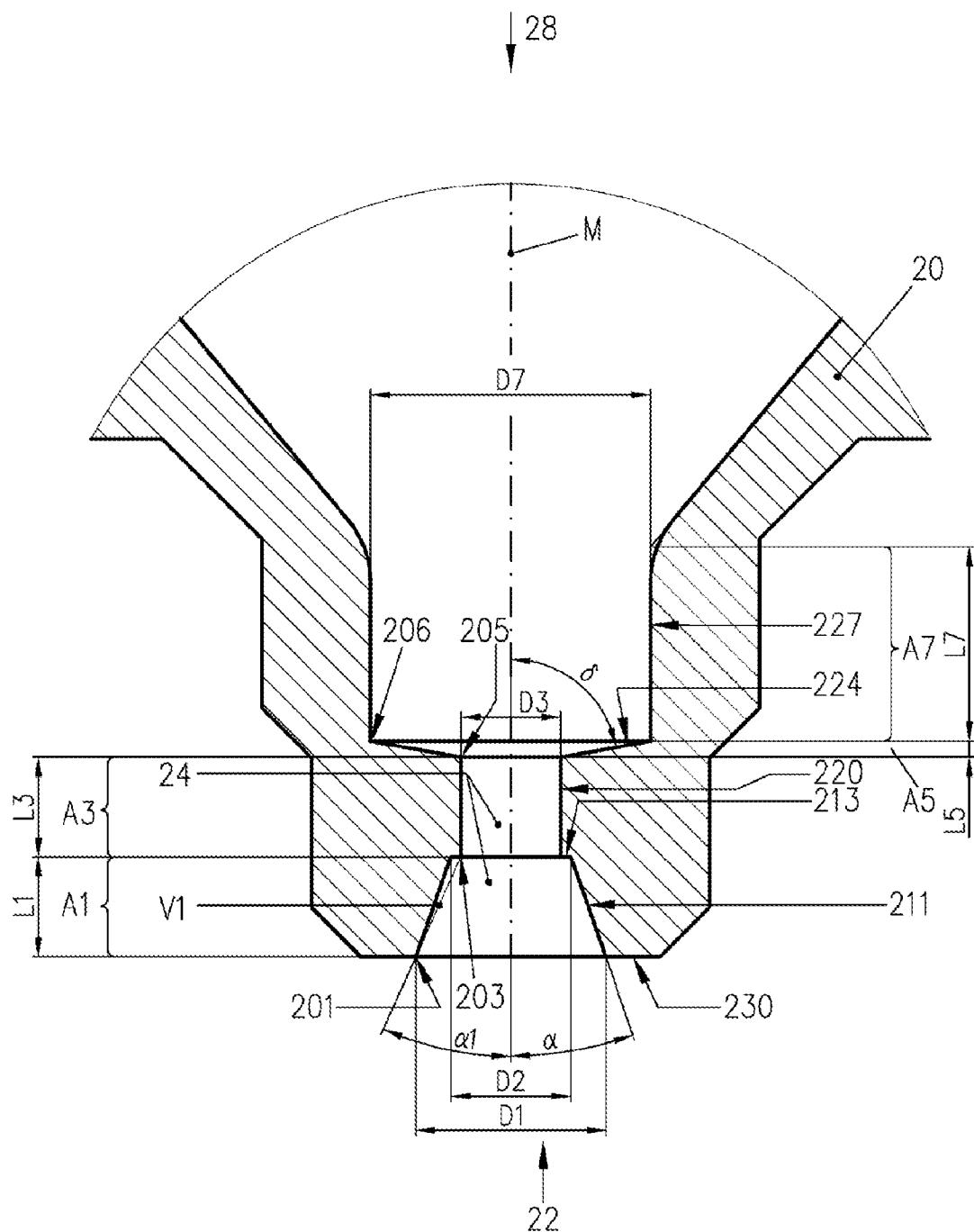


Figura 9

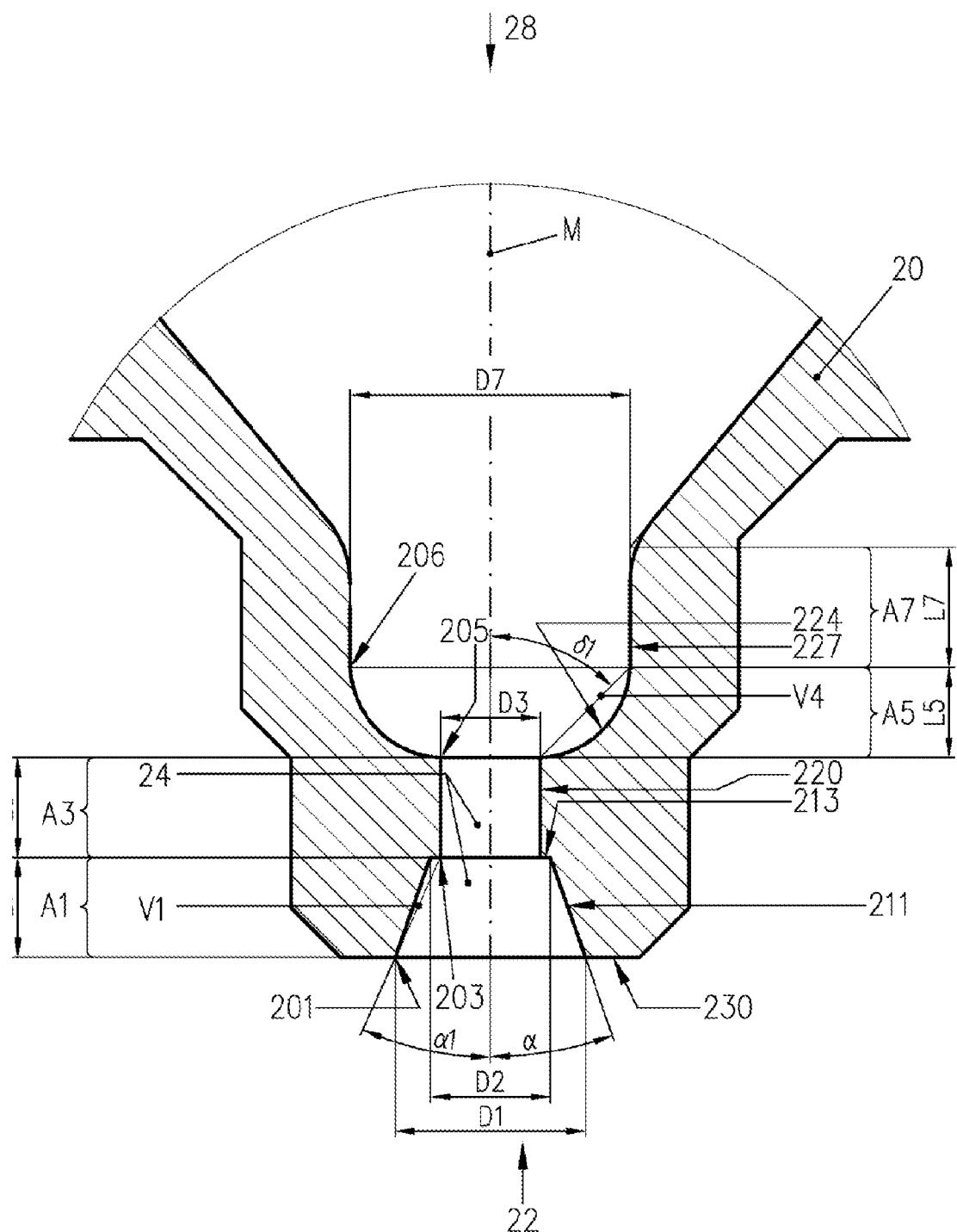


Figura 9.1

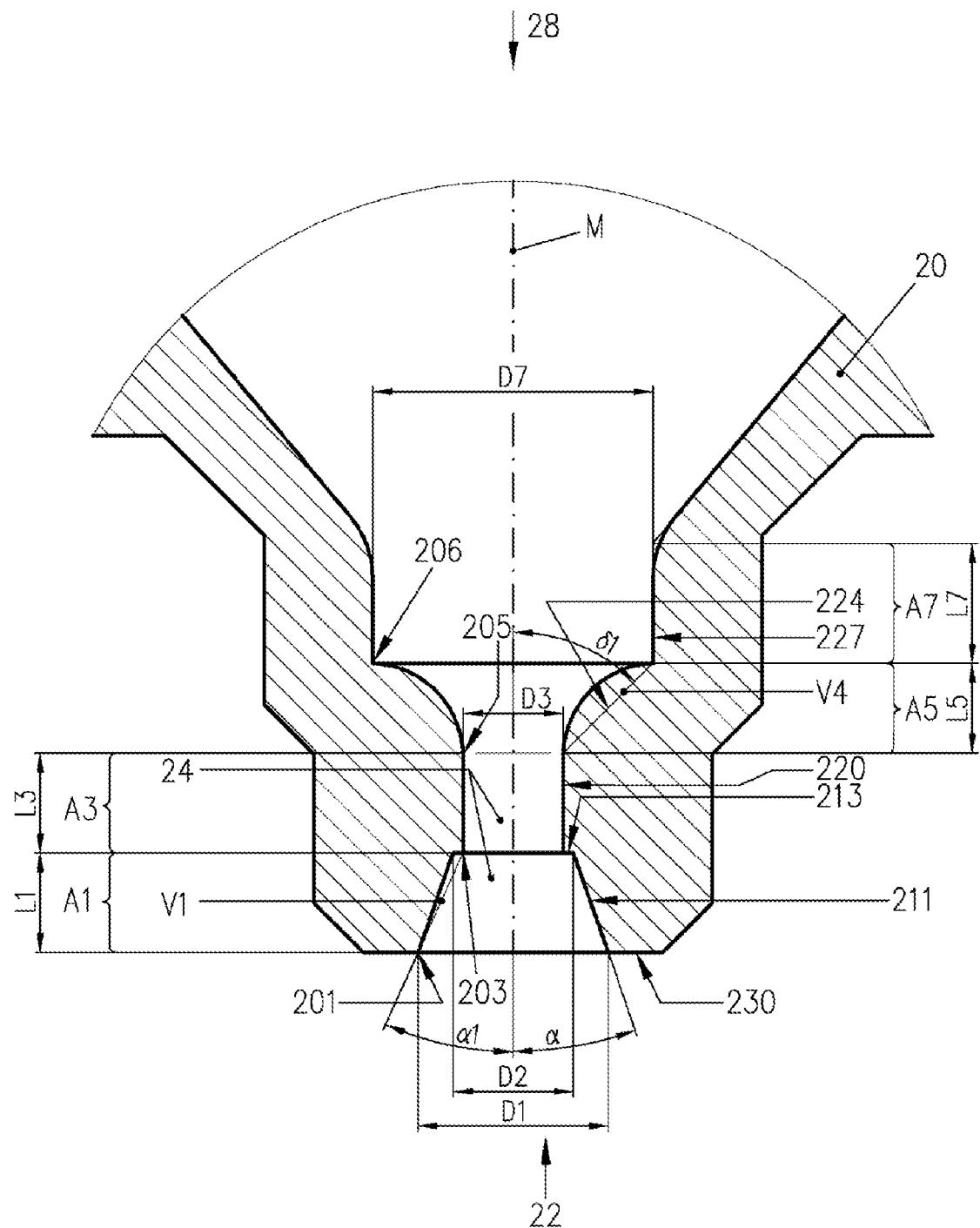


Figura 9.2

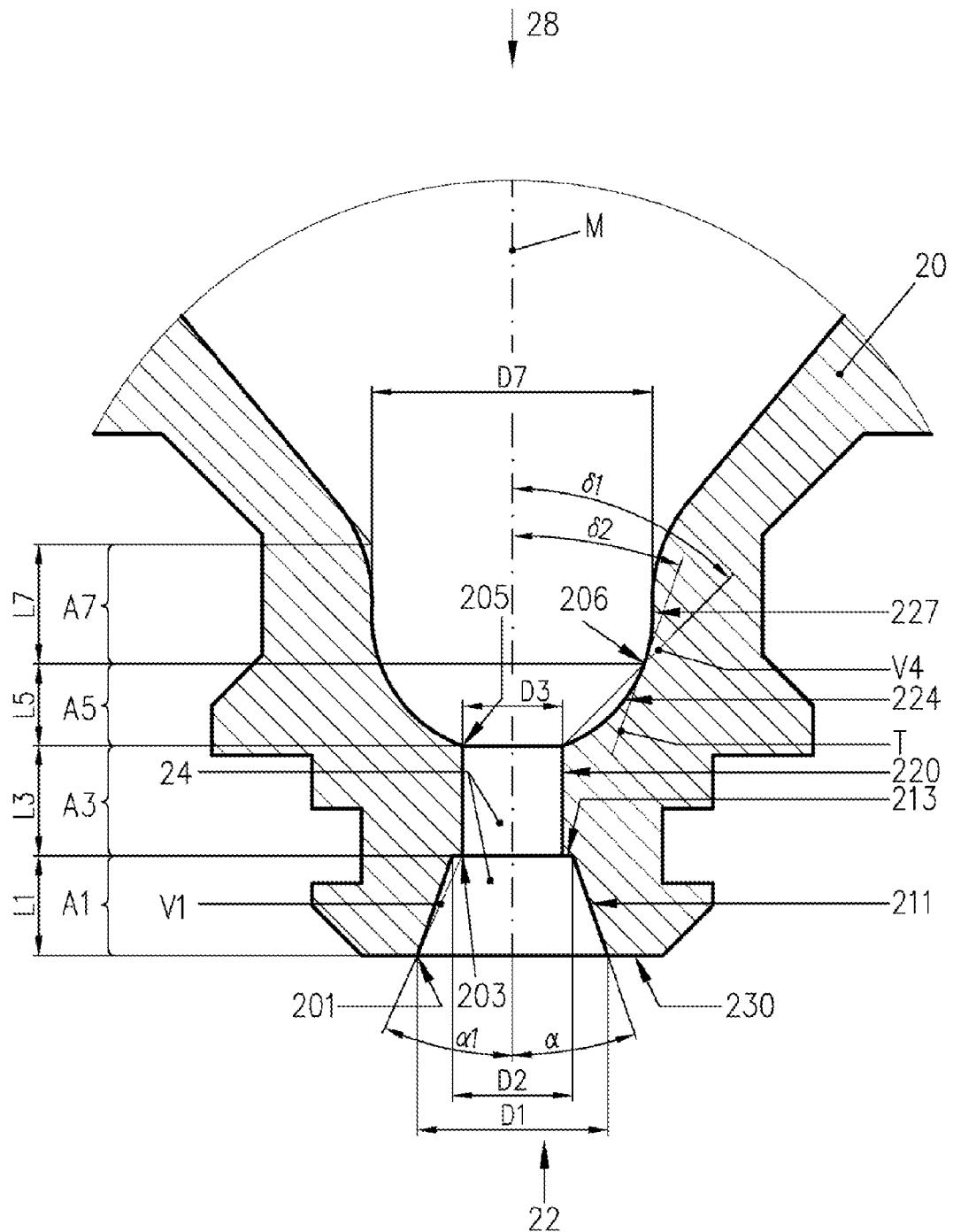


Figura 9.3

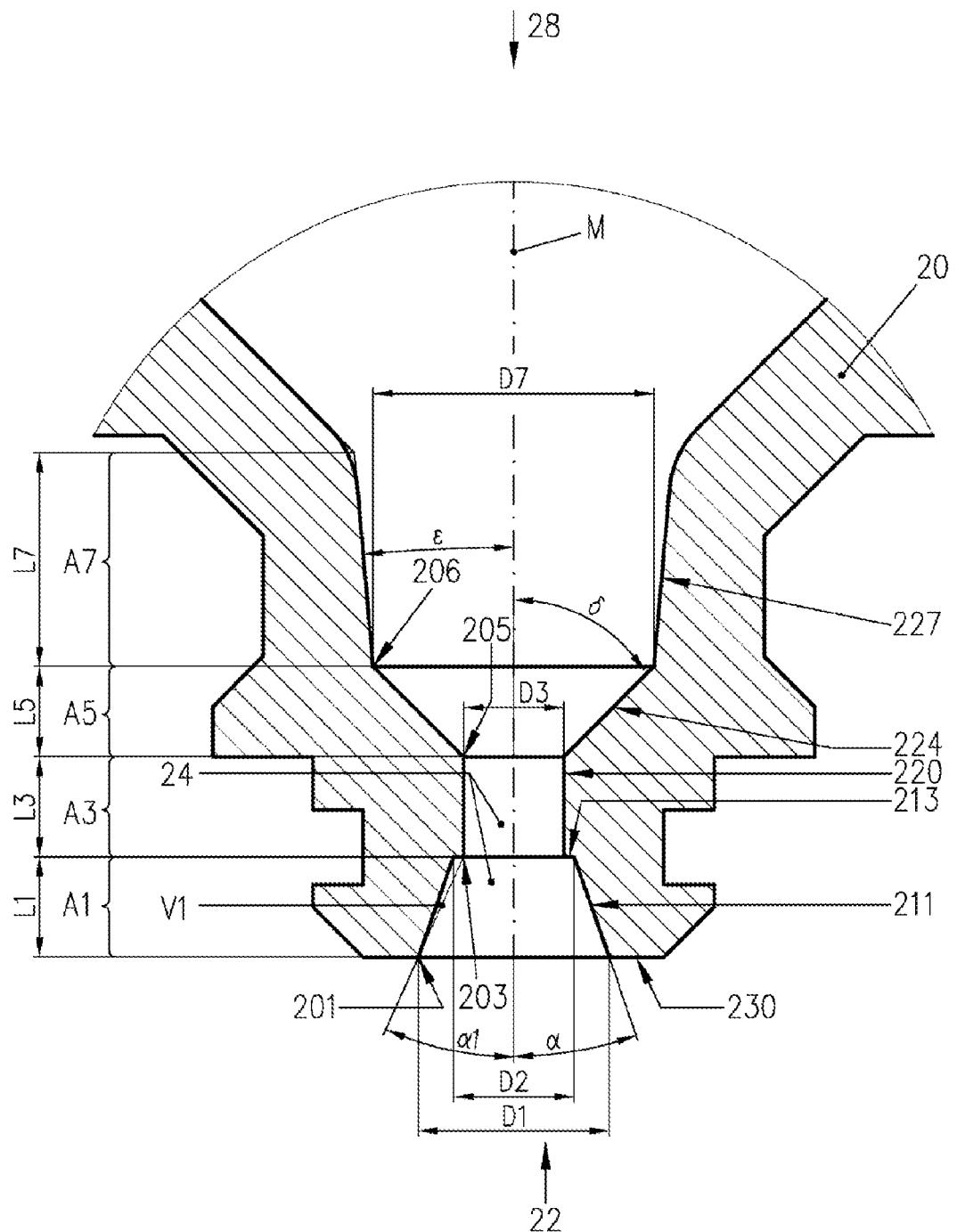


Figura 10

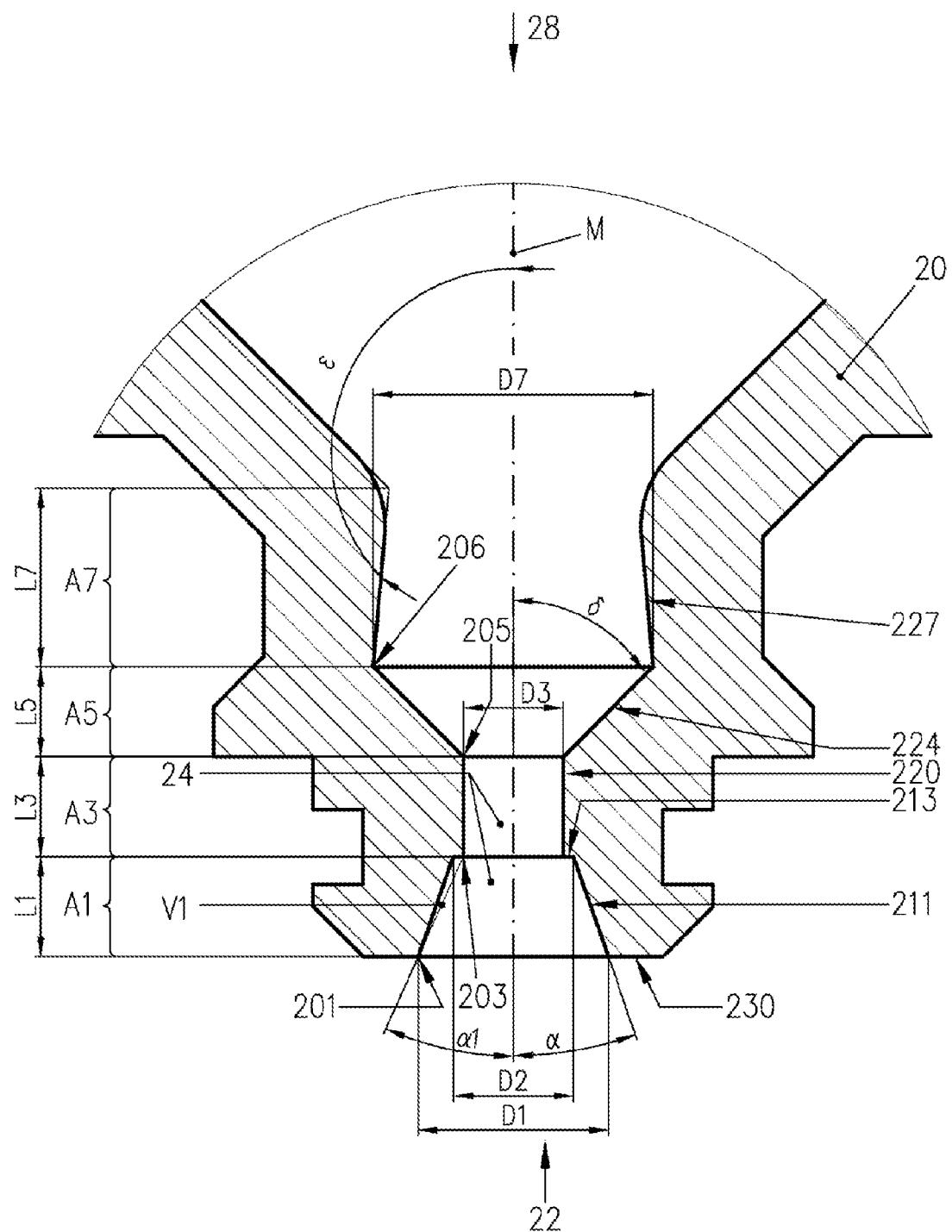


Figura 11

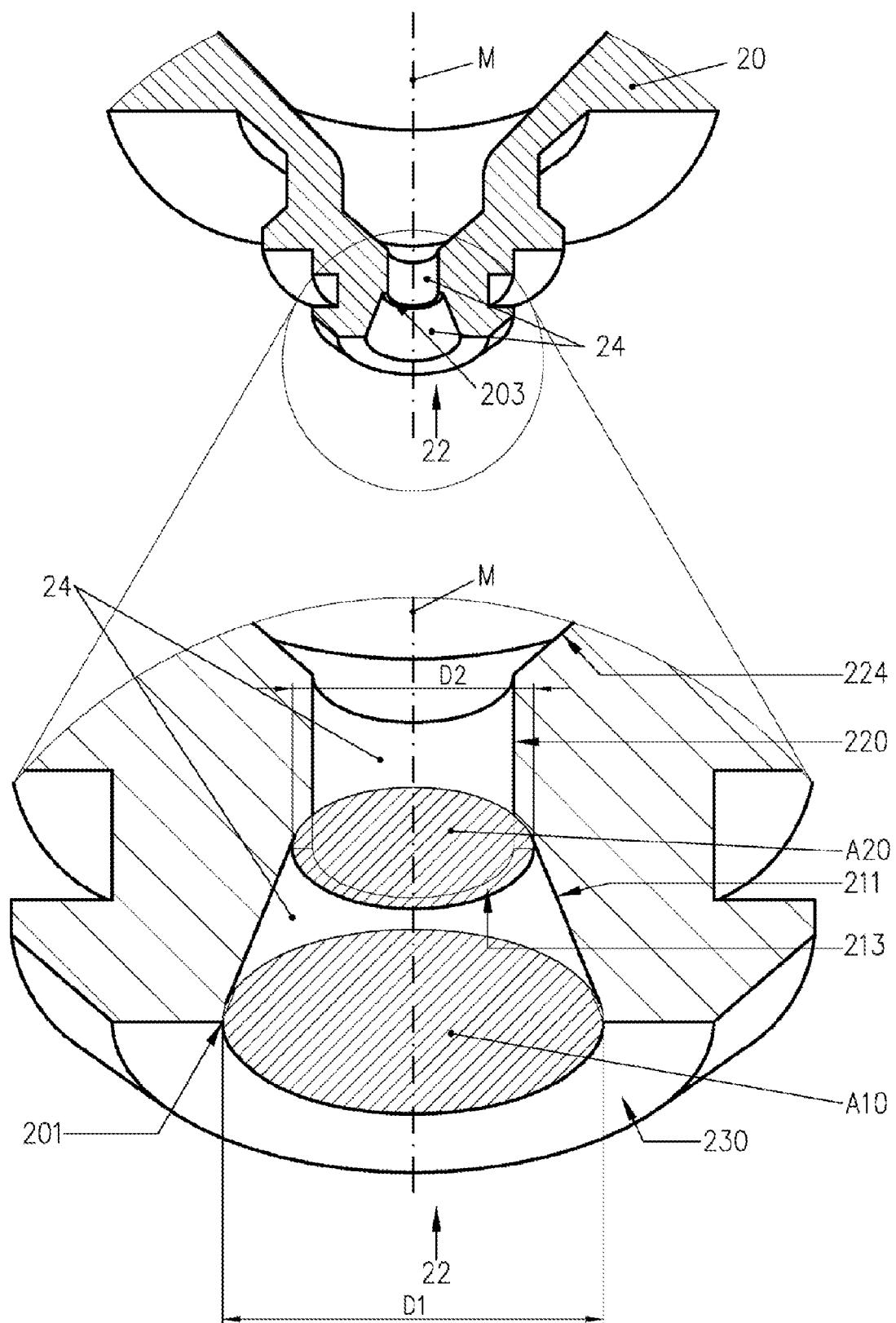


Figura 12

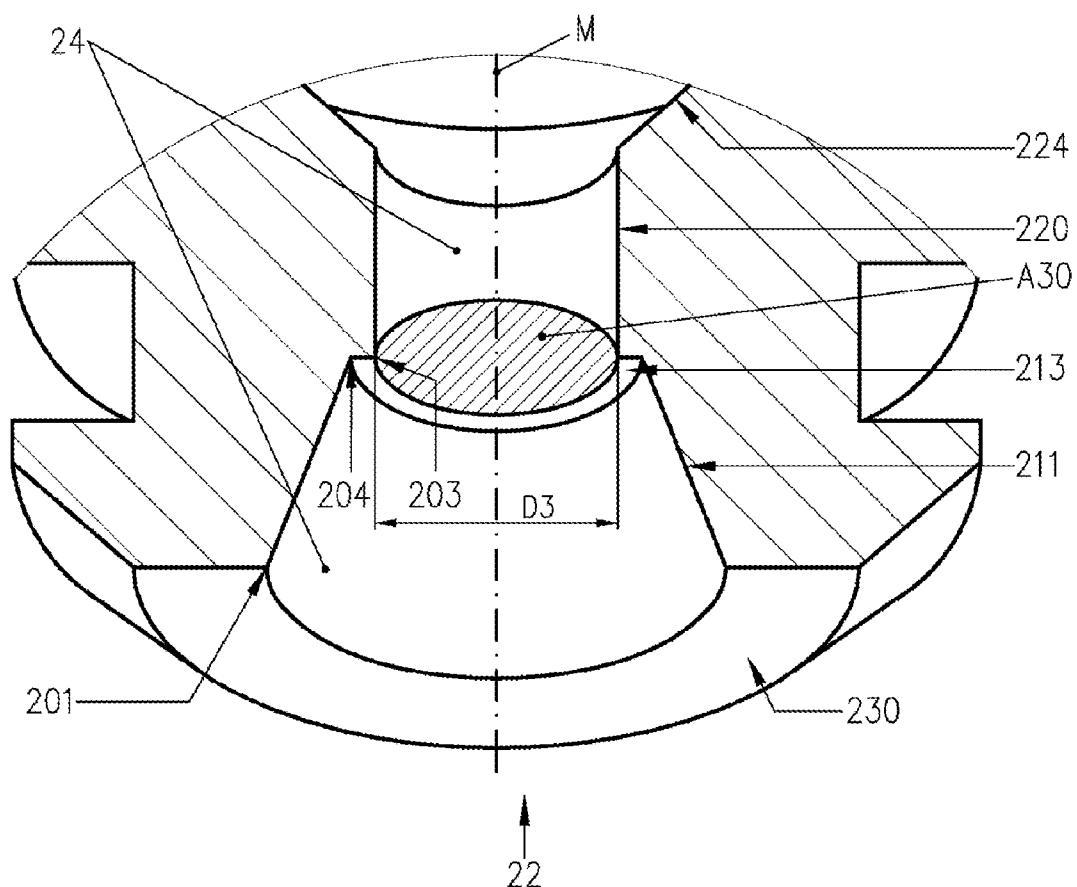


Figura 13

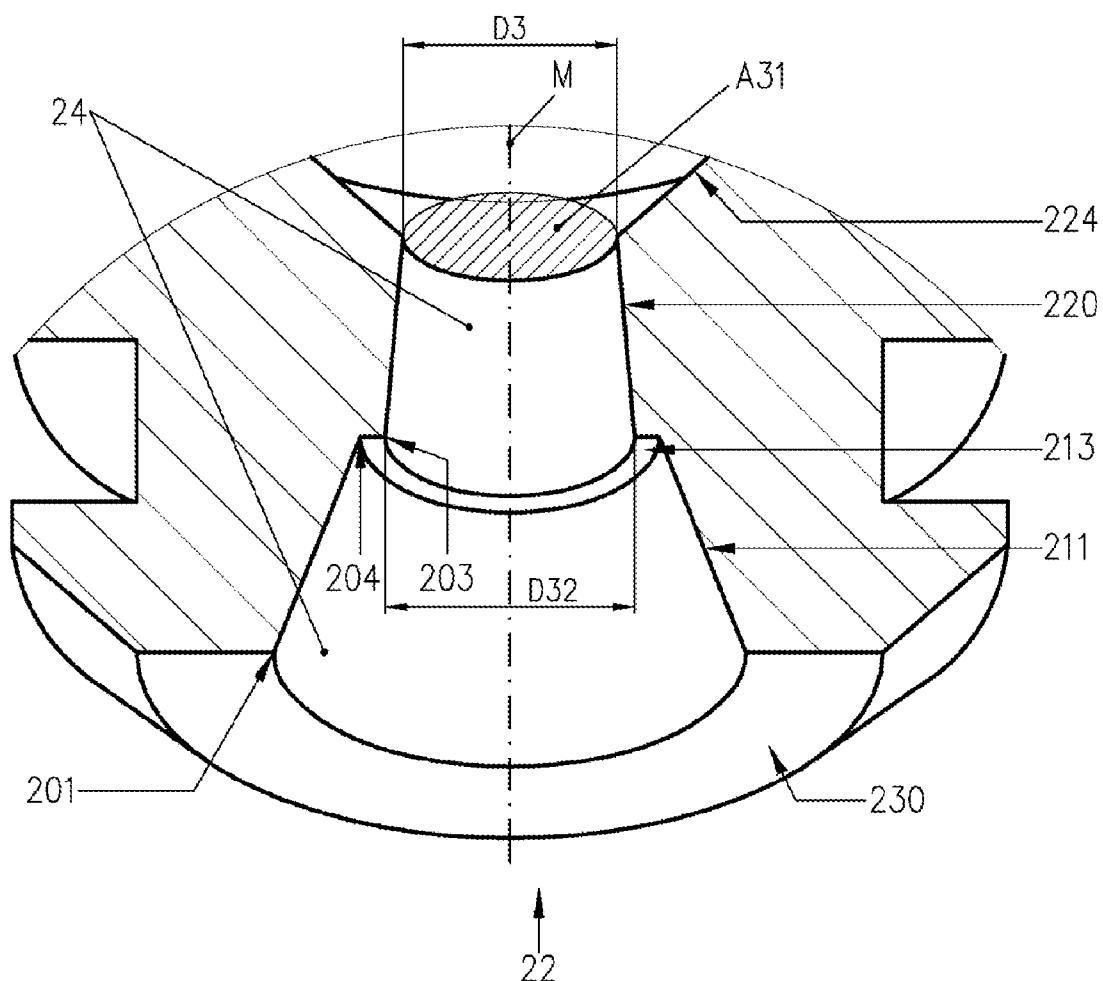


Figura 13a

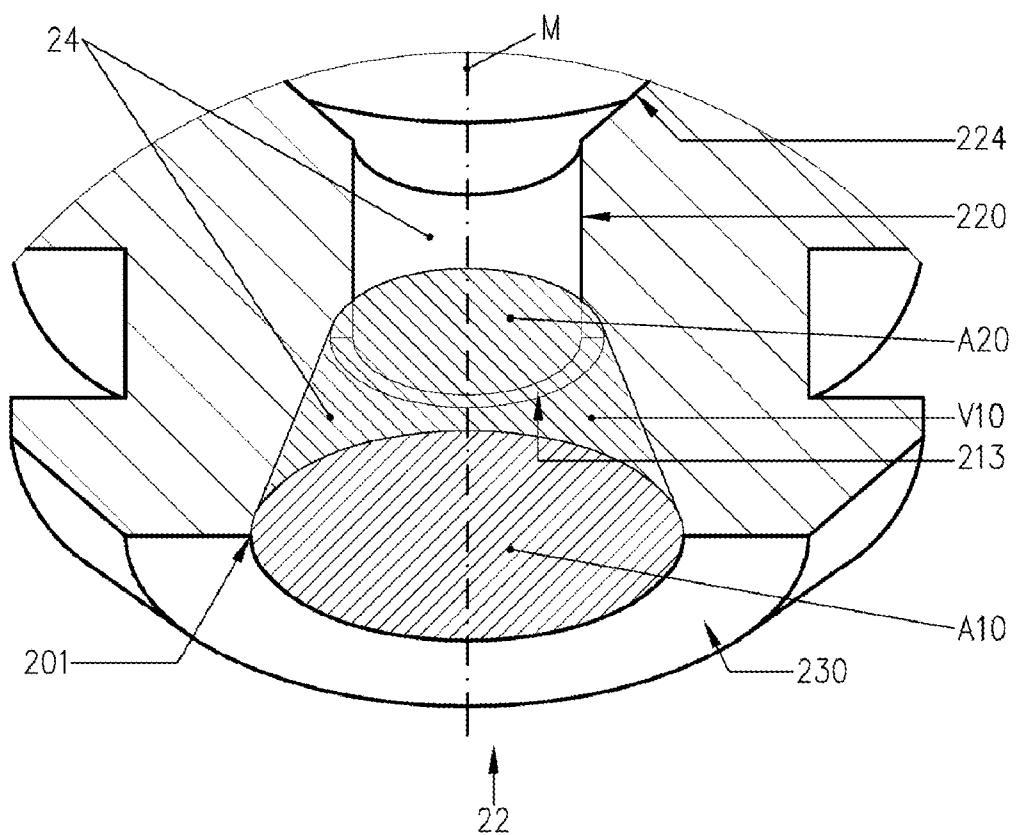


Figura 14

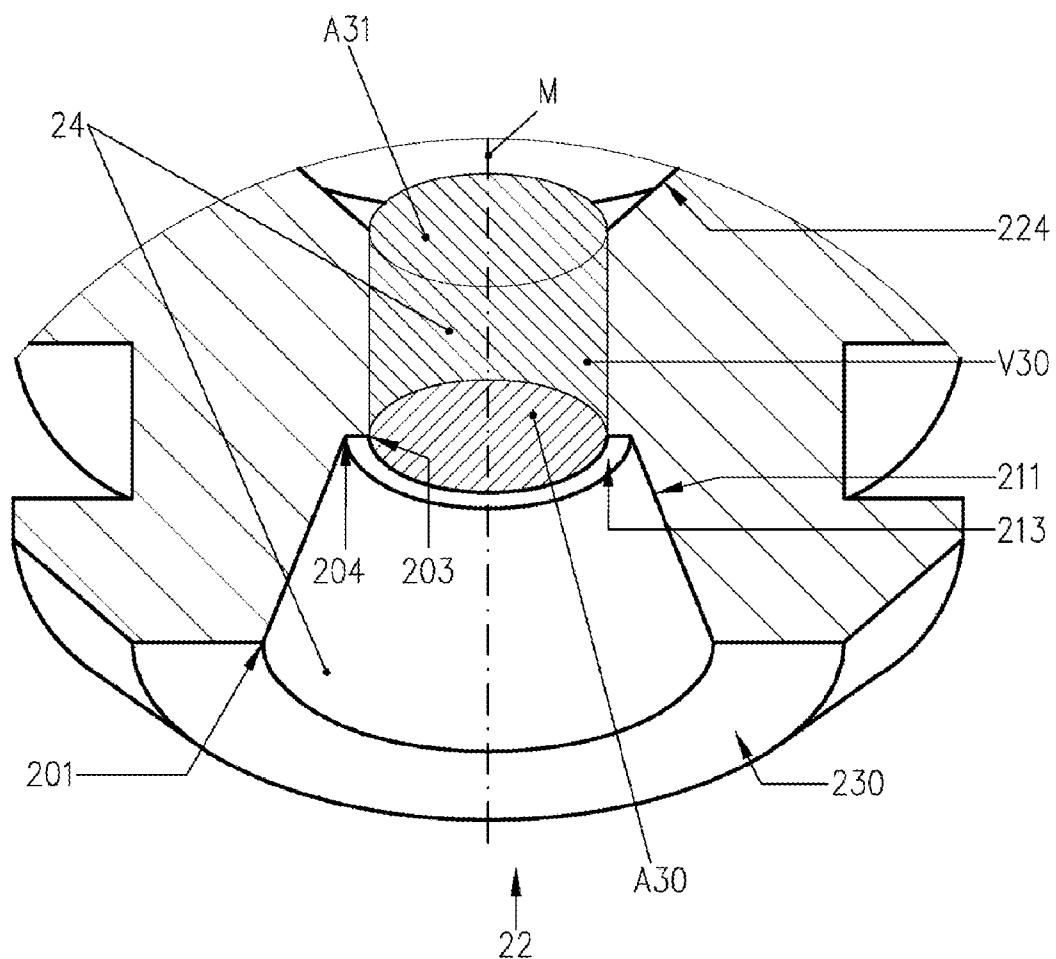


Figura 15

Figura 16

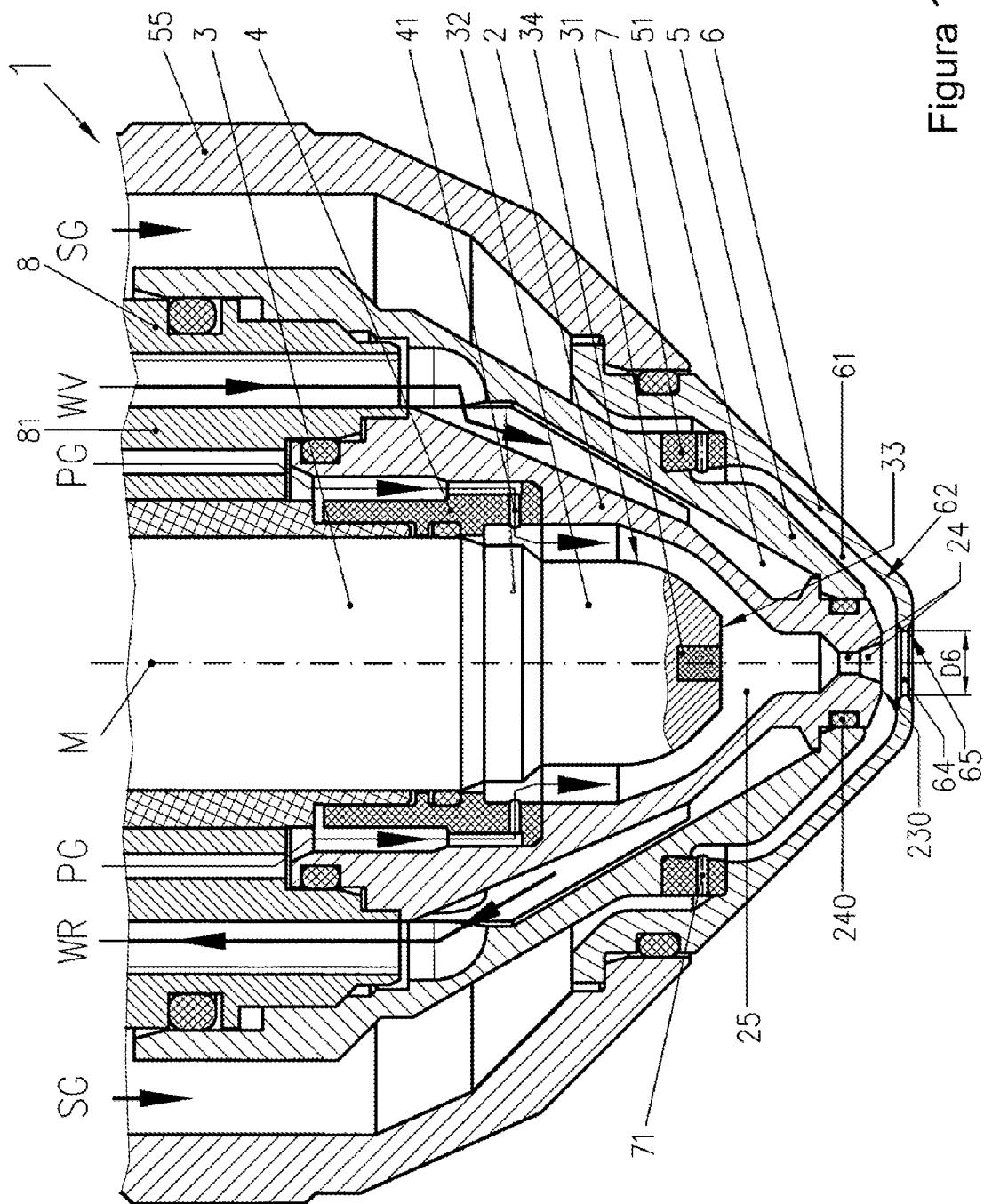
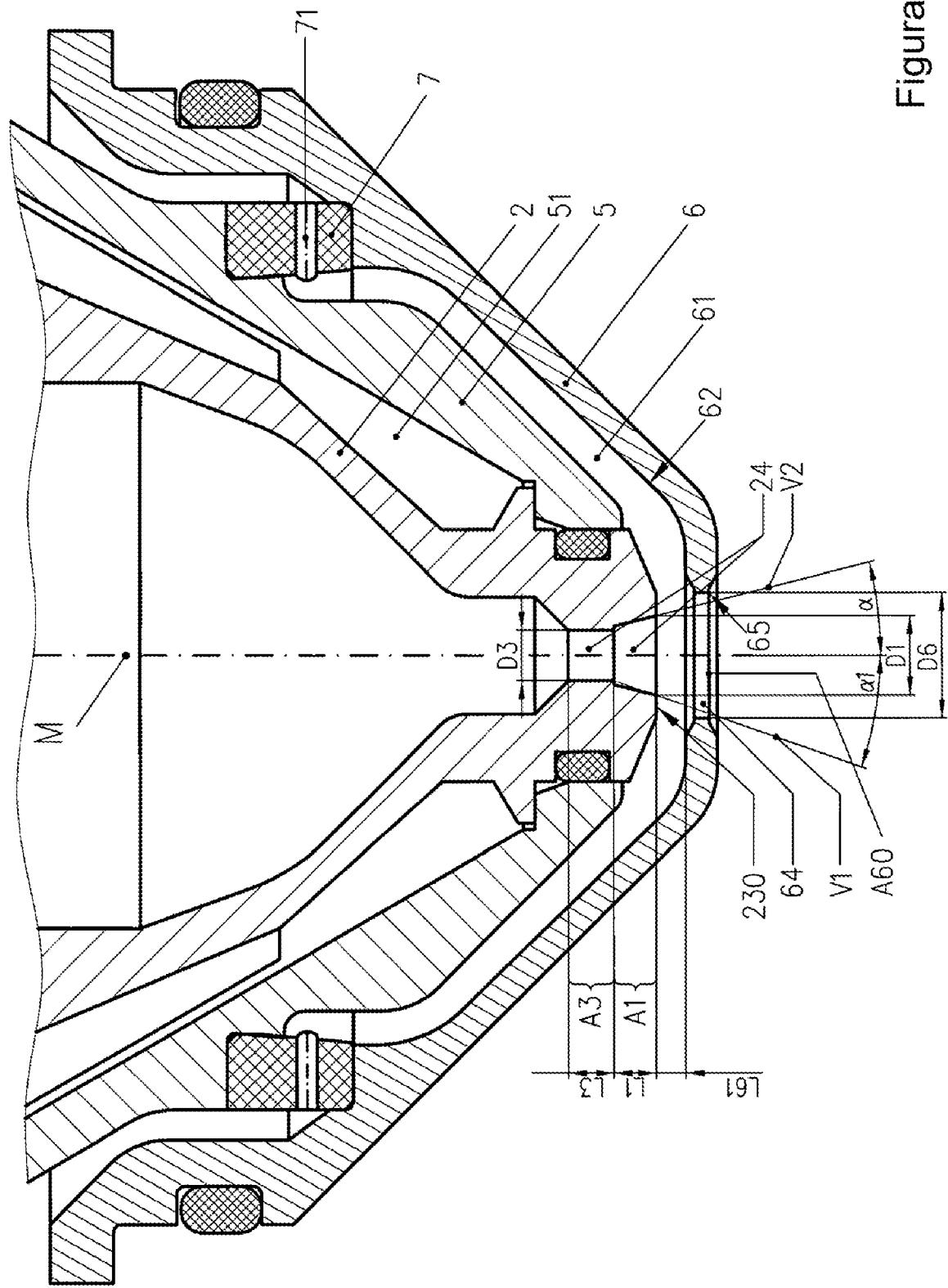


Figura 17



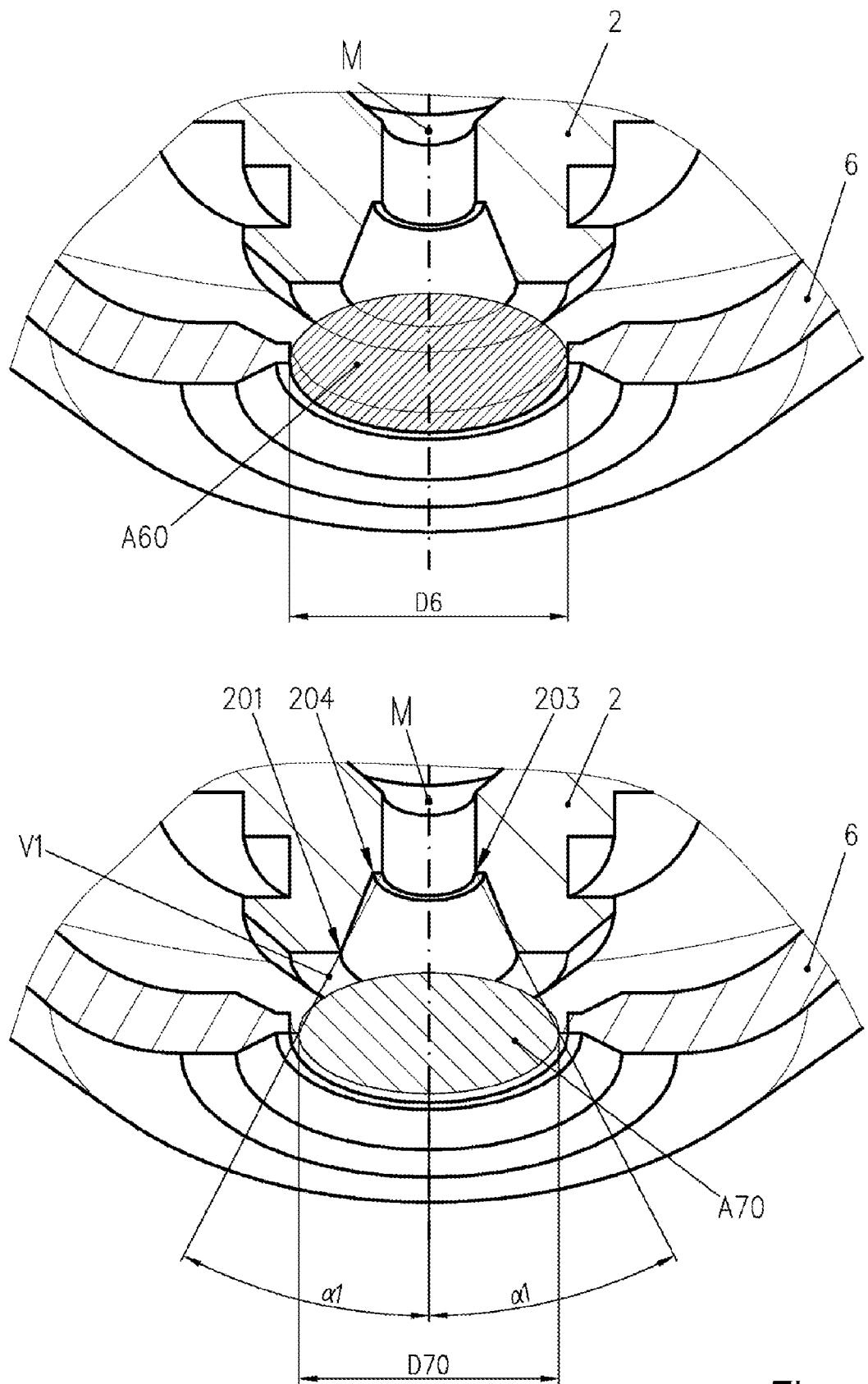
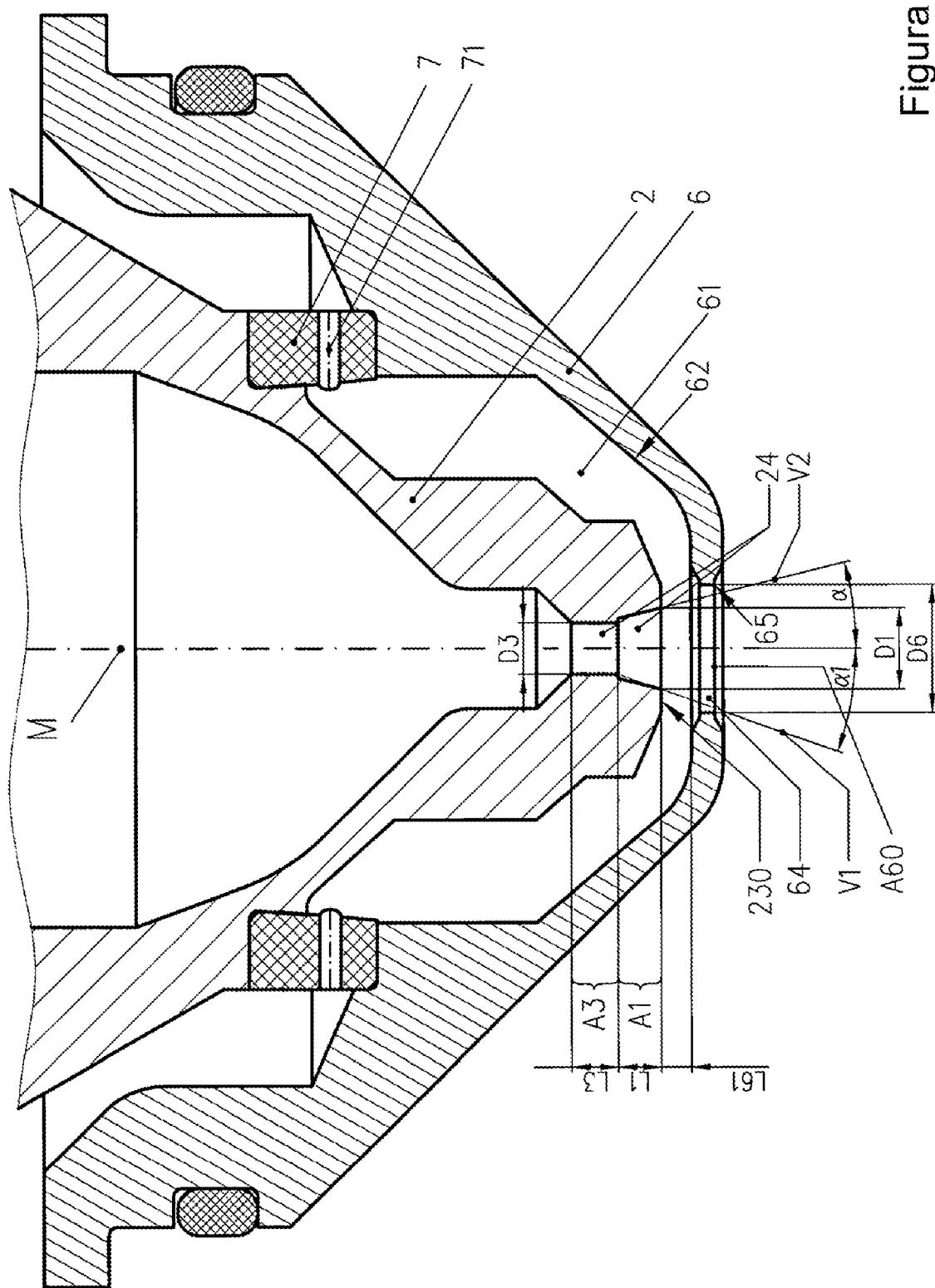


Figura 17a

Figura 18



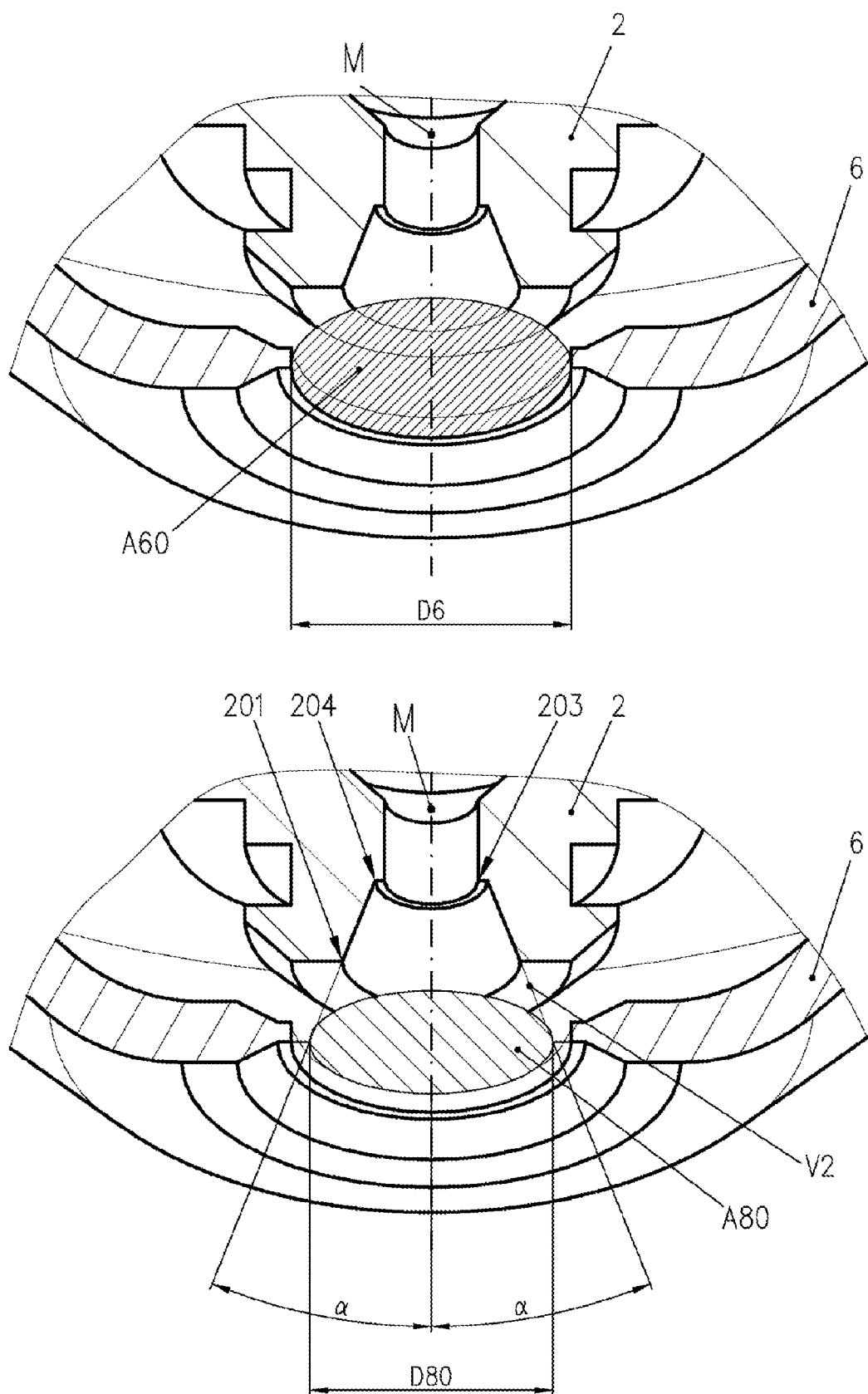


Figura 18a

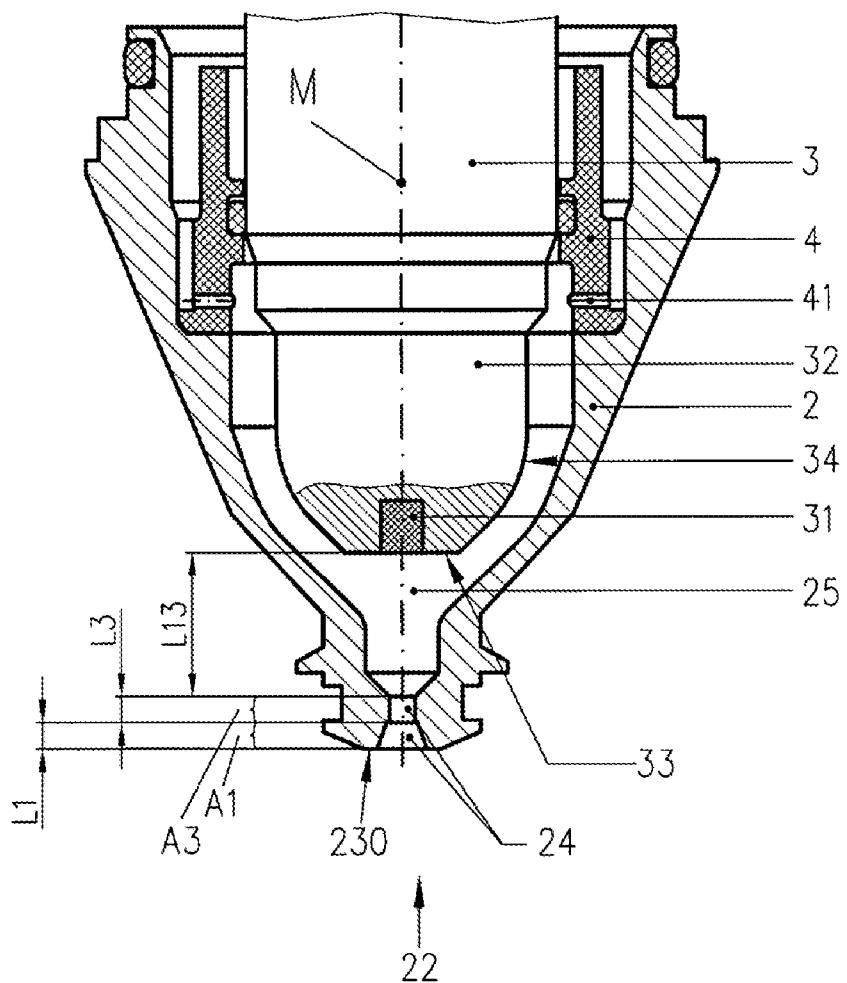


Figura 19

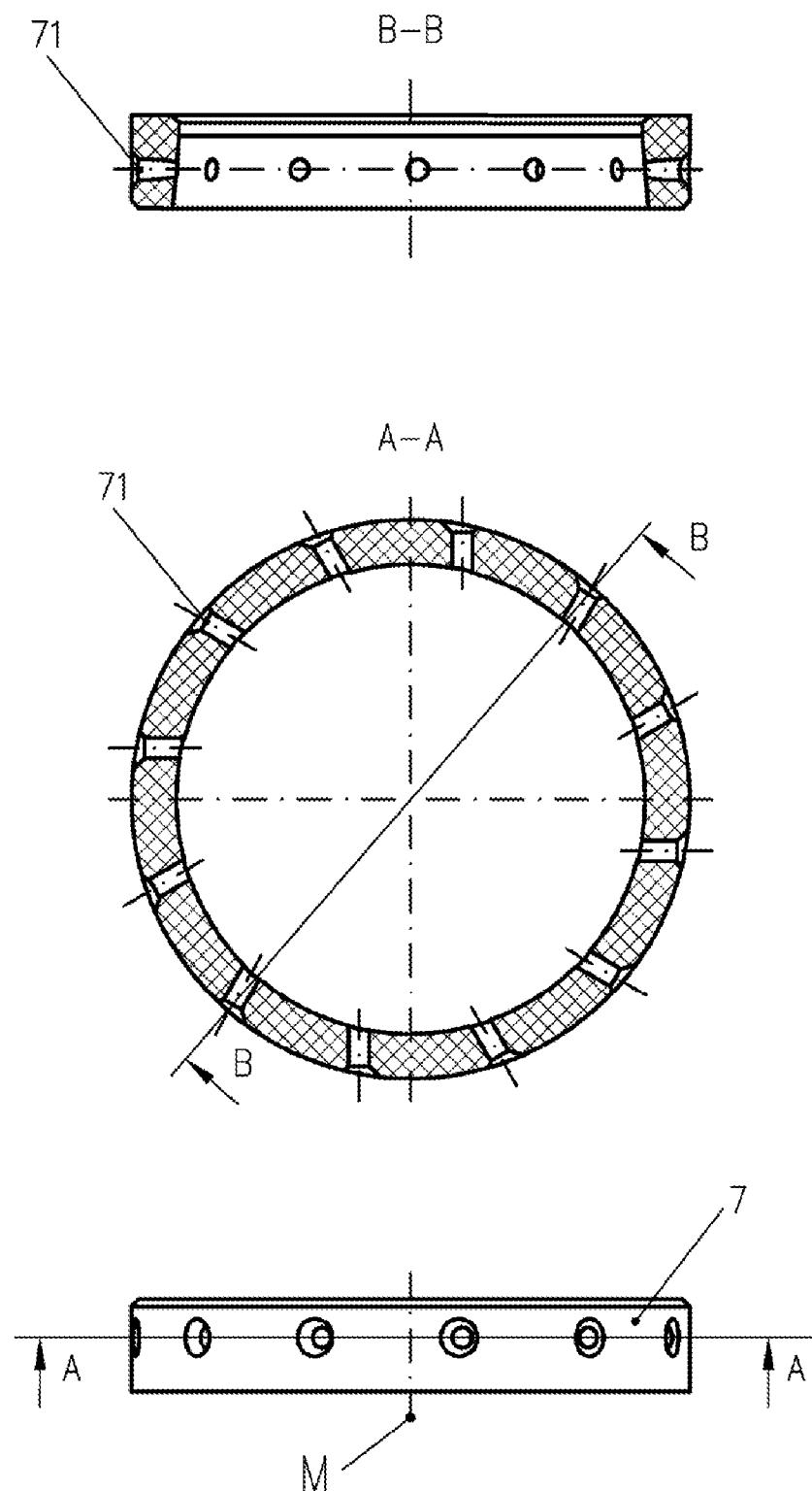


Figura 20

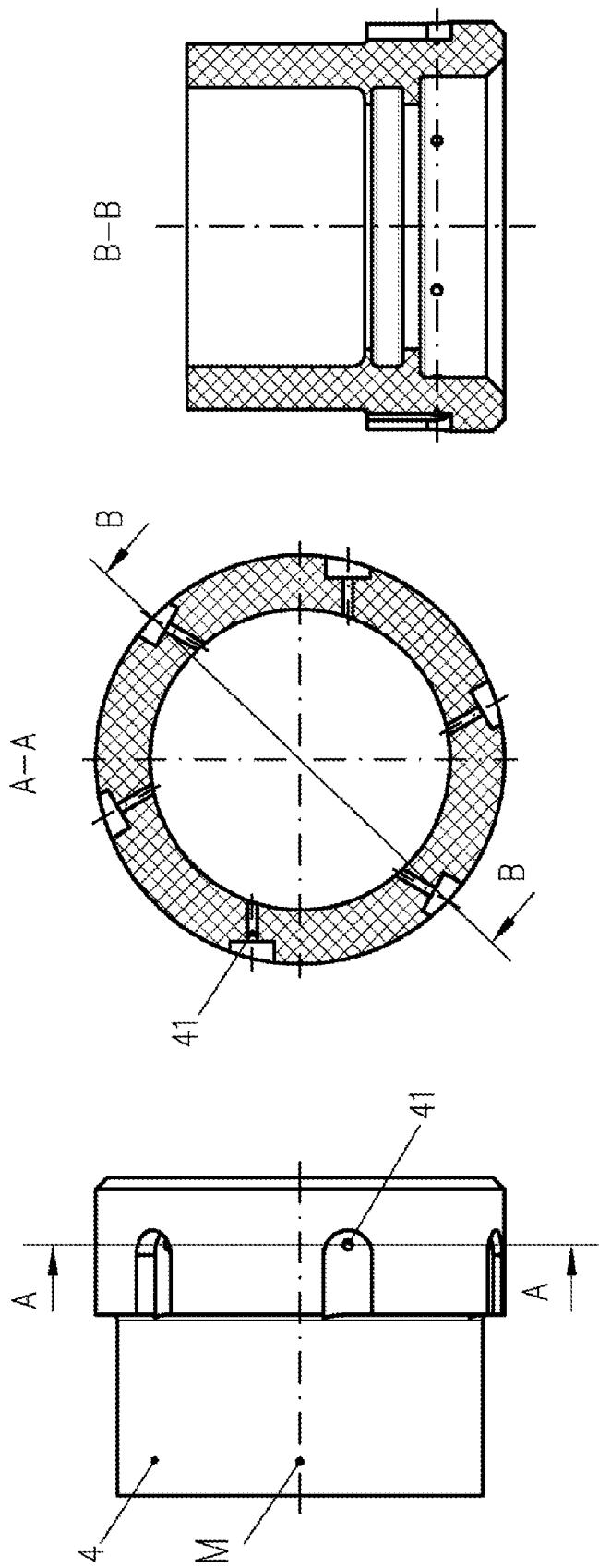


Figura 21