

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



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

51 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

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

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

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

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

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

30 Prioridad:

22.09.2017 DE 102017122015

17.01.2018 DE 102018100917

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.02.2025

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 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 féreos.

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 2x10⁶ 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.

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 féreos.

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.

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.

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.

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.

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.

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 enfría 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.

También es posible que solo el electrodo o solo la boquilla se enfríen con líquido.

Normalmente, la caperuza de protección de la boquilla solo se enfría mediante el gas secundario. También se conocen disposiciones en las que la caperuza de gas secundario se enfría directa o indirectamente por medio de un líquido refrigerante.

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.

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).

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.

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.

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.

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.

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.

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° .

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.

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.

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

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.

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

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.

Convenientemente,

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.

Es ventajoso el caso de que una mayor área de sección transversal A10 de la primera porción A1 y/o una mayor área de sección transversal de la abertura de boquilla directamente en el extremo delantero de la abertura de boquilla sea/sean 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.

Es conveniente que el mayor diámetro D1 de la primera porción A1 y/o el mayor diámetro D1 de la abertura de la boquilla directamente en el extremo delantero de la abertura de la boquilla sea/sean al menos 1,3, preferentemente 1,45, veces mayor, y/o como máximo 2,1, preferentemente 1,9, veces mayor/es que un diámetro menor D3 de la segunda porción A3 y/o un diámetro menor D3 de la abertura de boquilla.

Es preferentemente el caso de que un diámetro mayor D1 de la primera porción A1 y/o un diámetro mayor D1 de la abertura de boquilla directamente en el extremo delantero de la abertura de boquilla sea/sean al menos de 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.

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.

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

15 $L1 \leq 2 \text{ mm}$, $L3 \leq 3 \text{ mm}$, $L5 \leq 2 \text{ mm}$ y $L7 \leq 3 \text{ mm}$, preferentemente $L1 \leq 1 \text{ mm}$, $L3 \leq 1,5 \text{ mm}$, $L5 \leq 1,5 \text{ mm}$ y $L7 \leq 2,5 \text{ mm}$.

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 $A1$.

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 de 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
45 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 de 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
50 alargada $V2$ sobre la caperuza de protección de la boquilla 6.

55 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.

60 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 .

65 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.

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 (ángulo $\beta=120^\circ$);
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 (ángulo $\beta=60^\circ$);
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, $\alpha_1=32^\circ$);
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, $\alpha_1=32^\circ$);
50 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, $\delta_1=45^\circ$);
 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, $\delta_1=45^\circ$);
 5 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, $\delta_1=45^\circ$);
 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, $\epsilon=5^\circ$);
 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, $\epsilon=175^\circ$);
 10 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;
 15 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 del volumen V30;
 20 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;
 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;
 25 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;
 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;
 30 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 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).

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.

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.

60 Con $D1 = 1,9 \text{ mm}$ y $D3 = 1,0 \text{ mm}$, 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 $2,8 \text{ mm}^2$, 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

$$[A30 = 3,141 / 4 * D3^2].$$

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

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.

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°.

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

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

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.

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.

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.

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.

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

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

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 1,5 mm², determinada de conformidad con

$$[A30 = 3,141 / 4 * D3^2].$$

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

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.

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

aproximadamente $2,3 \text{ mm}^3$. El volumen V30, formado por la superficie interior 220, de la abertura de boquilla 24 de la segunda porción A3 es de aproximadamente $1,8 \text{ mm}^3$. 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 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.
- 25

- 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.
- 30
- 35

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.

- 40 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 γ 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.
- 45

- 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.
- 50
- 55

- 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.
- 60

- 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 γ 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
- 65

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°.

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°.

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.

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.

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 de cuerpo 205 (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.

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.

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.

Si el borde de cuerpo 206 no es claramente reconocible como tal, por ejemplo, porque la superficie interior cóncava 224 se funde de manera continua o "fluida" con la superficie 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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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 enfría.

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.

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.

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.

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.

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.

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 espaciamiento 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:

- 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

- 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

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

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,

caracterizada por 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°, 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°.

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).

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°,

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°,

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

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.

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.
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
- 10 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
- 30 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 D_1 de la primera porción A1 y/o un diámetro mayor D_1 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 D_3 de la segunda porción A3 y/o un diámetro menor D_3 de la abertura de boquilla (24).
- 45 10. Boquilla (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde un diámetro mayor D_1 de la primera porción A1 y/o un diámetro mayor D_1 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 D_3 de la segunda porción A3 y/o un diámetro menor D_3 de la abertura de boquilla (24).
- 50 11. Boquilla (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde el cociente L_1/L_3 de la longitud L_3 , a lo largo del eje longitudinal M, de la primera porción A1 y la longitud L_3 , 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 L_5/L_1 de la longitud L_5 , a lo largo del eje longitudinal M, de la tercera porción A3 y la longitud L_3 , 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 L_5/L_3 de la longitud L_5 , a lo largo del eje longitudinal M, de la tercera porción A3 y la longitud L_3 , 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 .

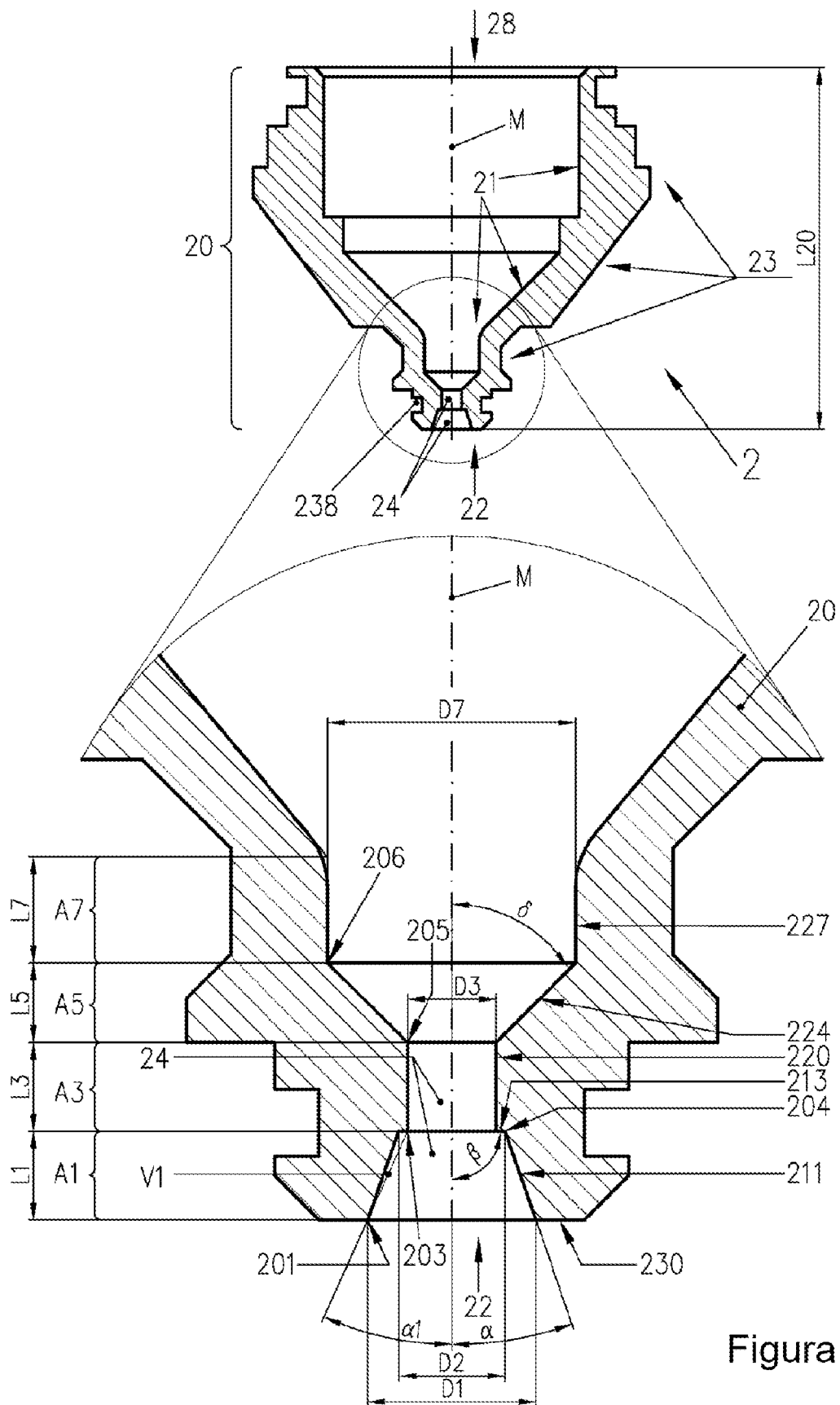


Figura 1

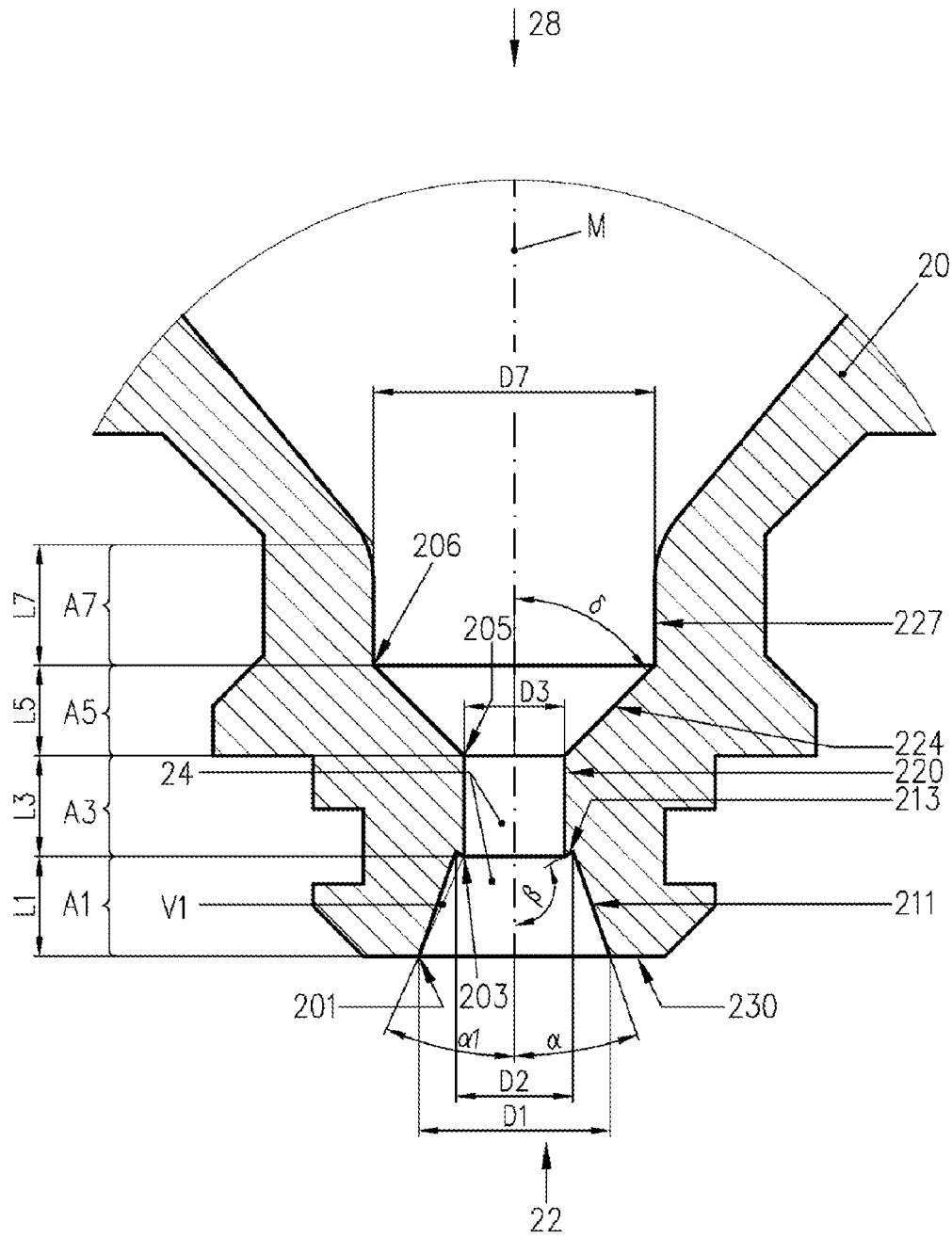


Figura 2

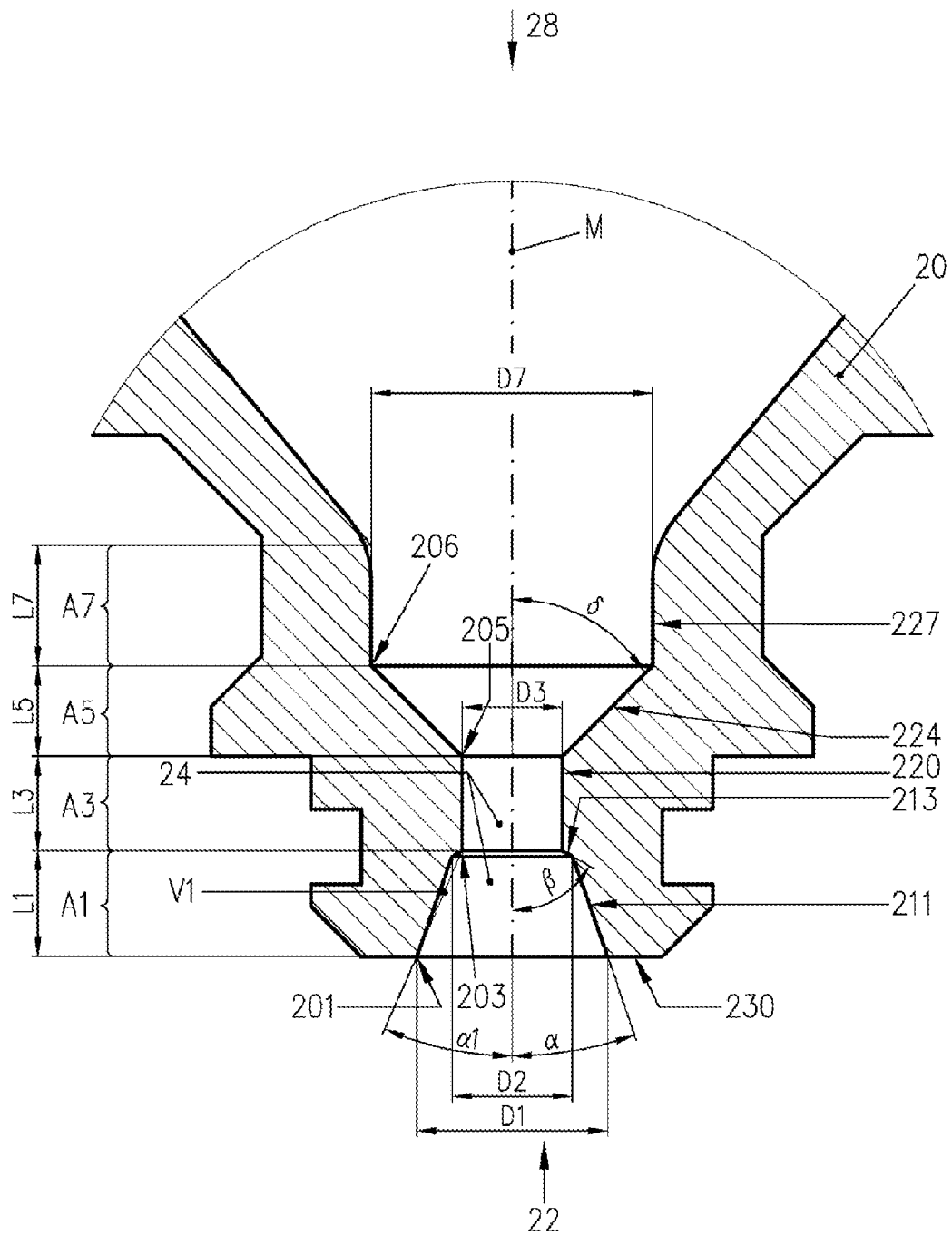


Figura 3

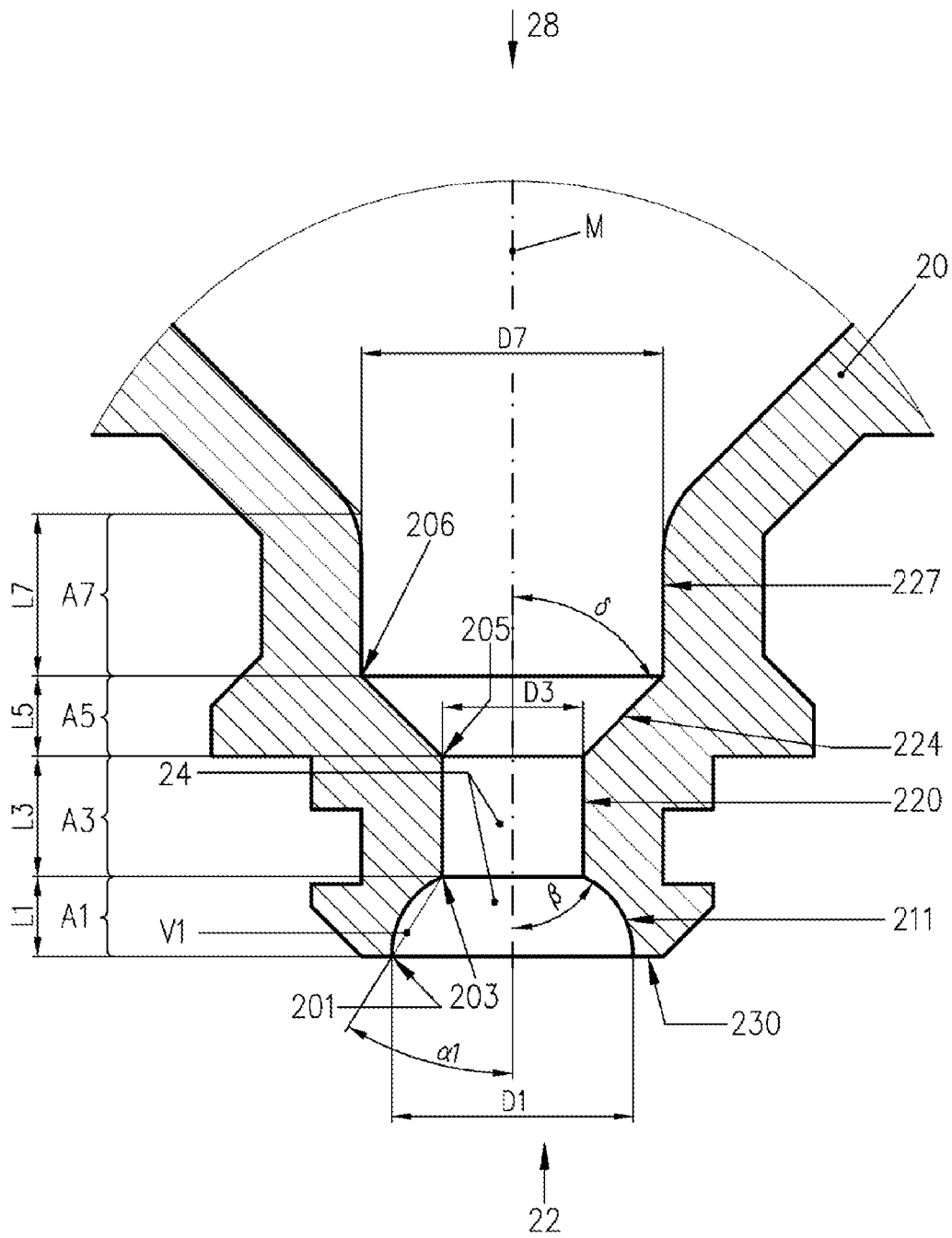


Figura 4

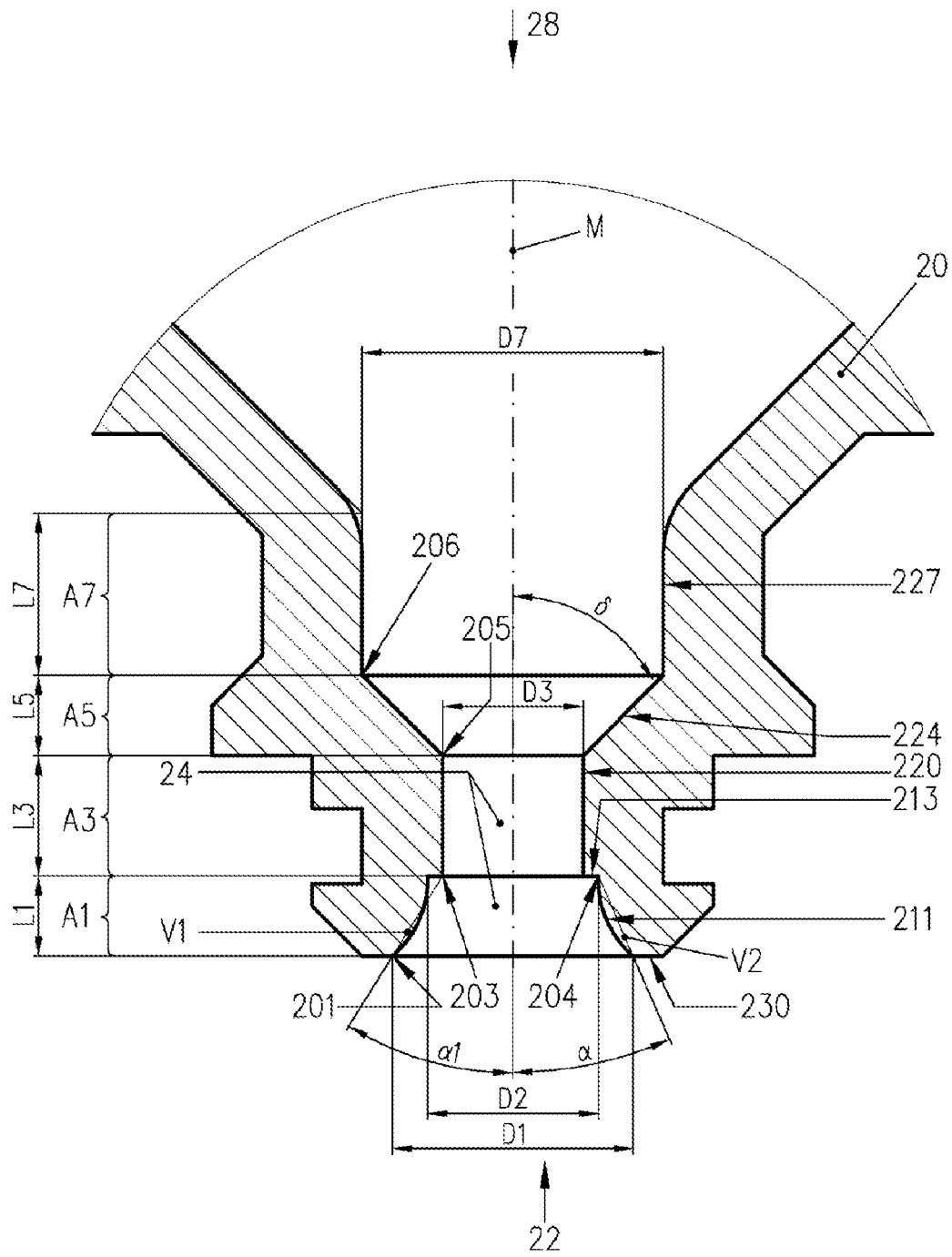


Figura 5

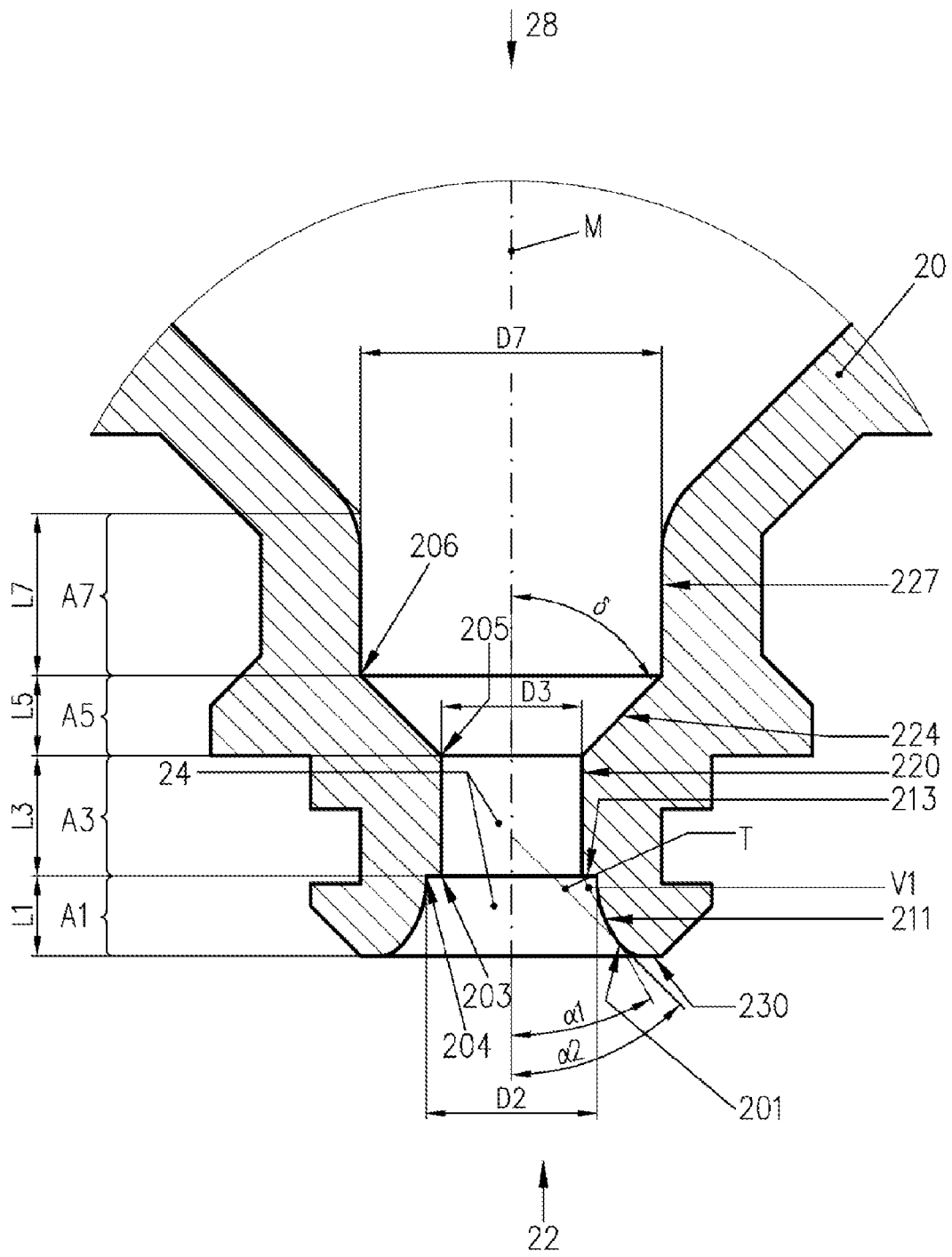


Figura 5.1

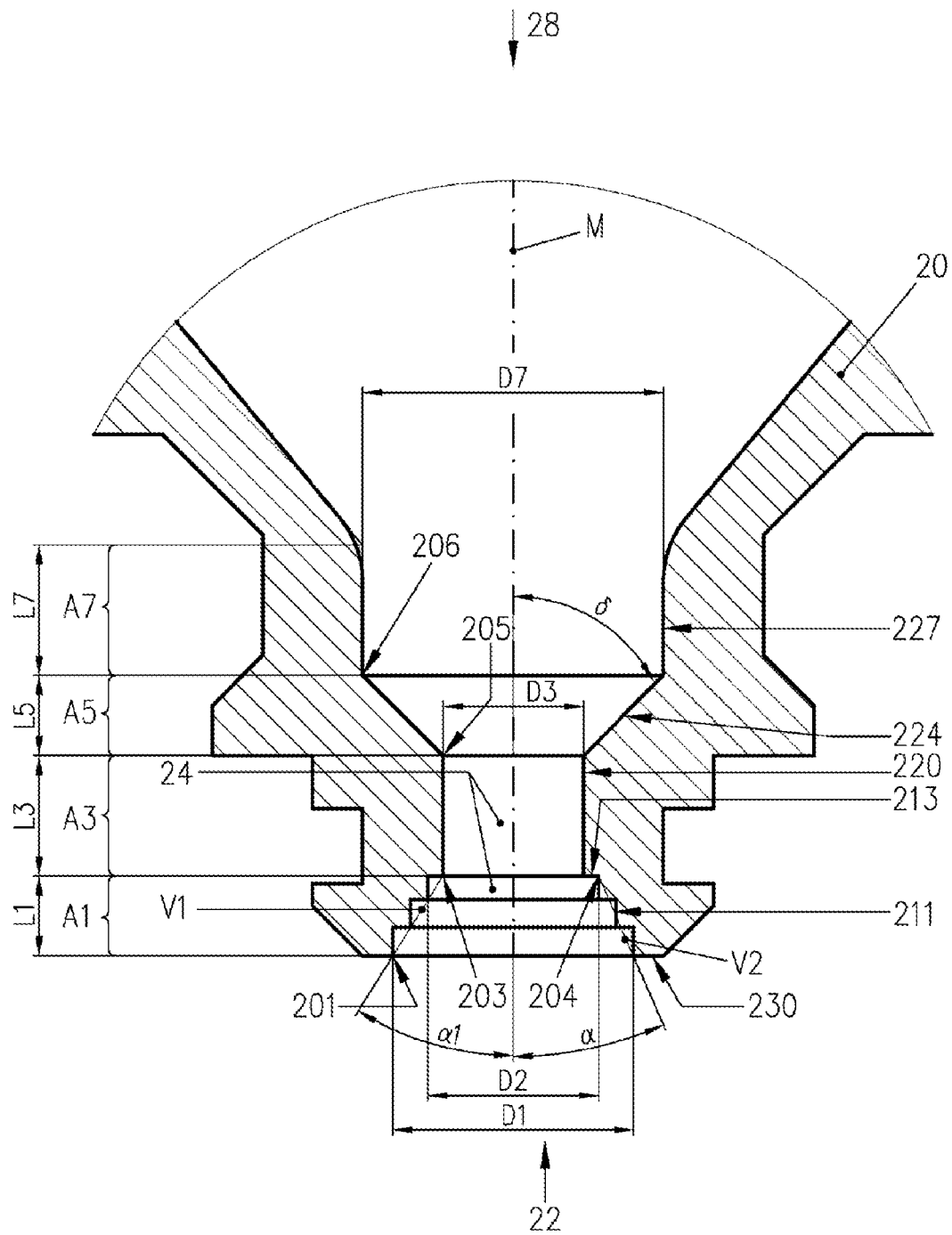


Figura 6

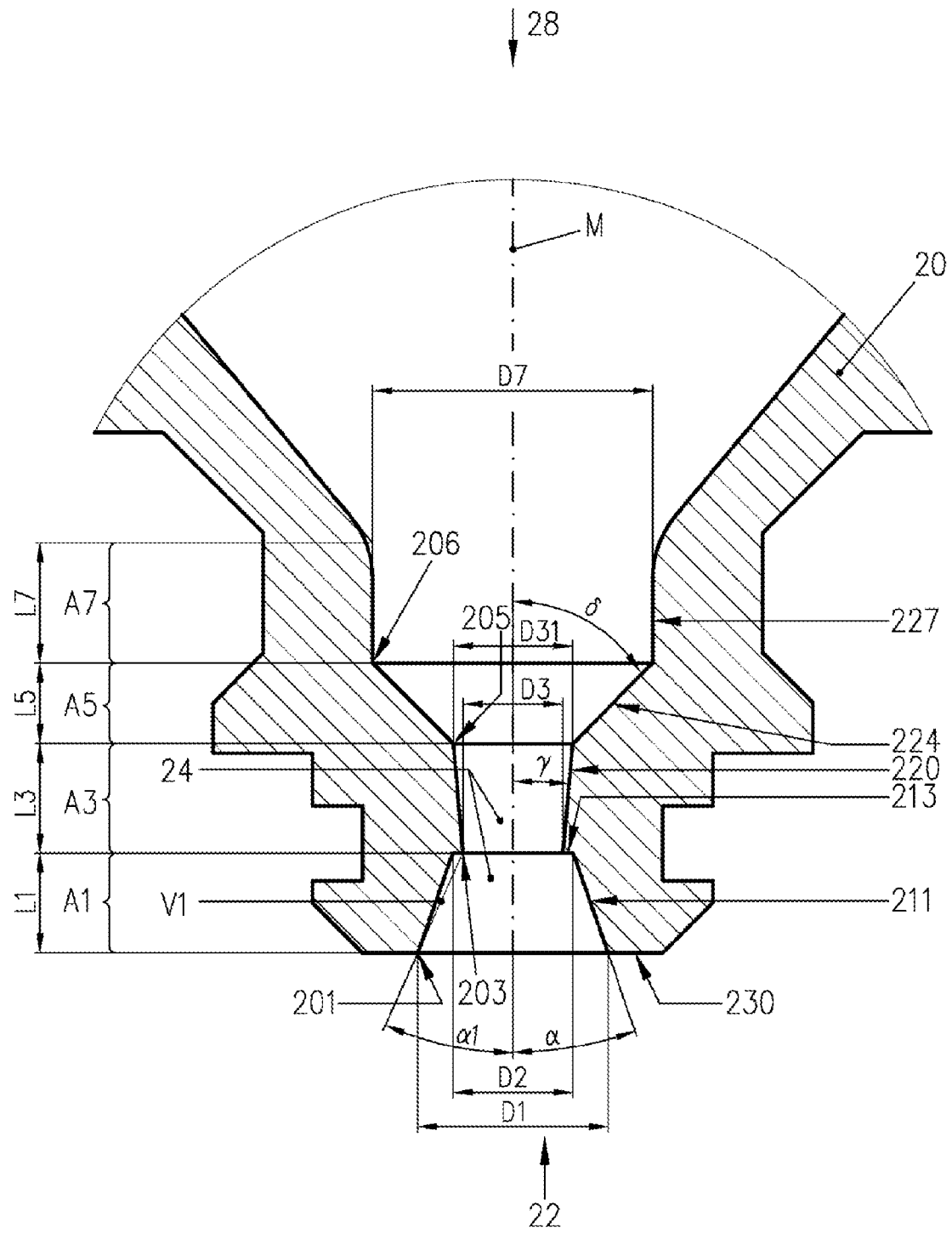


Figura 7

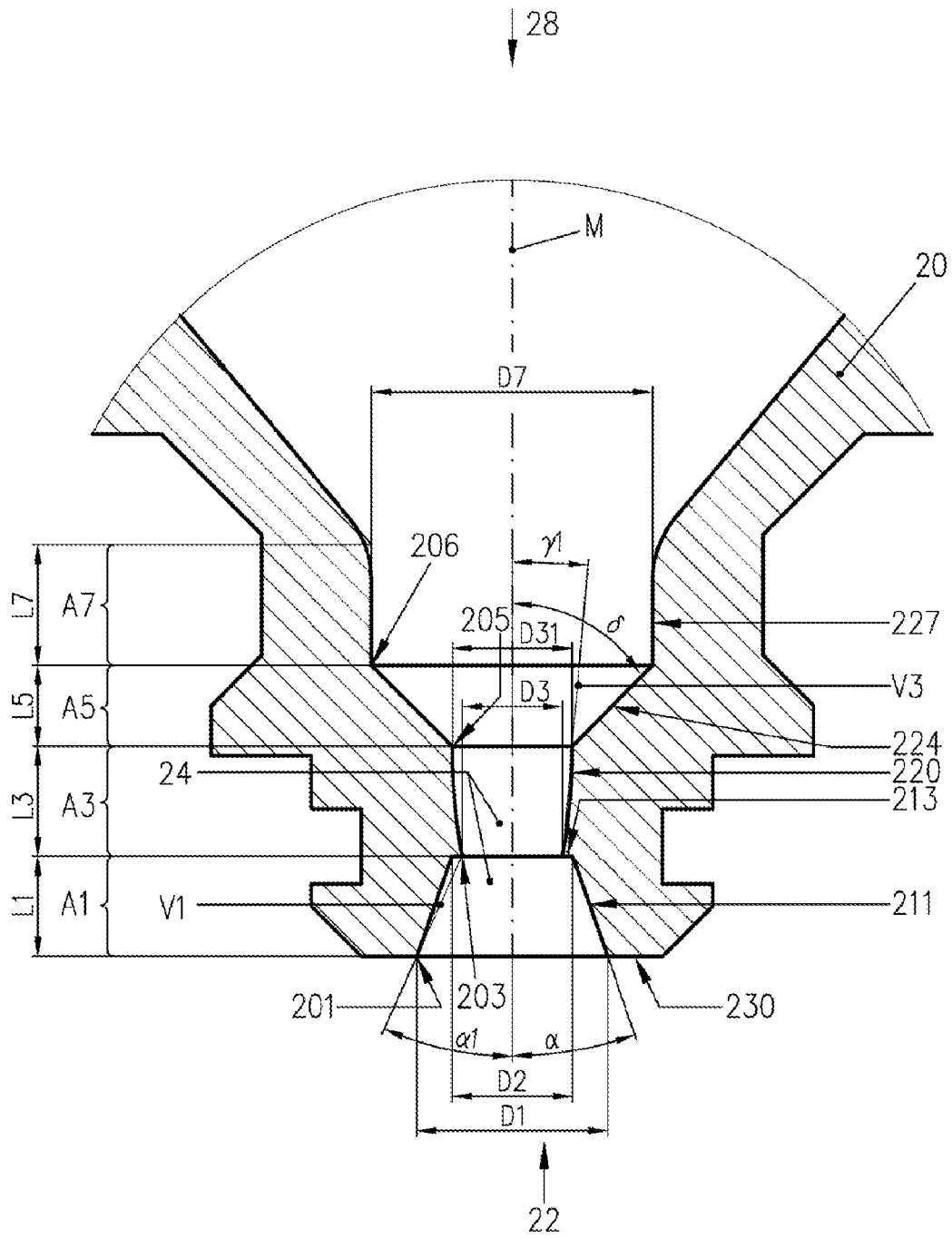


Figura 7.1

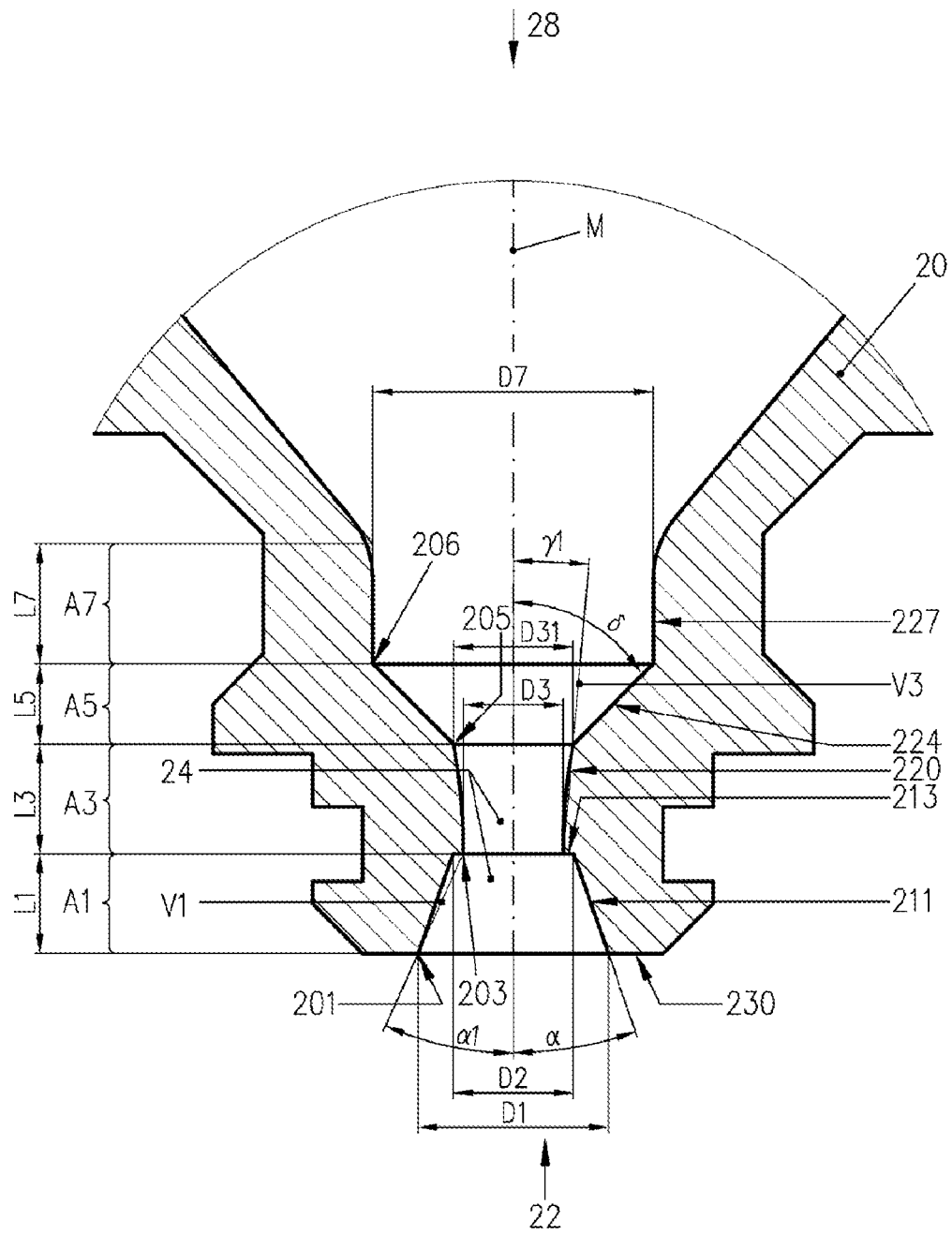


Figura 7.2

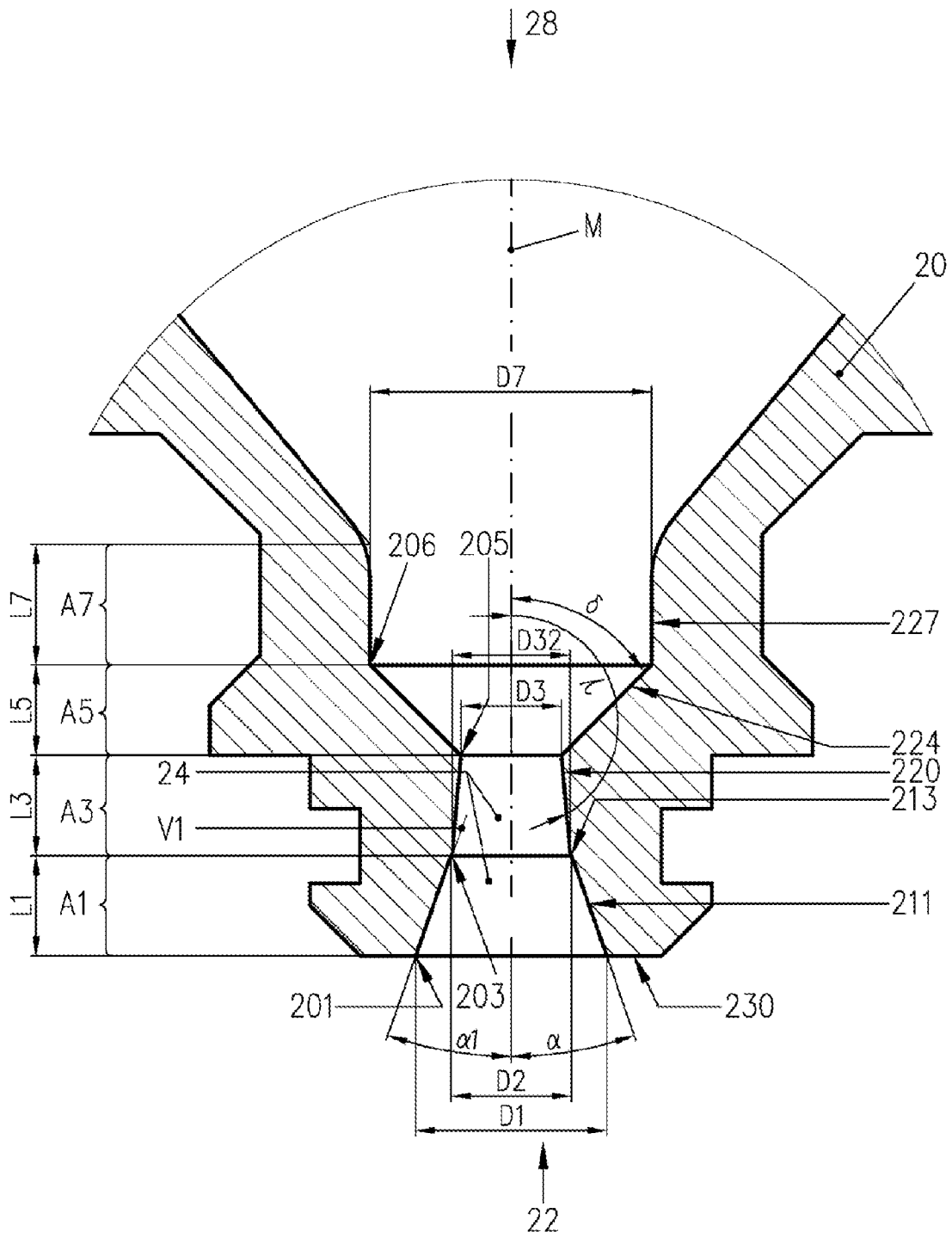


Figura 8

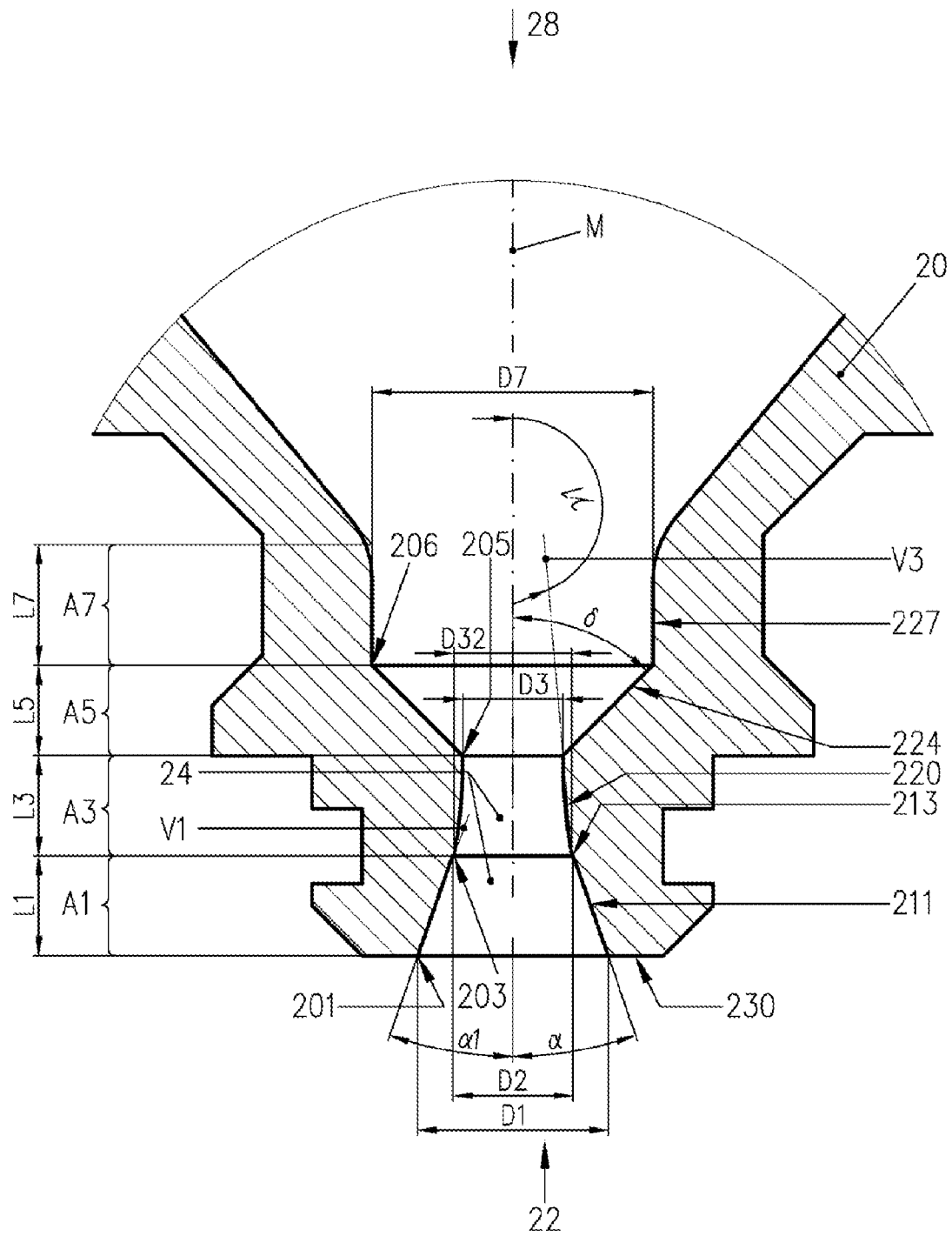


Figura 8.1

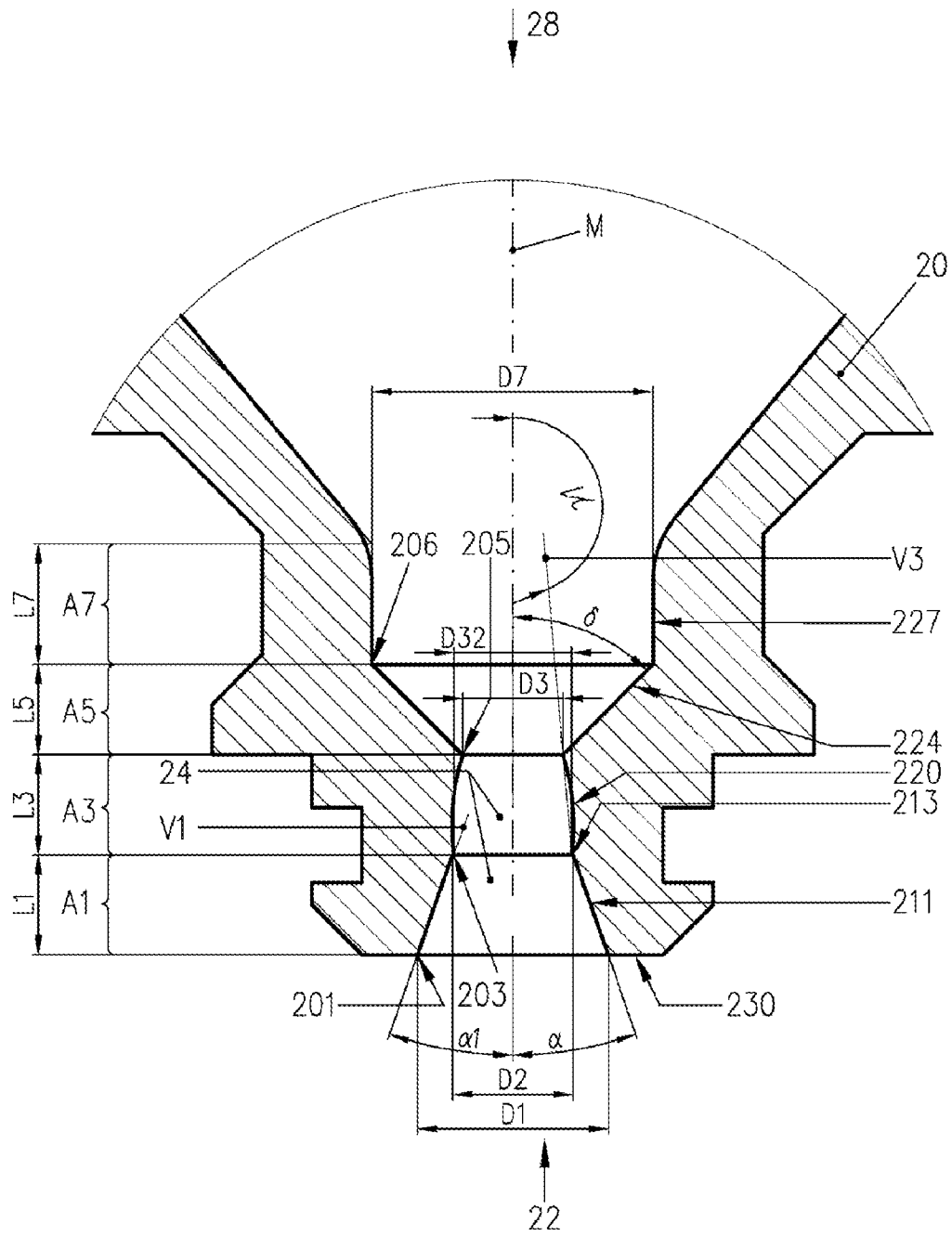


Figura 8.2

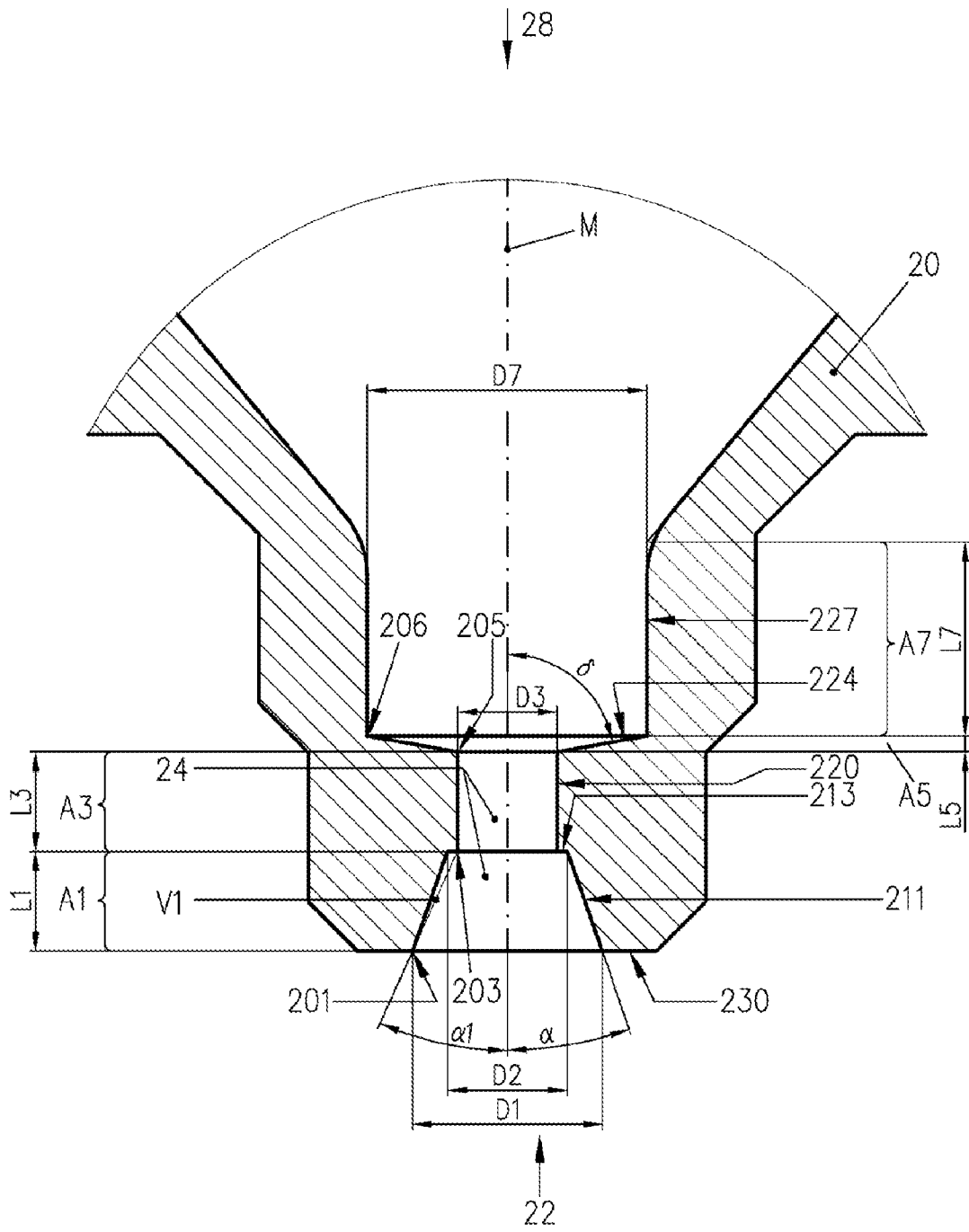


Figura 9

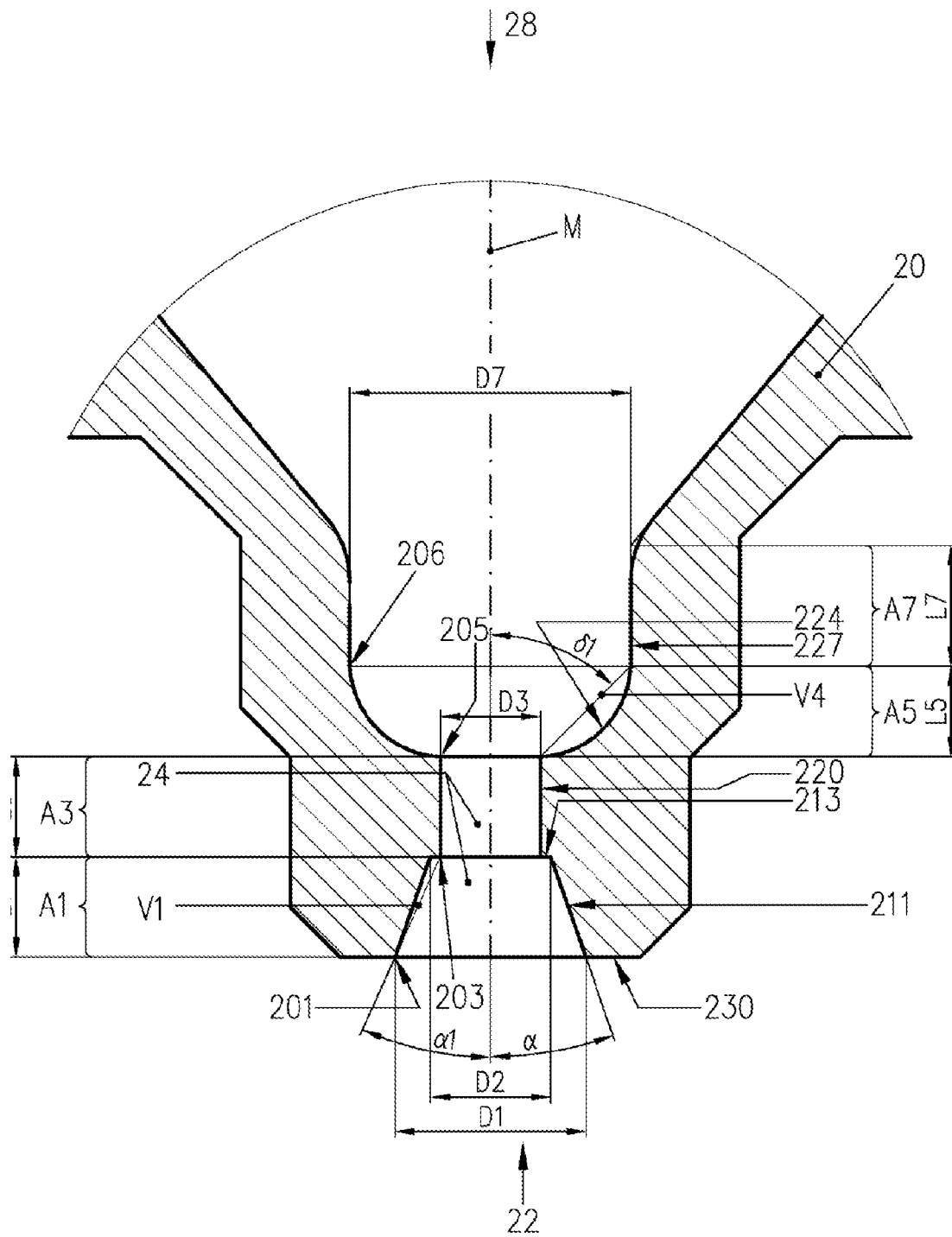


Figura 9.1

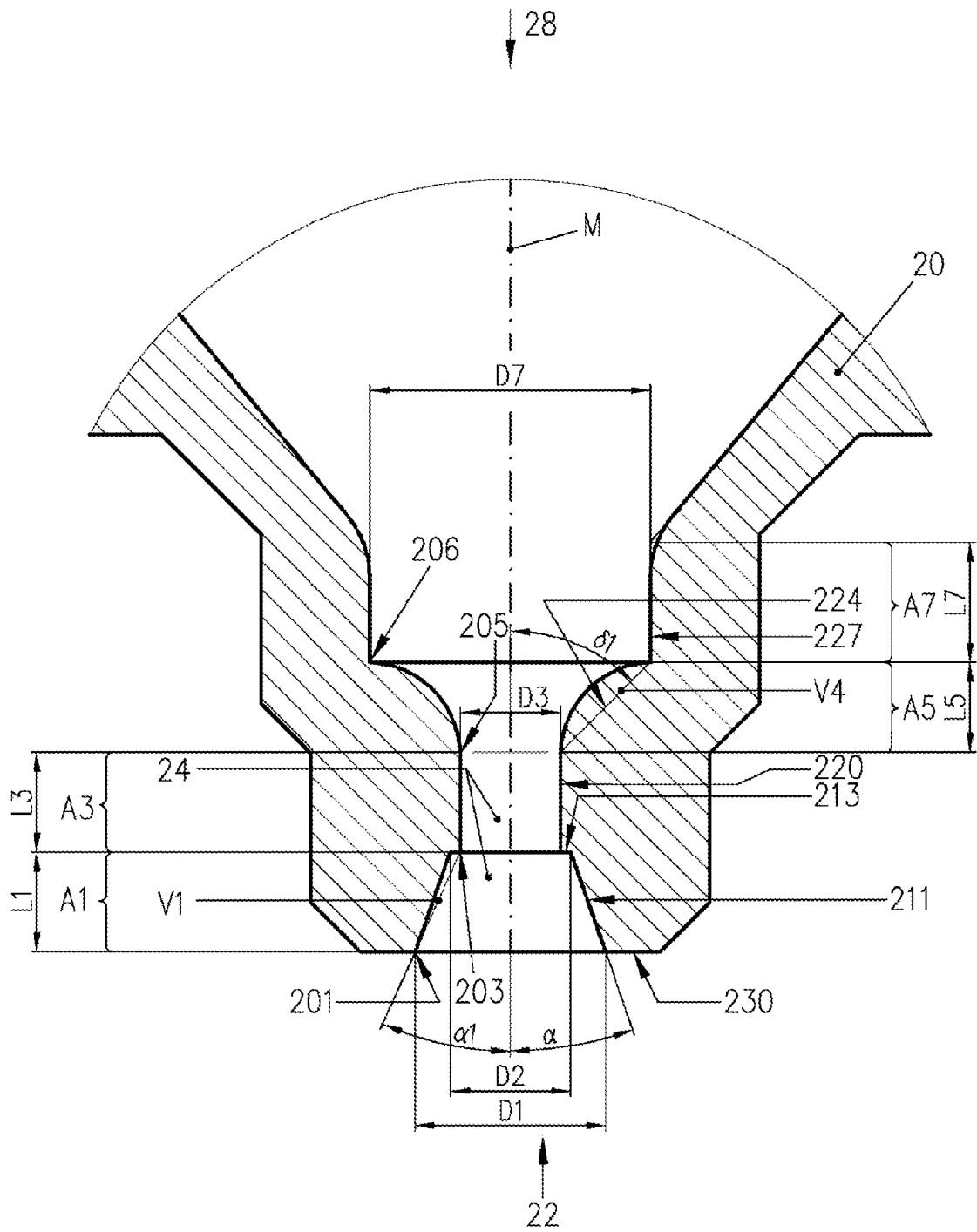


Figura 9.2

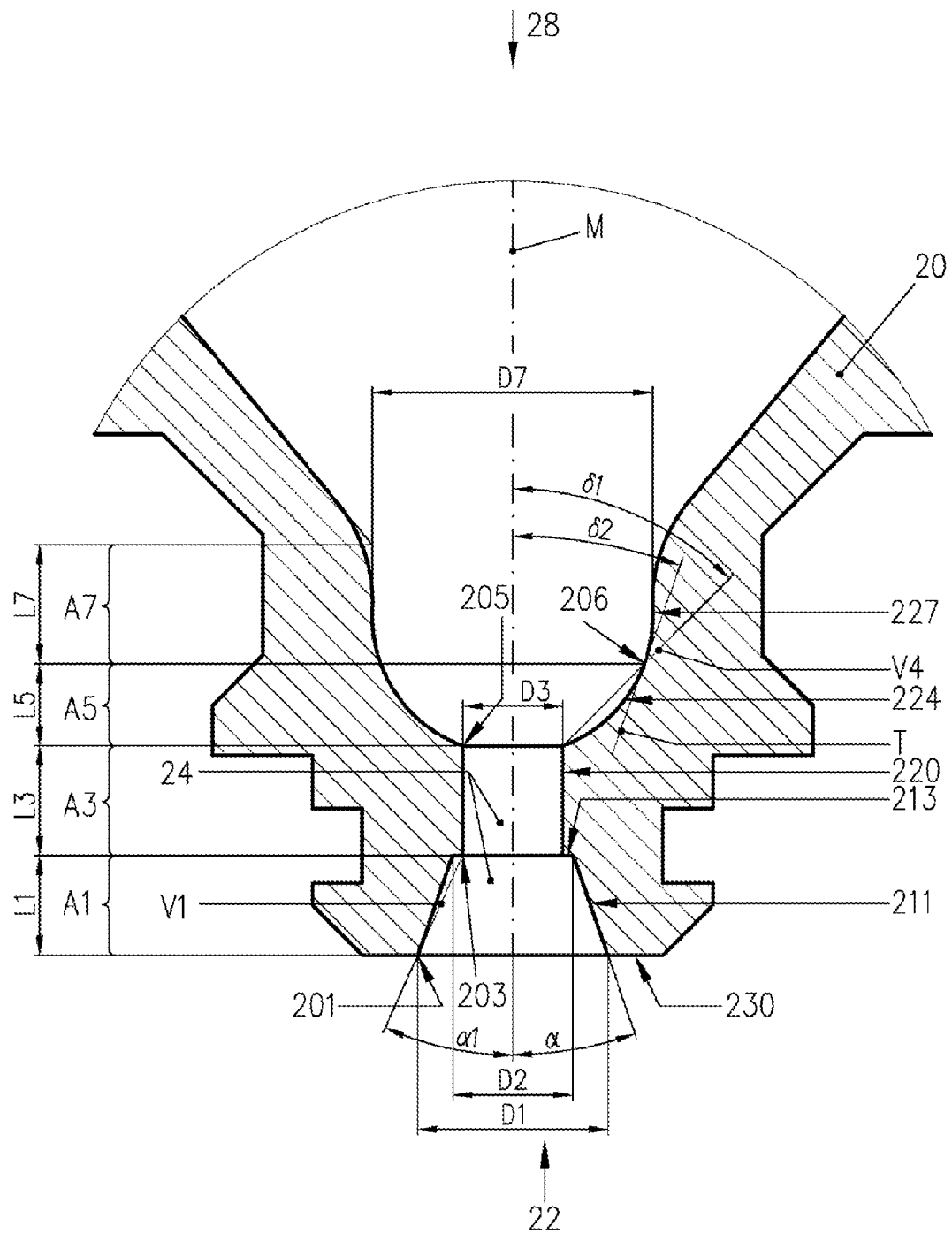


Figura 9.3

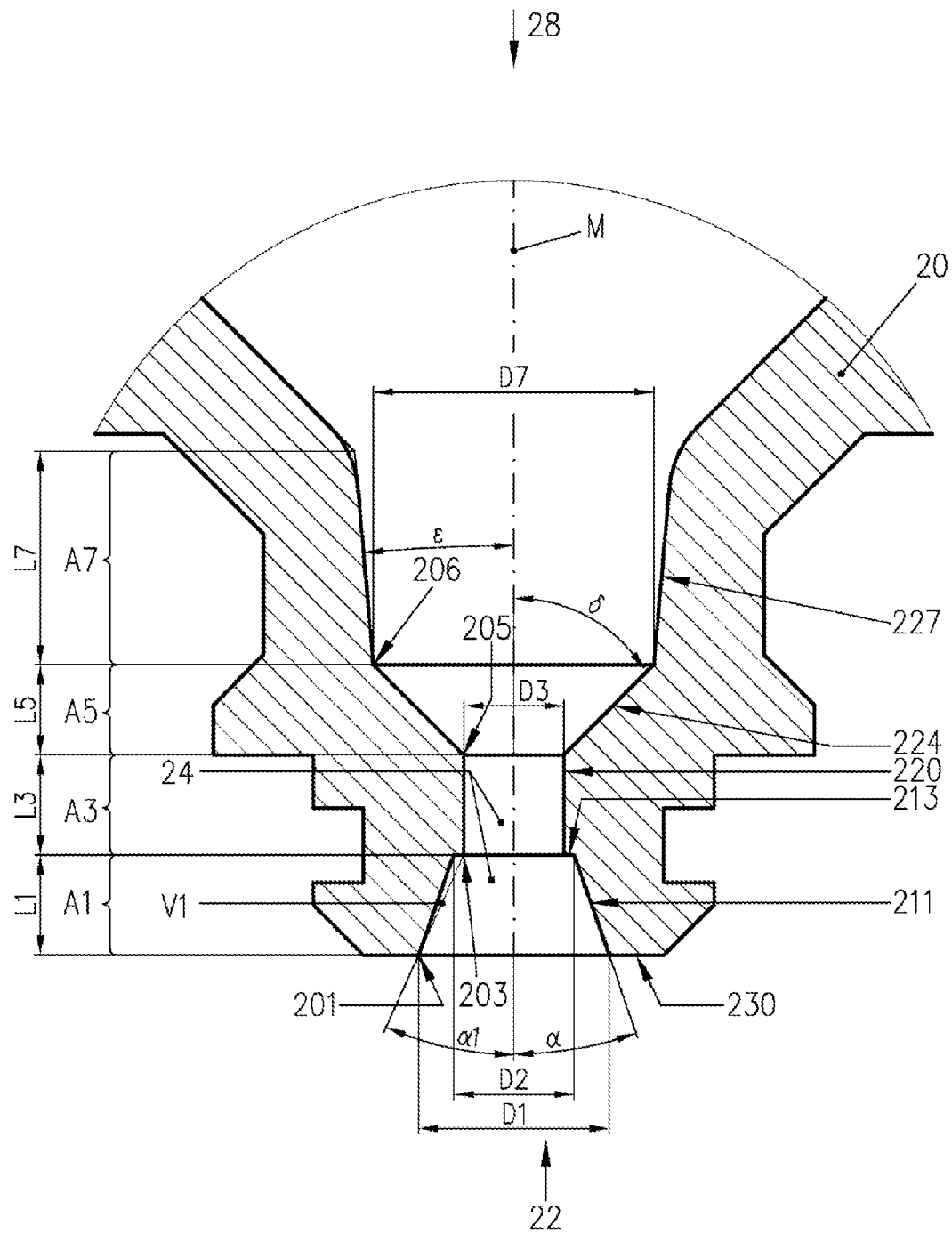


Figura 10

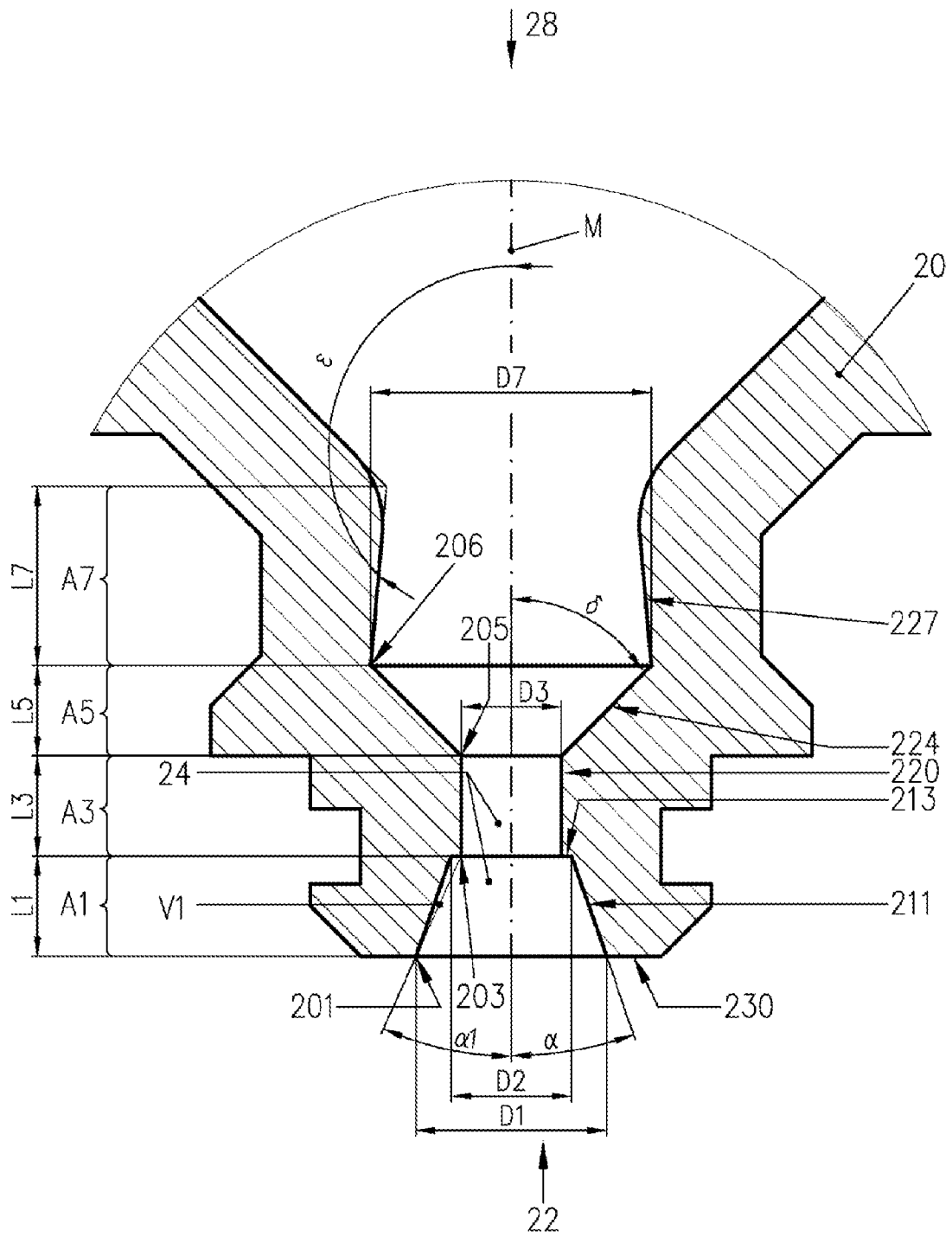


Figura 11

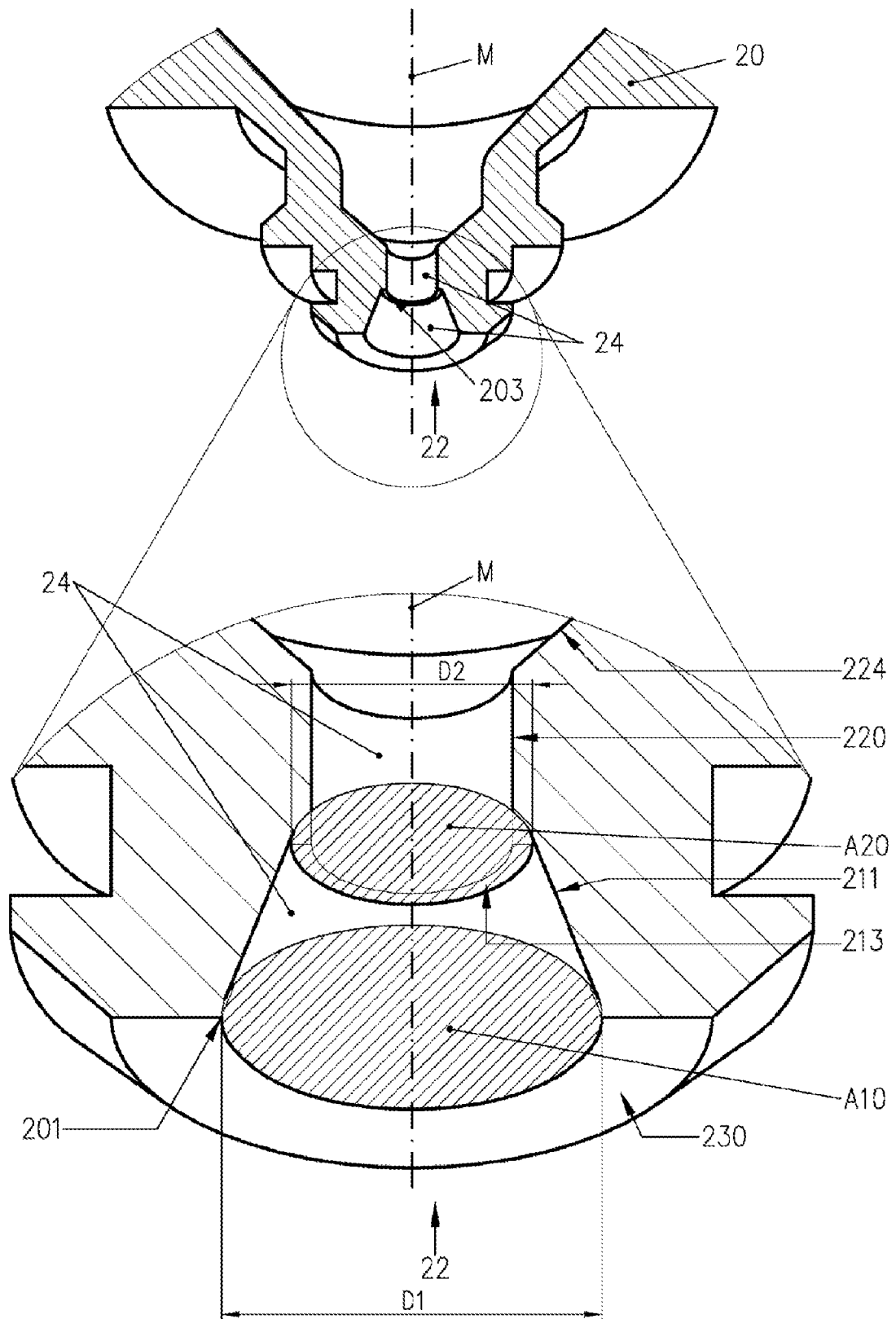


Figura 12

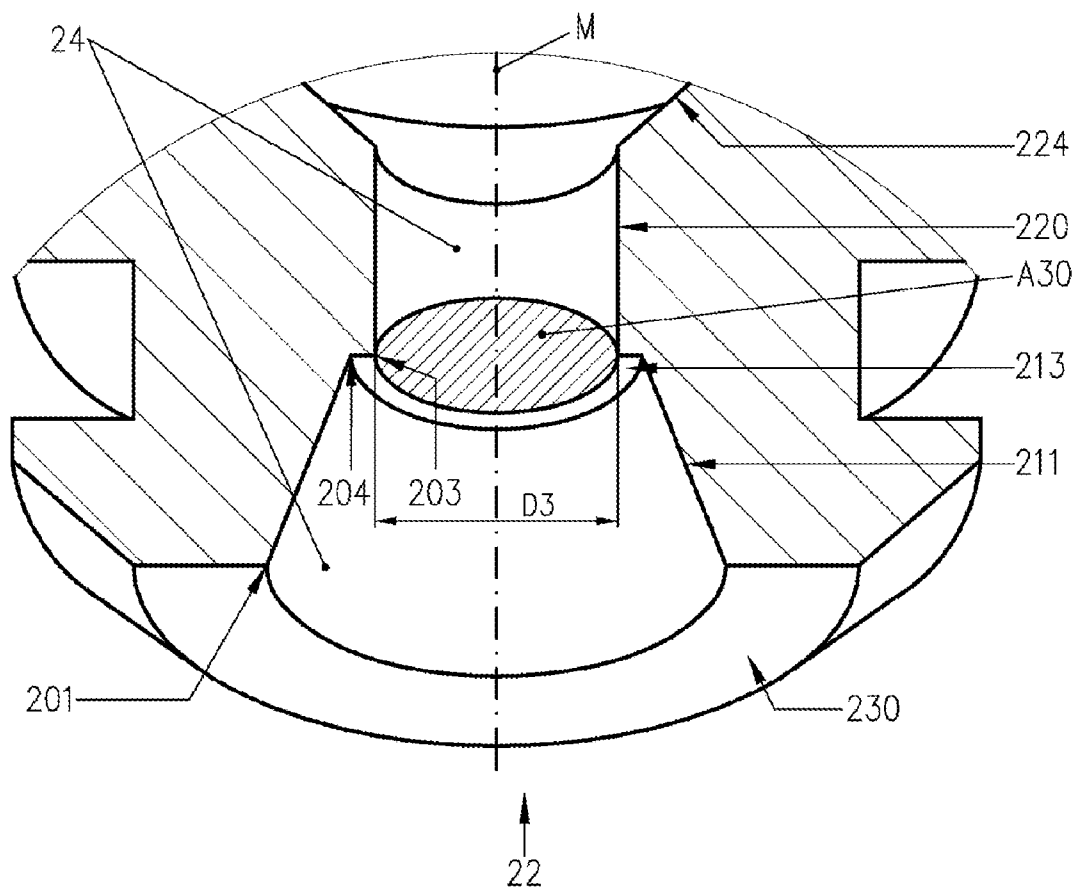


Figura 13

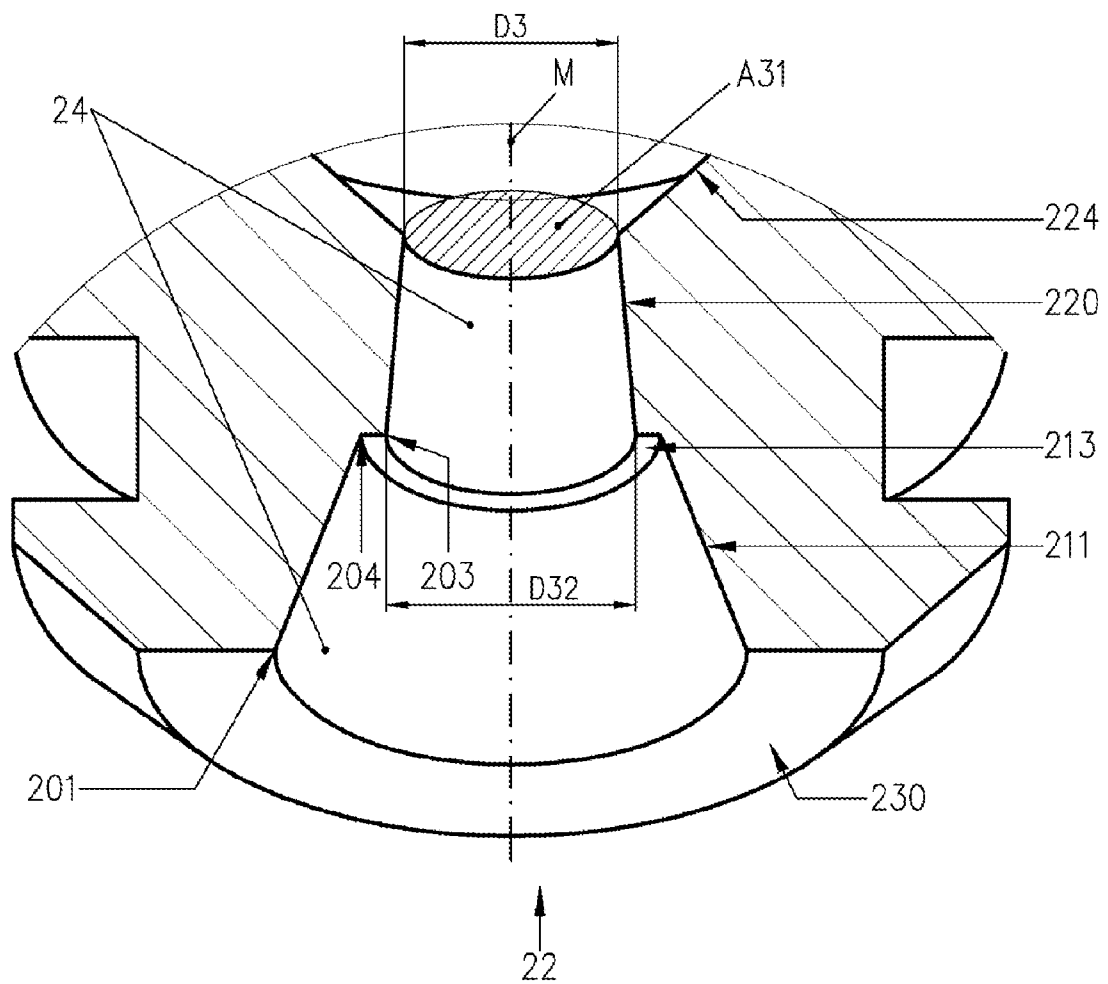


Figura 13a

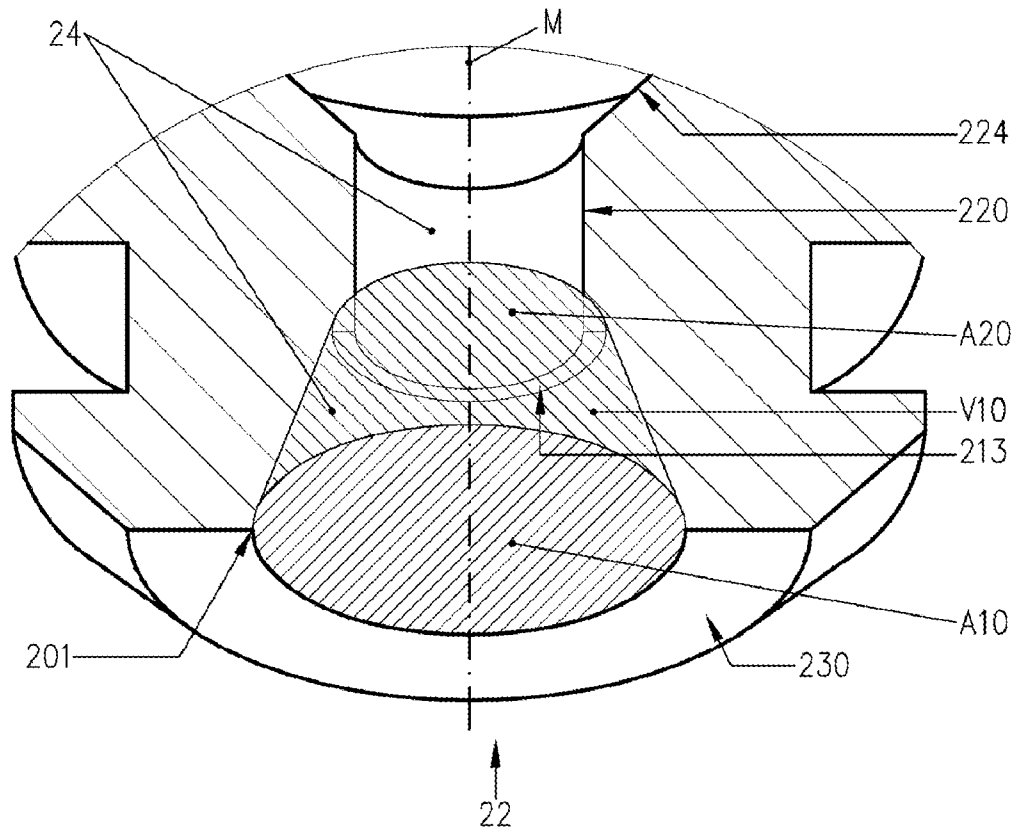


Figura 14

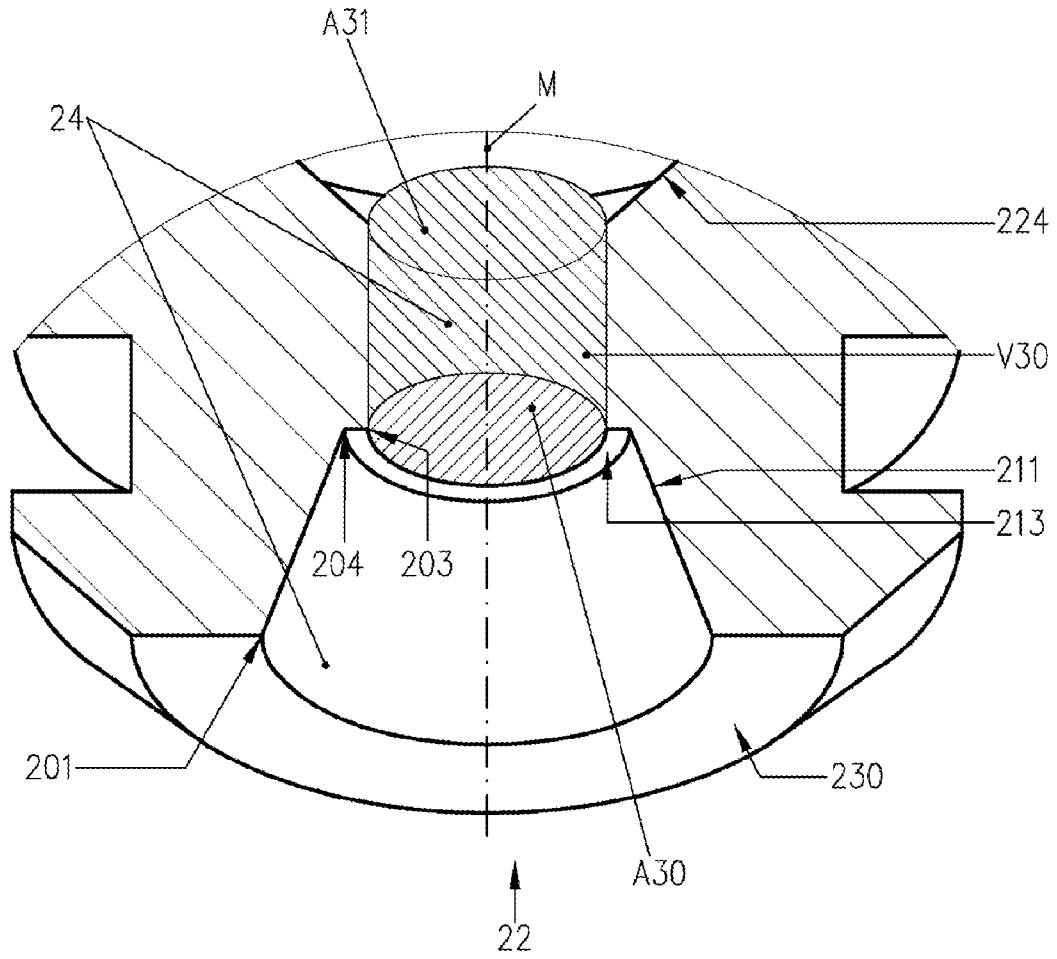


Figura 15

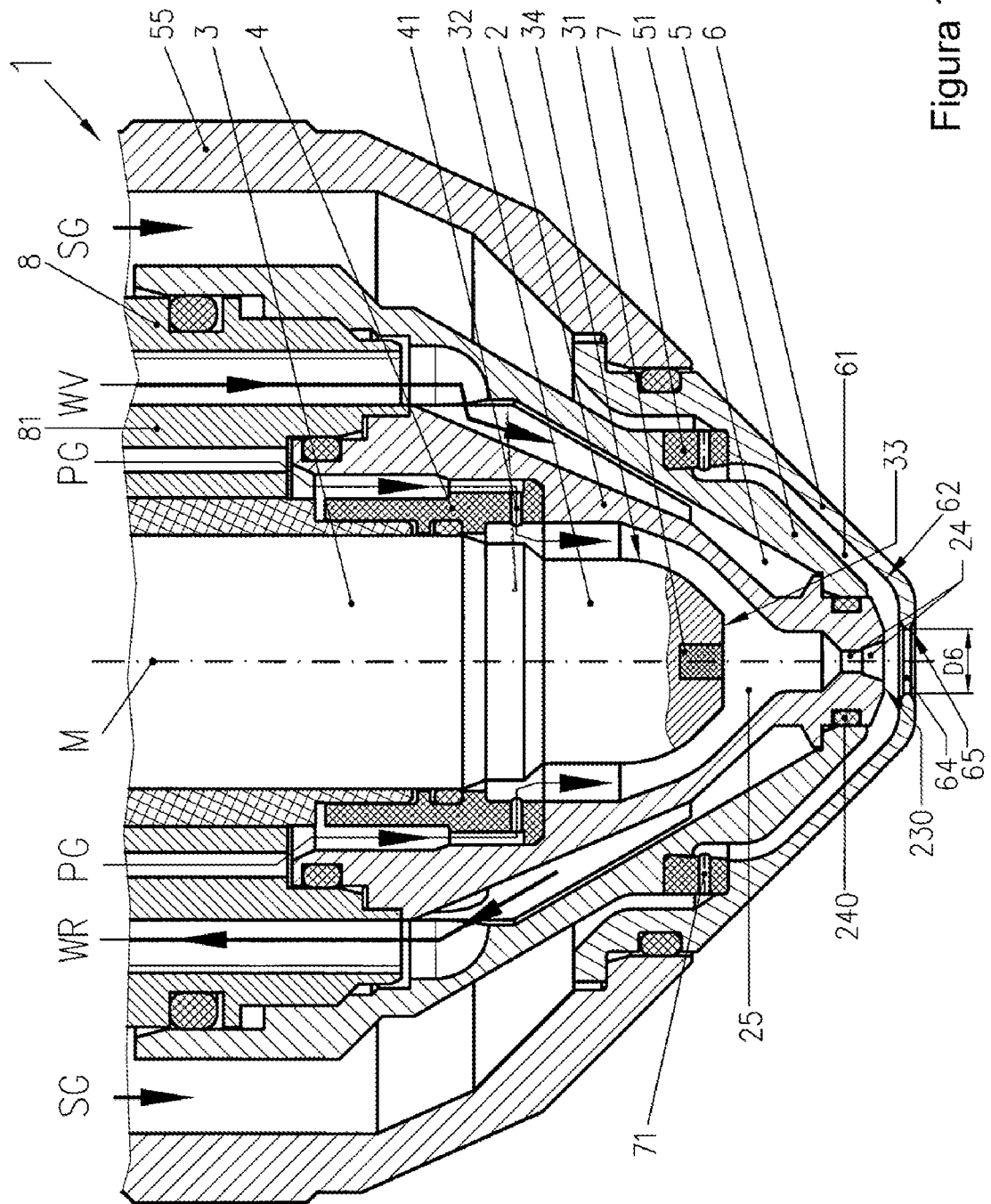


Figura 16

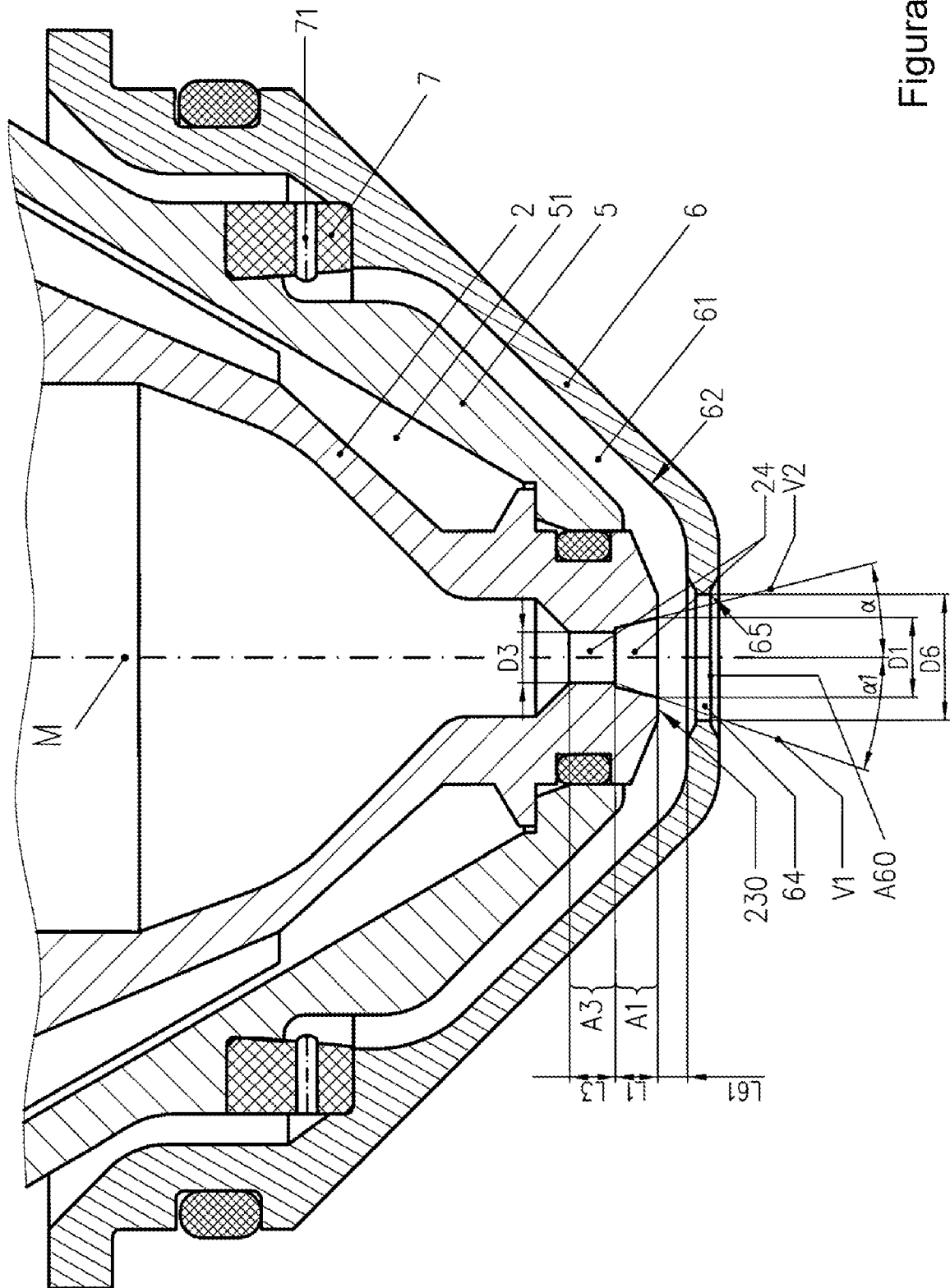


Figura 17

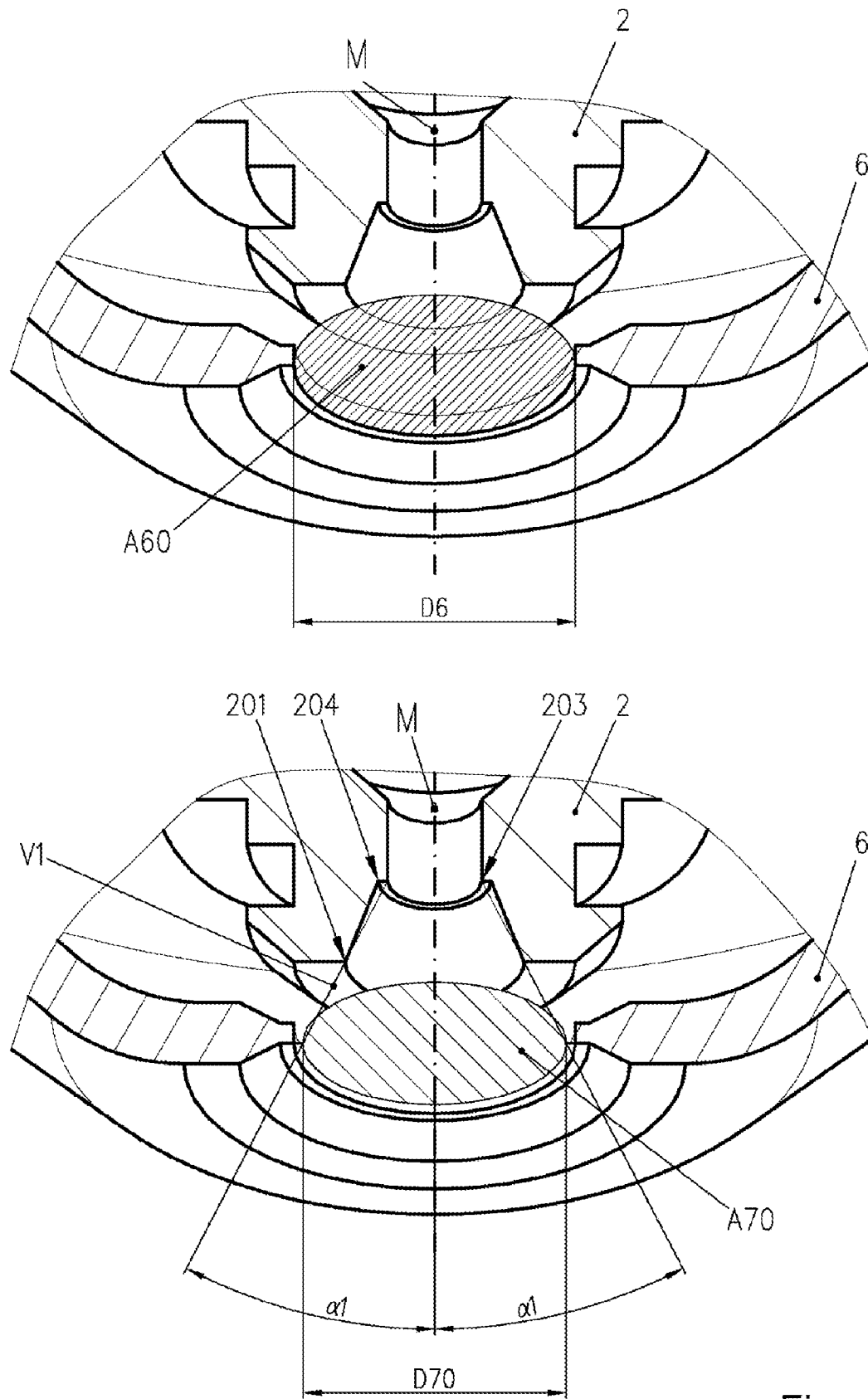


Figura 17a

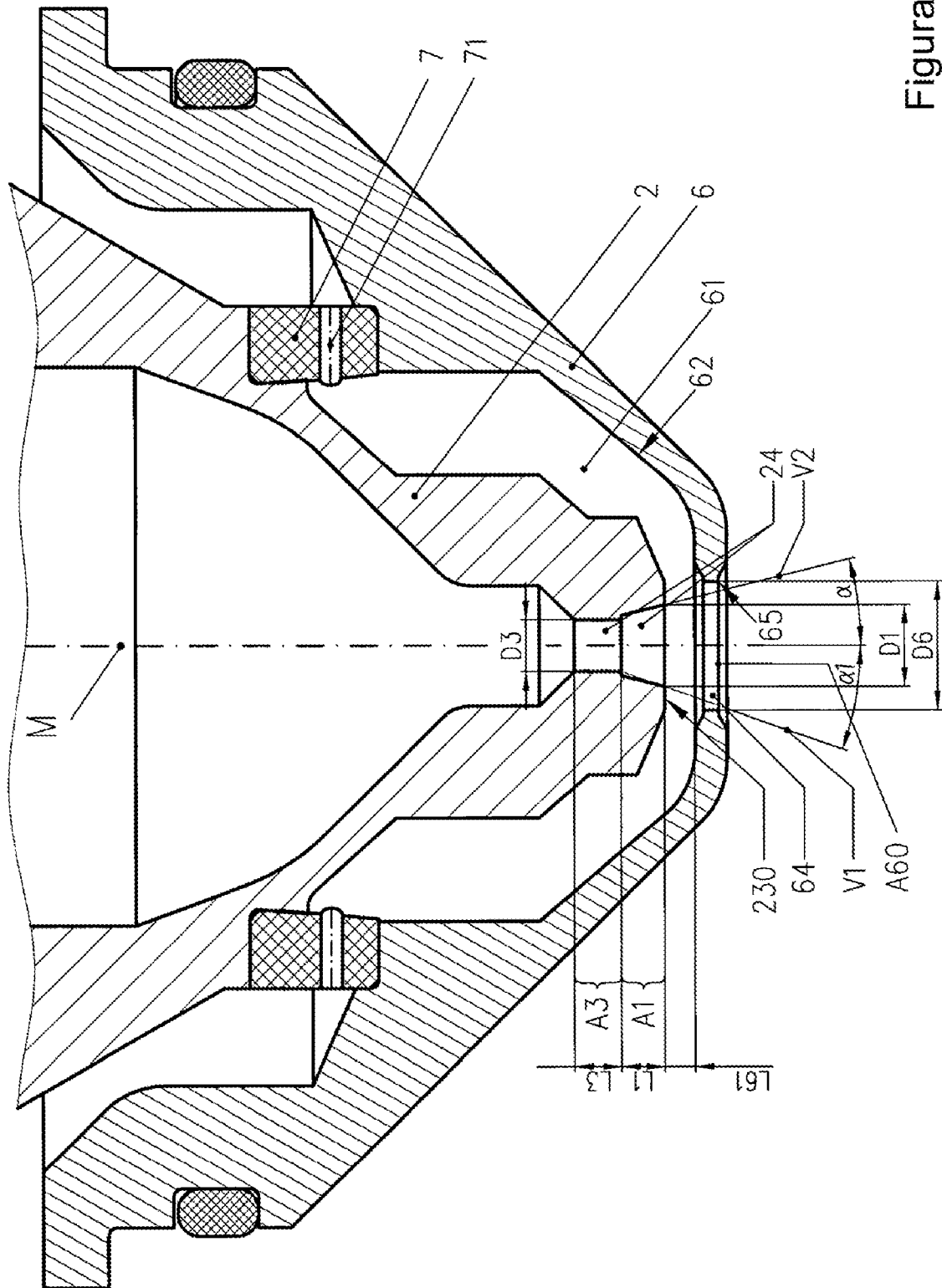


Figura 18

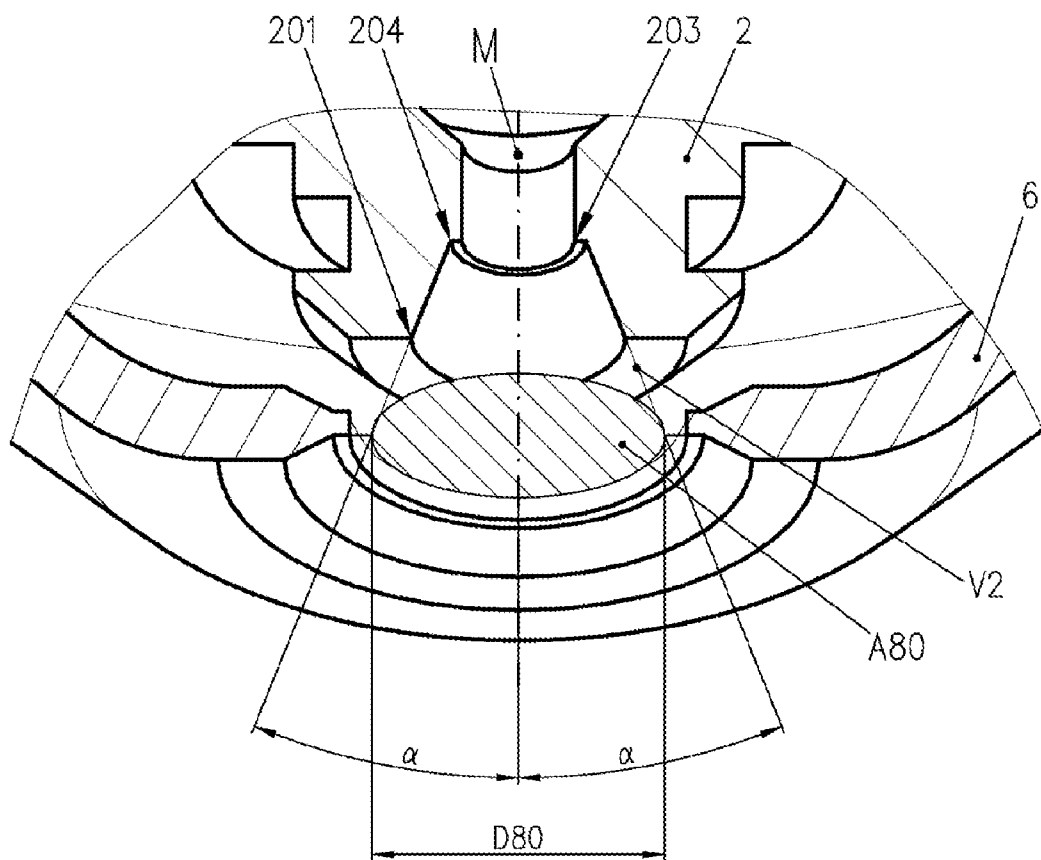
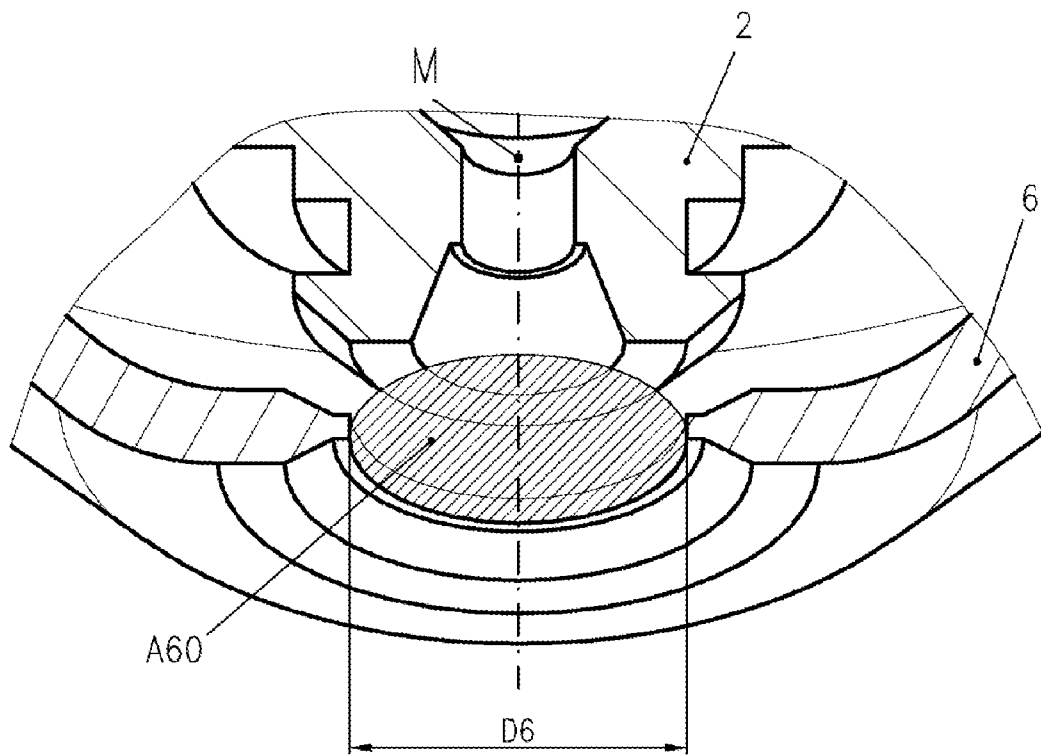


Figura 18a

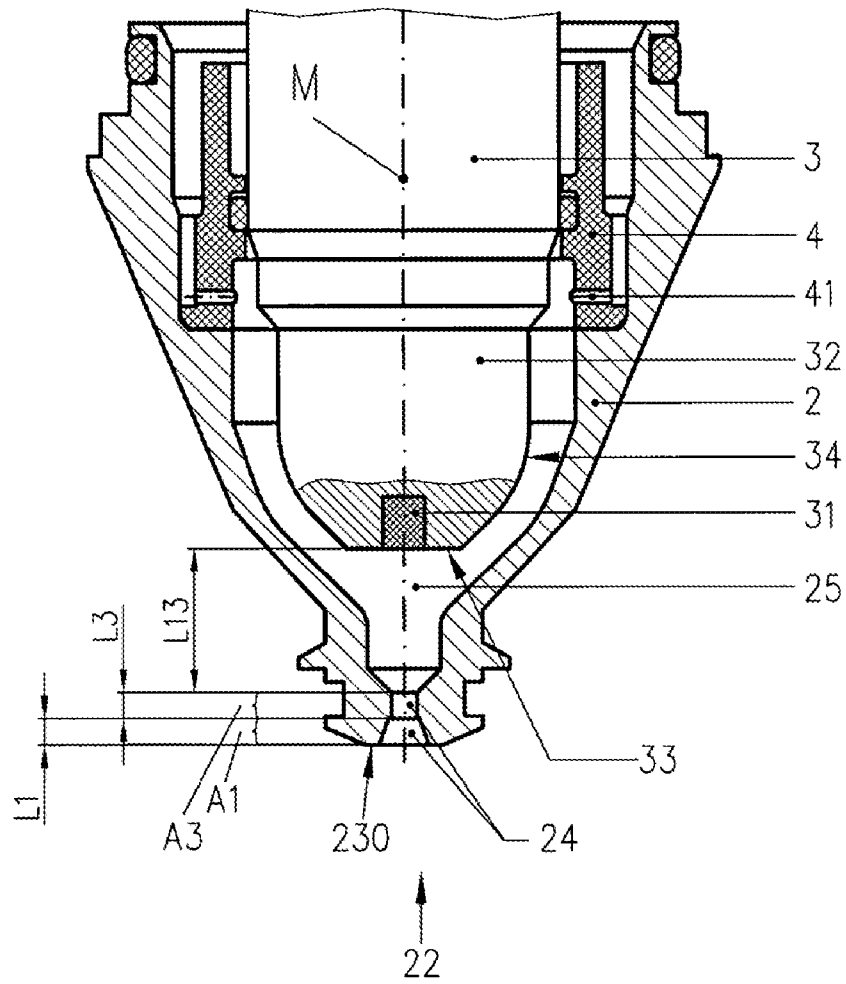


Figura 19

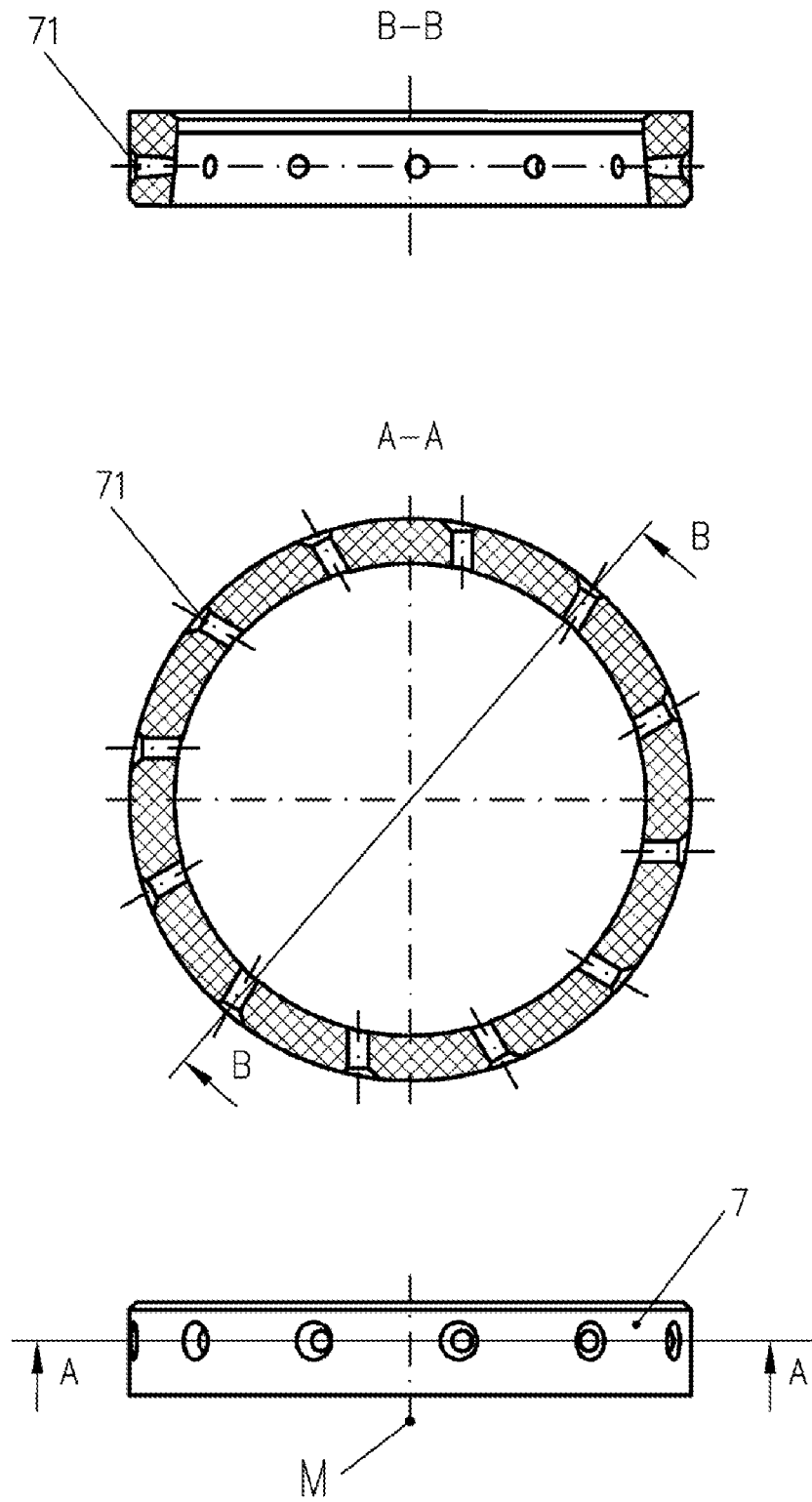


Figura 20

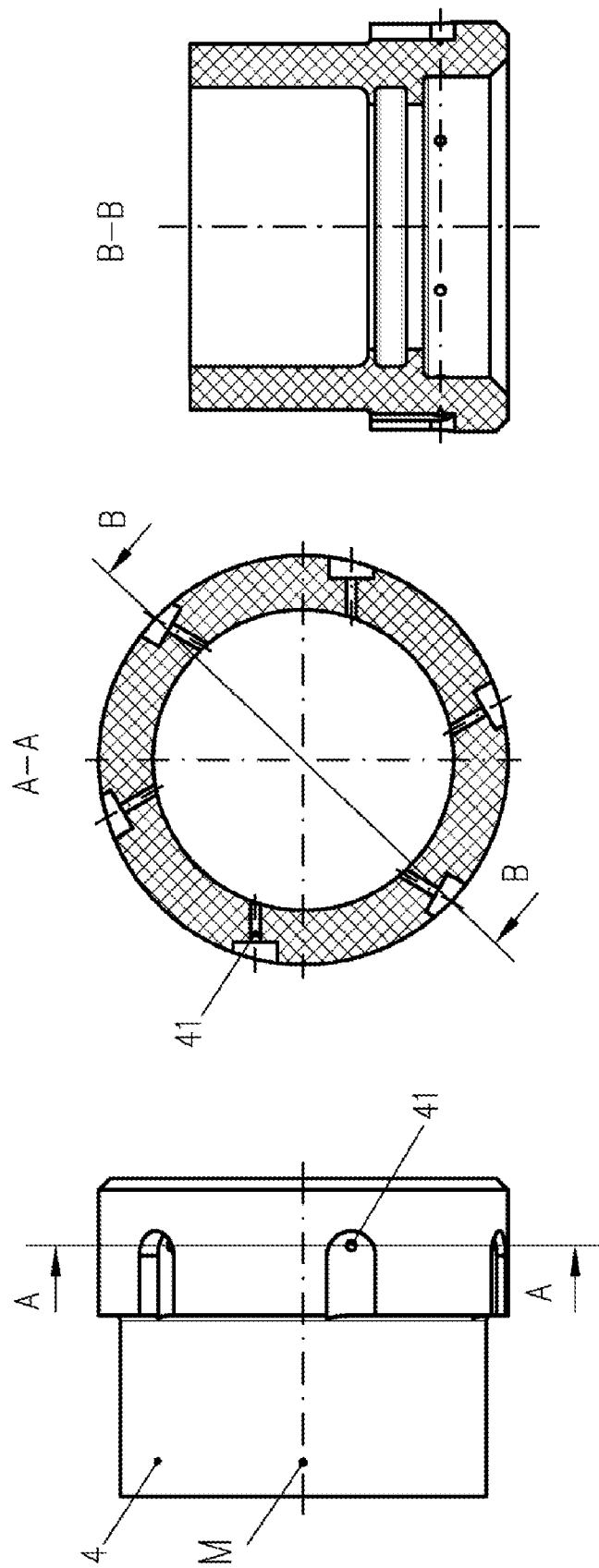


Figura 21