

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7281456号

(P7281456)

(45)発行日 令和5年5月25日(2023.5.25)

(24)登録日 令和5年5月17日(2023.5.17)

(51)国際特許分類

F I

B 2 3 K 10/00 (2006.01)

B 2 3 K 10/00 5 0 4

B 2 3 K 26/38 (2014.01)

B 2 3 K 26/38 A

B 2 3 K 26/14 (2014.01)

B 2 3 K 10/00 5 0 1 Z

H 0 5 H 1/34 (2006.01)

B 2 3 K 26/14

H 0 5 H 1/34

請求項の数 41 (全39頁)

(21)出願番号 特願2020-516590(P2020-516590)

(86)(22)出願日 平成30年9月14日(2018.9.14)

(65)公表番号 特表2020-534162(P2020-534162 A)

(43)公表日 令和2年11月26日(2020.11.26)

(86)国際出願番号 PCT/DE2018/100789

(87)国際公開番号 WO2019/057244

(87)国際公開日 平成31年3月28日(2019.3.28)

審査請求日 令和3年9月14日(2021.9.14)

(31)優先権主張番号 102017122015.1

(32)優先日 平成29年9月22日(2017.9.22)

(33)優先権主張国・地域又は機関

ドイツ(DE)

(31)優先権主張番号 102018100917.8

(32)優先日 平成30年1月17日(2018.1.17)

最終頁に続く

(73)特許権者 515314937

シェルベリ - シュティフトゥング

K j e l l b e r g - S t i f t u n g

ドイツ連邦共和国 0 3 2 3 8 フィンス

ターヴァルデ ゲシュヴィスター - ショ

ル - シュトラッセ 1

(74)代理人 100073184

弁理士 柳田 征史

(74)代理人 100123652

弁理士 坂野 博行

(74)代理人 100175042

弁理士 高橋 秀明

(72)発明者 ギュンター , ヴァディム

ドイツ連邦共和国 0 3 2 3 8 フィンス

ターヴァルデ ハイน์リヒスルーアー ヴ

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プラズマトーチヘッド、レーザ切断ヘッドおよびプラズマレーザ切断ヘッド用のノズル、ノズルを備えたアセンブリ、プラズマトーチヘッドおよびプラズマトーチ、ノズルを備え

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

プラズマトーチヘッド、レーザ切断ヘッドまたはプラズマレーザ切断ヘッド用のノズル(2)であって、長手方向軸線Mを有する本体(20)と、前端部(22)と、後端部(28)と、前記前端部(22)に設けられたノズル開口(24)とを含み、前記前端部(22)の前記ノズル開口(24)が、前記前端部から見て、縦断面で少なくとも以下の区分、すなわち

- 前記長手方向軸線Mに沿って延び、前記後端部(28)に向かう方向で先細りする第1の区分A1であって、内面(211)と、前記前端部(22)に設けられた本体エッジ(201)とを備えた第1の区分A1と、

- 前記長手方向軸線Mに沿って延びる第2の区分A3であって、内面(220)と、前記第1の区分A1から前記第2の区分A3への移行部に設けられた本体エッジ(203)とを備えた第2の区分A3と

を含んでいて、

前記前端部(22)における前記ノズル開口(24)の前記本体エッジ(201)と、前記第1の区分A1から前記第2の区分A3への前記移行部に設けられた前記本体エッジ(203)との間の仮定の接続ラインV1と、前記長手方向軸線Mとが、15°~40°の範囲の角度1を形成し、かつ/または前記第1の区分A1の前記内面(211)と、前記長手方向軸線Mとが、10°~30°の範囲の角度を形成し、かつ

前記第1の区分A1から前記第2の区分A3への前記移行部に設けられた前記本体エッ

ジ(203)と前記第2の区分A3から第3の区分A5への移行部に設けられた本体エッジ(205)との間の仮想の接続ラインV3と、前記長手方向軸線Mとが、 $0^{\circ} \sim 8^{\circ}$ の範囲の角度1を形成して前記後端部(28)に向かう方向で拡開するか、または $172^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の範囲の角度1を形成して前記後端部(28)に向かう方向で先細りするか、または前記長手方向軸線Mに対して平行に延びる、または

前記第2の区分A3の前記内面(220)が、 $0^{\circ} \sim 8^{\circ}$ の範囲の角度で前記後端部(28)に向かう方向で拡開するか、または $172^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の範囲の角度で前記後端部(28)の方向に向かう方向で先細りするか、または前記長手方向軸線Mに対して平行に延び、

前記第1の区分A1から前記第2の区分A3への前記移行部において、または該移行部の手前または直前に、前記長手方向軸線Mに対して $45^{\circ} \sim 120^{\circ}$ の範囲の角度で延びる、少なくとも1つの別の内面(213)が位置し、

該内面(213)は、前記本体エッジ(203)と、前記内面(211)との間に位置し、移行は段階的に行われる、

ノズル(2)。

#### 【請求項2】

前記前端部(22)から見て、前記第2の区分A3の背後に、前記長手方向軸線Mに沿って延び、前記後端部(28)に向かう方向で拡開する、内面(224)を備えた第3の区分A5が存在している、請求項1記載のノズル(2)。

#### 【請求項3】

前記第3の区分(A5)の前記内面(224)が、前記長手方向軸線Mに沿って前記後端部(28)に向かう方向で拡開する少なくとも1つの領域を有していて、該領域の内面と、前記長手方向軸線Mとが、 $30^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の範囲の角度を形成する、請求項2記載のノズル。

#### 【請求項4】

前記前端部(22)から見て、前記第3の区分A5の背後に、内面(227)を備えた第4の区分A7が存在していて、前記第2の区分A3から前記第3の区分A5への前記移行部に設けられた前記本体エッジ(205)と、前記第3の移行部A5から前記第4の区分A7への移行部に設けられた本体エッジ(206)との間の仮想の接続ラインV4と、前記長手方向軸線Mとが、 $30^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の範囲の角度1を形成し、かつ/または前記第3の区分A5の前記内面(224)と、前記長手方向軸線Mとが、 $30^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の範囲の角度を形成する、請求項2記載のノズル。

#### 【請求項5】

前記前端部(22)から見て、前記第3の区分A5の背後に、内面(227)を備えた第4の区分A7が存在していて、該第4の区分A7の前記内面(227)が、前記長手方向軸線Mに対して $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ の範囲の角度で前記後端部(28)に向かう方向で拡開するか、または $170^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の範囲の角度で前記後端部(28)に向かう方向で先細りするか、または前記長手方向軸線Mに対して平行に延びる少なくとも1つの領域を有している、または

前記第4の区分A7の前記内面(227)が、前記長手方向軸線Mに対して、 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ の範囲の角度で前記後端部(28)に向かう方向で拡開するか、または $170^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の範囲の角度で前記後端部(28)に向かう方向で先細りするか、または前記長手方向軸線Mに対して平行に延びる、請求項2記載のノズル(2)。

#### 【請求項6】

前記第1の区分A1が、前記前端部(22)から見て、円錐状、凸状または凹状に先細りする、かつ/または

前記第2の区分A3が、円錐状、凸状または凹状に先細りするかまたは拡開する、かつ/または

前記第3の区分A5が、円錐状、凸状または凹状に拡開する、かつ/または

前記第4の区分A7が、円錐状、凸状または凹状に先細りするかまたは拡開する、

10

20

30

40

50

請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項記載のノズル ( 2 )。

【請求項 7】

前記第 1 の区分 A 1 が、前記前端部 ( 2 2 ) から見て、連続的または非連続的に先細りする、かつ / または

前記第 2 の区分 A 3 が、連続的または非連続的に先細りするかまたは拡開する、かつ / または

前記第 3 の区分 A 5 が、連続的または非連続的に拡開する、かつ / または

前記第 4 の区分 A 7 が、連続的または非連続的に先細りするかまたは拡開する、  
請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項記載のノズル ( 2 )。

【請求項 8】

前記第 1 の区分 A 1 が、前記前端部 ( 2 2 ) から見て、段階的に先細りする、かつ / または

前記第 2 の区分 A 3 が、段階的にかつ / または前記長手方向軸線 M に対して垂直方向に先細りするかまたは拡開する、かつ / または

前記第 3 の区分 A 5 が、段階的にかつ / または前記長手方向軸線 M に対して垂直方向に拡開する、かつ / または

前記第 4 の区分 A 7 が、段階的にかつ / または前記長手方向軸線 M に対して垂直方向に先細りするかまたは拡開する、

請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項記載のノズル ( 2 )。

【請求項 9】

前記第 1 の区分 A 1 および前記第 2 の区分 A 3、または

前記第 2 の区分 A 3 および前記第 3 の区分 A 5、または

前記第 3 の区分 A 5 および前記第 4 の区分 A 7、または

前記第 1 の区分 A 1、前記第 2 の区分 A 3 および前記第 3 の区分 A 5、または

前記第 2 の区分 A 3、前記第 3 の区分 A 5 および前記第 4 の区分 A 7、または

前記第 1 の区分 A 1、前記第 2 の区分 A 3、前記第 3 の区分 A 5 および前記第 4 の区分 A 7 が、互いに直接に続いている、請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項記載のノズル ( 2 )。

【請求項 10】

前記第 1 の区分 A 1 の最大の横断面積 A 1 0、および / または前記ノズル開口 ( 2 4 ) の、該ノズル開口 ( 2 4 ) の前記前端部 ( 2 2 ) に直接に位置する最大の横断面積 A 1 0 が、前記第 2 の区分 A 3 の最小の横断面積 A 3 0、A 3 1 および / または前記ノズル開口 ( 2 4 ) の最小の横断面積 A 3 0、A 3 1 よりも最小で 1 . 7 倍大きく、かつ / または最大で 4 . 0 倍大きい、請求項 1 から 9 までのいずれか 1 項記載のノズル ( 2 )。

【請求項 11】

前記第 1 の区分 A 1 の最大の直径 D 1、および / または前記ノズル開口 ( 2 4 ) の、該ノズル開口 ( 2 4 ) の前記前端部に直接に位置する最大の直径 D 1 が、前記第 2 の区分 A 3 の最小の直径 D 3 および / または前記ノズル開口 ( 2 4 ) の最小の直径 D 3 よりも最小で 1 . 3 倍大きく、かつ / または最大で 2 . 1 倍大きい、請求項 1 から 10 までのいずれか 1 項記載のノズル ( 2 )。

【請求項 12】

前記第 1 の区分 A 1 の最大の直径 D 1、および / または前記ノズル開口 ( 2 4 ) の、該ノズル開口 ( 2 4 ) の前記前端部 ( 2 2 ) に直接に位置する最大の直径 D 1 が、前記第 2 の区分 A 3 の最小の直径 D 3 および / または前記ノズル開口 ( 2 4 ) の最小の直径 D 3 よりも最小で 0 . 5 mm 大きく、かつ / または最大で 1 . 2 mm 大きい、請求項 1 から 11 までのいずれか 1 項記載のノズル ( 2 )。

【請求項 13】

前記第 1 の区分 A 1 の、前記長手方向軸線 M に沿って延びる長さ L 1 と、前記第 2 の区分 A 3 の、前記長手方向軸線 M に沿って延びる長さ L 3 との商  $L 1 / L 3$  が、0 . 5 ~ 1 . 2 である、請求項 1 から 12 までのいずれか 1 項記載のノズル ( 2 )。

10

20

30

40

50

## 【請求項 14】

前記第3の区分A5の、前記長手方向軸線Mに沿って延びる長さL5と、前記第1の区分A1の、前記長手方向軸線Mに沿って延びる長さL1との商 $L5/L1$ が、1.5以下である、請求項1から13までのいずれか1項記載のノズル(2)。

## 【請求項 15】

前記第3の区分A5の、前記長手方向軸線Mに沿って延びる長さL5と、前記第2の区分A3の、前記長手方向軸線Mに沿って延びる長さL3との商 $L5/L3$ が、1.25以下である、請求項1から14までのいずれか1項記載のノズル(2)。

## 【請求項 16】

前記第1の区分の長さ、前記第2の区分の長さ、前記第3の区分の長さおよび前記第4の区分の長さに対して、

L1 2mm、L3 3mm、L5 2mmおよびL7 3mm、

が当てはまる、請求項1から15までのいずれ1項記載のノズル(2)。

## 【請求項 17】

前記第2の区分A3の、前記長手方向軸線Mに沿って延びる長さL3と、前記第2の区分A3の直径D3との商 $L3/D3$ が、0.6~1.7である、請求項1から16までのいずれか1項記載のノズル(2)。

## 【請求項 18】

前記第4の区分A7の最大の直径D7が、前記第1の区分A1の最大の直径D1および/または前記ノズル開口(24)の、該ノズル開口(24)の前記前端部(22)に直接に位置する最大の直径D1と、最小で同一の大きさであり、かつ最大で前記直径D1の2倍の大きさである、請求項1から17までのいずれか1項記載のノズル(2)。

## 【請求項 19】

前記第1の区分A1の前記内面(211および/または211および213)により形成される容積V10が、前記第2の区分A3の前記内面(220)により形成される容積V30よりも大きく、かつ/または最大で2.5倍大きい、請求項1から18までのいずれか1項記載のノズル(2)。

## 【請求項 20】

前記第1の区分A1から前記第2の区分A3への前記移行部において、前記第2の区分A3の直径D3が、前記第1の区分A1の直径D2および/または最小の直径D2よりも最小で0.2mm小さく、かつ/または最大で0.6mm小さい、請求項1から19までのいずれか1項記載のノズル(2)。

## 【請求項 21】

請求項1から20までのいずれか1項記載のノズル(2)と、ノズル保護キャップ(6)とから成るアセンブリであって、前記ノズル(2)と前記ノズル保護キャップ(6)とが、少なくとも前端部(22)およびノズル開口(24)の領域において互いに離間して配置されており、前記ノズル保護キャップ(6)が、前記ノズル開口(24)に長手方向軸線M上で整合する開口(64)を有している、アセンブリ。

## 【請求項 22】

前記ノズル(2)の外表面(23)と、前記ノズル保護キャップ(6)の内面(62)との間に、ノズルキャップ(5)が配置されている、請求項21記載のアセンブリ。

## 【請求項 23】

前記ノズル保護キャップ(6)の開口(64)が、前記ノズル(2)の横断面積A10よりも大きな横断面積A60を有しているか、または前記ノズル(2)の直径D1よりも大きな直径D6を有している、かつ/または前記ノズル保護キャップ(6)の前記開口(64)が、前記ノズル(2)の横断面積A10よりも大きな横断面積A60を有しているか、または前記ノズル(2)の直径D1よりも大きな直径D6を有している、請求項21または22記載のアセンブリ。

## 【請求項 24】

前記ノズル(2)の前記第1の区分A1の長さL1および/または前記第2の区分A3

10

20

30

40

50

の長さL 3および/または長さL 1と長さL 3との合計が、前記ノズル(2)の前記前端部(22)の外表面(230)と、前記ノズル保護キャップ(6)の前記内面(62)との間の最短の間隔L 61の長さよりも大きい、請求項2.1から2.3までのいずれか1項記載のアセンブリ。

【請求項2.5】

前記ノズル(2)または前記ノズルキャップ(5)が、前記ノズル保護キャップ(6)から、前記開口(71)を含むガスガイド部(7)によって互いに電気絶縁されて配置されている、請求項2.1から2.4までのいずれか1項記載のアセンブリ。

【請求項2.6】

前記ガスガイド部(7)の前記開口(71)が、前記長手方向軸線Mに対して半径方向に、または前記長手方向軸線Mの半径方向線に対してずらされてまたは傾斜して、または前記長手方向軸線Mに対して平行に、または前記長手方向軸線Mに対して傾斜して配置されている、請求項2.5記載のアセンブリ。

10

【請求項2.7】

前記長手方向軸線Mに沿って互いに離間して配置されている、請求項1から2.0までのいずれか1項記載のノズル(2)と、電極(3)とから成る、アセンブリ。

【請求項2.8】

電極(3)を含み、該電極(3)が、電極ホルダ(32)と、該電極(3)の前端部(33)に設けられた放射インサート(31)とを含み、該放射インサート(31)が、前記長手方向軸線Mに沿って前記ノズル開口(24)に整合して延びていて、前記電極(3)の前記前端部(33)が、前記ノズル(2)の内室(25)内に配置されていて、前記電極(3)の前記前端部(33)の外表面(34)と、前記ノズル開口(24)の前記区分A3との間の間隔L 13が、前記第1の区分A1の長さL 1および/または前記第2の区分A3の長さL 3および/または前記ノズル(2)の前記第1の区分A1の長さL 1と前記第2の区分A3の長さL 3との合計よりも最小で1.5倍大きい、請求項2.7記載のアセンブリ。

20

【請求項2.9】

前記ノズル(2)と前記電極(3)とが、前記開口(41)を含むガスガイド部(4)により互いに電氣的に絶縁されて離間して配置されている、請求項2.7または2.8記載のアセンブリ。

30

【請求項3.0】

前記ガスガイド部(4)が、開口(41)を含んでいる、請求項2.7から2.9までのいずれか1項記載のアセンブリ。

【請求項3.1】

前記開口(41)が、前記長手方向軸線Mに対して半径方向に、または前記長手方向軸線Mの半径方向線に対してずらされてまたは傾斜して、または前記長手方向軸線Mに対して平行に、または前記長手方向軸線Mに対して傾斜して配置されている、請求項3.0記載のアセンブリ。

【請求項3.2】

前記電極が、電極ホルダ(32)と、放射インサート(31)とを含んでいて、該放射インサート(31)が、前記電極(3)の前記前端部(33)において前記電極ホルダ(32)から突出していない、請求項2.7から3.1までのいずれか1項記載のアセンブリ。

40

【請求項3.3】

請求項1から2.0までのいずれか1項記載のノズル(2)および/または請求項2.1から3.2までのいずれか1項記載のアセンブリを含む、プラズマトーチヘッド、レーザ切断ヘッドまたはプラズマレーザ切断ヘッド。

【請求項3.4】

請求項3.3記載のプラズマトーチヘッドを含む、プラズマトーチ。

【請求項3.5】

プラズマアークトーチ、プラズマ切断トーチまたはプラズマアーク切断トーチである、

50

請求項 3 4 記載のプラズマトーチ。

【請求項 3 6】

請求項 1 から 2 0 までのいずれか 1 項記載のノズル ( 2 ) および / または請求項 2 1 から 2 6 までのいずれか 1 項記載のアセンブリを含む、レーザ切断ヘッド。

【請求項 3 7】

請求項 1 から 2 0 までのいずれか 1 項記載のノズル ( 2 ) および / または請求項 2 1 から 3 2 までのいずれか 1 項記載のアセンブリを含む、プラズマレーザ切断ヘッド。

【請求項 3 8】

請求項 3 4 または 3 5 記載のプラズマトーチを使用する、プラズマ切断法。

【請求項 3 9】

請求項 3 6 記載のレーザ切断ヘッドを使用する、レーザ切断法。

【請求項 4 0】

請求項 3 7 記載のプラズマレーザ切断ヘッドを使用する、プラズマレーザ切断法。

【請求項 4 1】

酸化性ガス、非酸化性ガスおよび / または還元ガスまたはガス混合物をプラズマガスおよび / またはプロセスガスおよび / または二次ガスとして使用する、請求項 3 8 から 4 0 までのいずれか 1 項記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本出願は、プラズマトーチヘッド、レーザ切断ヘッドおよびプラズマレーザ切断ヘッド用のノズル、ノズルを備えたアセンブリ、プラズマトーチヘッドおよびプラズマトーチ、ノズルを備えたレーザ切断ヘッドならびにこのノズルを備えたプラズマレーザ切断ヘッドに関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

プラズマトーチ、レーザ切断ヘッドおよびプラズマレーザ切断ヘッドは、鋼および非鉄金属のような導電性の材料を熱加工するために極めて一般的に使用される。

【 0 0 0 3 】

プラズマトーチは、通常、トーチヘッド、電極、ノズルおよびノズル用のホルダから成っている。近年のプラズマトーチは、ノズル上に取り付けられるノズル保護キャップを付加的に有している。しばしば、ノズルはノズルキャップによって位置固定される。

【 0 0 0 4 】

プラズマトーチの運転によって、アークにより発生する高い熱負荷の結果摩耗する構成部材は、プラズマトーチのタイプに応じて特に電極、ノズル、ノズルキャップ、ノズル保護キャップ、ノズル保護キャップホルダおよびプラズマガスガイド部材および二次ガスガイド部材である。これらの構成部材は、オペレータによって容易に交換することができ、したがって摩耗部材と呼ぶことができる。

【 0 0 0 5 】

プラズマトーチは、プラズマトーチに電気およびガスを供給する電源およびガス供給部にケーブルを介して接続されている。さらに、プラズマトーチは、たとえば冷却液のような冷却媒体用の冷却装置に接続されていてよい。

【 0 0 0 6 】

プラズマ切断トーチでは、高い熱負荷が発生する。これは、ノズル孔によるプラズマジェットの高い狭窄化を原因とする。プラズマ切断トーチでは、小さな孔が使用され、これによりノズル孔内における  $50 \sim 150 \text{ A/mm}^2$  の高い電流密度、約  $2 \times 10^6 \text{ W/cm}^2$  のエネルギー密度および  $3000 \text{ K}$  までの高い温度が発生させられる。さらに、プラズマ切断トーチ内では、通常は 12 バールまでの比較的高いガス圧が使用される。ノズル孔を通流するプラズマガスの高い温度と大きな運動エネルギーとの組み合わせは、ワークの溶解と、溶解物の除去とをもたらす。切断溝が生じ、ワークは分離される。ノズルおよび /

10

20

30

40

50

またはノズル保護キャップからのプラズマジェットの流れ時に、ノズル内の切断電流および電流密度ならびに使用されるガスに応じて、高い騒音負荷が発生する。この騒音負荷は、100 dB (A) 以上にもなる。人間にとって知覚可能な音響周波数は、約20ヘルツ～約20000ヘルツの範囲にある。大きな振幅を有する高い周波数(>1000ヘルツ)は、不快に感じられるだけではなく、適切な防音手段がないと健康に悪影響を与えてしまう。プラズマ切断時の音響の周波数を記録すると、1000ヘルツ～15000ヘルツの相当な振幅が含まれていた。

#### 【0007】

プラズマ切断時にはしばしば、非合金鋼または低合金鋼を切断するために酸化性ガスが使用され、高合金鋼または非鉄金属を切断するために非酸化性ガスが使用される。

10

#### 【0008】

電極とノズルとの間には、プラズマガスが流れる。プラズマガスは、ガスガイド部材を通してガイドされる。これにより、プラズマガスを意図的に方向付けることができる。しばしば、プラズマガスは、プラズマガイド部材における開口の半径方向および/または軸方向のずれにより、電極を中心として回転させられる。プラズマガスガイド部材は、電気絶縁性材料から成っている。なぜならば、電極とノズルとは、互いから電氣的に絶縁されていなければならないからである。電氣的絶縁は、電極とノズルとが、プラズマ切断トーチの運転中に互いに異なる電位を有している所以需要である。プラズマ切断トーチを運転するために、電極と、ノズルおよび/またはワークとの間でアークが形成され、アークはプラズマガスをイオン化する。アークの点弧のためには、電極とノズルとの間に高電圧を加えることができる。この電圧は、電極とノズルとの間の区間の予備イオン化のために、ひいてはアークの形成のために働く。電極とノズルとの間で燃焼するアークは、パイロットアークとも呼ばれる。

20

#### 【0009】

パイロットアークは、ノズル孔から進出し、ワークに衝突し、ワークへの区間をイオン化する。これにより、電極とワークとの間でアークが形成される。このアークは、メインアークとも呼ばれる。メインアーク中に、パイロットアークは遮断することができる。しかしパイロットアークを、引き続き運転させることもできる。プラズマ切断時には、ノズルに付加的に負荷を加えないために、パイロットアークは遮断されることが多い。

#### 【0010】

30

特に、電極およびノズルには熱的に高い負荷が加えられるので、冷却される必要がある。同時に電極およびノズルは、アークの形成のために必要とされる電流も伝導しなければならない。したがってこのためには、良好に熱を伝導しかつ電気を良好に伝導する材料、通常は金属、たとえば銅、銀、アルミニウム、錫、亜鉛、鉄またはこれらの金属のうちの少なくとも1種を含んでいる合金が使用される。

#### 【0011】

電極は、しばしば電極ホルダおよび放射インサート(Emissionseinsatz)とから成っている。放射インサートは、高い融解温度(<2000)と、電極ホルダよりも小さな仕事関数を有する材料から製造されている。放射インサートのための材料として、たとえばアルゴン、水素、窒素、ヘリウムおよびこれらの混合物のような非酸化性プラズマガスの使用時にはタングステンが使用され、たとえば酸素、空気およびこれらの混合物、窒素-酸素混合物、別のガスとの混合物のような酸化性ガスの使用時にはハフニウムまたはジルコニウムが使用される。これらの高温材料は、良好に熱を伝導しかつ電気を良好に伝導する材料から成る電極ホルダ内に嵌め込まれ、たとえば形状結合式(Formschluss)および/または力結合式(Kraftschluss)に圧入される。

40

#### 【0012】

電極およびノズルの冷却は、ノズルの外面に沿って流れるガス、たとえばプラズマガスまたは二次ガスにより行うことができる。しかし、液体、たとえば水による冷却がより効果的である。電極および/またはノズルは、しばしば液体によって直接に冷却される。つまり、液体は、電極および/またはノズルに直接に接触している。冷却液をノズルの周囲

50

にガイドするために、ノズルの周囲にはノズルキャップが位置している。ノズルキャップの内面は、ノズルの外面とともに、冷却材が流れる冷却材室を形成する。

【 0 0 1 3 】

近年のプラズマ切断トーチでは、ノズルおよびノズルキャップの外側に付加的にノズル保護キャップが位置している。ノズル保護キャップの内面と、ノズルまたはノズルキャップの外面とは、二次ガスまたは保護ガスが流れる室を形成する。二次ガスまたは保護ガスは、ノズル保護キャップの孔から流出し、プラズマジェットを取り囲み、プラズマジェットの周囲の規定された雰囲気を提供する。付加的には二次ガスは、ノズルおよびノズル保護キャップを、これらとワークとの間に形成され得るアークから保護する。これらのアークはダブルアークとも呼ばれ、ノズルの損傷をもたらしてしまう。特に、ワーク内への差込み時に、ノズルおよびノズル保護キャップは、材料の高温の跳ね上がり（Hochspritzen）によって強く負荷される。二次ガスは、その体積流量が差込み時に切断時の値に対して高めることができ、跳ね上がった材料をノズルおよびノズル保護キャップから遠ざけ、これによりノズルおよびノズル保護キャップを損傷から保護する。

10

【 0 0 1 4 】

ノズル保護キャップにも同様に熱的に高い負荷が加えられるので、冷却されなければならない。したがって、このためには良好に熱を伝導しかつ電気を良好に伝導する材料、通常は金属、たとえば銅、銀、アルミニウム、錫、亜鉛、鉄またはこれらの金属のうちの少なくとも1種を含む合金が使用される。

【 0 0 1 5 】

電極およびノズルは、間接的に冷却することもできる。その際に、電極およびノズルは、良好に熱を伝導しかつ電気を良好に伝導する材料、通常は金属、たとえば銅、銀、アルミニウム、錫、亜鉛、鉄またはこれらの金属のうちの少なくとも1種を含む合金から成る構成部材に触れることにより接触している。この構成部材は、同様に直接冷却される。つまり、大抵は流れる冷却材に直接に接触している。こうした構成部材は、同時に電極、ノズル、ノズルキャップまたはノズル保護キャップ用のホルダまたは収容部として働き、熱を導出しかつ電流を供給する。

20

【 0 0 1 6 】

電極のみ、またはノズルのみを液体によって冷却することもできる。

【 0 0 1 7 】

ノズル保護キャップは、大抵は二次ガスによってのみ冷却される。二次ガスキャップが冷却液により直接的または間接的に冷却されるアセンブリも公知である。

30

【 0 0 1 8 】

上記で説明したように、プラズマ切断時に、プラズマもしくはプラズマガスの高いエネルギー密度および高い流速により、部分的に100 dB (A) 以上の高い音圧レベルを有する高い騒音負荷が発生する。音圧レベルの大きさは、特にプラズマが運転される電気出力または切断電流、ノズル開口内での切断電流密度、ワーク厚さ、ひいてはアーク長さ、切断速度および使用されるプラズマガスまたは二次ガスに依存する。出力が高くなり、切断電流が大きくなり、電流密度が大きくなり、ワーク厚さが大きくなり、アーク長さが大きくなるほど、騒音負荷は増大する。幾つかのプラズマ切断技術では、いわゆるホイッスル音が付加的に生じる。このホイッスル音は、人間の聴覚によって極めて不快かつうるさく感じられる。この音は特に、プラズマガスがたとえば対応するプラズマガスガイド部により高い回転数で回転させられた場合に発生する。

40

【 0 0 1 9 】

レーザ切断ヘッドは、主に、本体、レーザビームをフォーカシングするための本体内に設けられた光学システム、レーザ光供給部もしくは光ファイバ、ガス（切断ガスおよび二次ガス）および冷却媒体用の接続部ならびに開口を備えたノズルから成っている。開口は、切断ガスのガスジェットを成形し、この開口を通してレーザ切断ヘッドからのレーザビームが進出する。レーザビームは、ワークに衝突し、吸収される。切断ガスとの組み合わせにおいて、加熱されたワークは溶融し、除去される（レーザ溶融切断）か、または酸化

50



される（レーザトーチ切断）。

【 0 0 2 0 】

レーザ切断ヘッドでは、ノズルの外側にノズル保護キャップを付加的に配置することができる。ノズル保護キャップの内面と、ノズルまたはノズルキャップの外面とは、二次ガスまたは保護ガスが流れる室を形成する。二次ガスまたは保護ガスは、ノズル保護キャップの孔から流出し、レーザビームを取り囲み、レーザビームの周囲の規定された雰囲気を提供する。付加的に、二次ガスはノズルを保護する。特に、ワーク内への差込み時に、ノズルは、材料の高温の跳ね上がりによって強く負荷される。二次ガスは、その体積流量を差込み時に切断時の値に対して高めることができ、跳ね上がった材料をノズルから遠ざけ、これによりノズルを損傷から保護する。

10

【 0 0 2 1 】

ノズル開口からのガスジェットの流出時に、特に切断ガスの体積流量が大きな場合に、同様に高い騒音負荷が生じる。高い体積流量は、特にたとえば高合金鋼およびアルミニウムのレーザ溶融切断時に必要となる。

【 0 0 2 2 】

プラズマジェット切断もレーザビーム切断も同時に使用される加工ヘッド、いわゆるプラズマレーザ切断ヘッドは、プラズマトーチヘッドおよびレーザ切断ヘッドの特徴を有している。このプラズマレーザ切断ヘッドでは、両切断方法の特徴、ひいては利点も互いに組み合わせられる。

20

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 2 3 】

騒音は、健康被害を引き起こし得る。本発明の目的は、可能であれば切断速度および切断品質を損なうことなしに、プラズマ切断、（プロセスガスをを用いた）レーザ切断（レーザビーム切断）およびプラズマレーザ切断時の騒音負荷を減じることである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 2 4 】

本発明によれば、この課題は、プラズマトーチヘッド、レーザ切断ヘッドまたはプラズマレーザ切断ヘッド用のノズルであって、長手方向軸線Mを有する本体と、前端部と、後端部と、前端部に設けられたノズル開口とを含み、前端部のノズル開口が、前端部から見て、縦断面で少なくとも以下の区分、すなわち長手方向軸線Mに沿って延び、後端部に向かう方向で先細りする第1の区分A1であって、内面と、前端部に設けられた本体エッジとを備えた第1の区分A1と、長手方向軸線Mに沿って延びる第2の区分A3であって、内面と、第1の区分A1から第2の区分A3への移行部に設けられた本体エッジとを備えた第2の区分A3とを含んでいて、第1の区分A1が、その全長にわたって線形に先細りしているのではなく、前端部におけるノズル開口の本体エッジと、第1の区分A1から第2の区分A3への移行部に設けられた本体エッジとの間の仮定の接続ラインV1と、長手方向軸線Mとが、 $15^{\circ} \sim 40^{\circ}$ の範囲、好適には $20^{\circ} \sim 38^{\circ}$ の範囲、さらに好適には $20^{\circ} \sim 35^{\circ}$ の範囲、最も好適には $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$ の範囲の角度 $\alpha_1$ を形成し、かつ/または第1の区分A1の内面(211)と、長手方向軸線Mとが、 $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$ の範囲、好適には $12^{\circ} \sim 30^{\circ}$ の範囲、さらに好適には $14^{\circ} \sim 25^{\circ}$ の範囲、さらに好適には $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ の範囲、最も好適には $17^{\circ} \sim 20^{\circ}$ の範囲の角度 $\alpha_2$ を形成し、かつ第1の区分A1から第2の区分A3への移行部に設けられた本体エッジ(203)と第2の区分A3から第3の区分A5への移行部に設けられた本体エッジ(205)との間の仮定の接続ラインV3と、長手方向軸線Mとが、 $0^{\circ} \sim 8^{\circ}$ の範囲、好適には $5^{\circ}$ の角度 $\alpha_3$ を形成して後端部(28)に向かう方向で拡開するか、または $172^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の範囲、好適には $175^{\circ}$ の角度 $\alpha_4$ を形成して後端部(28)に向かう方向で先細りするか、または長手方向軸線Mに対して平行に延びる、または第2の区分A3の内面(220)が、 $0^{\circ} \sim 8^{\circ}$ の範囲、好適には $5^{\circ}$ の角度 $\alpha_5$ で後端部(28)に向かう方向で拡開するか、または $172^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の範囲、好適には $175^{\circ}$ の角度 $\alpha_6$ で後端部(28)の方向

30

40

50

に向かう方向で先細りするか、または長手方向軸線Mに対して平行に延びることにより、解決される。

【0025】

さらに本発明は、請求項1から21までのいずれか1項記載のノズルと、ノズル保護キャップとから成るアセンブリであって、ノズルとノズル保護キャップとが、少なくとも前端部およびノズル開口の領域において互いに離間して配置されており、ノズル保護キャップが、ノズル開口に長手方向軸線M上で整合する開口を有している、アセンブリにより解決される。

【0026】

さらにこの課題は、長手方向軸線Mに沿って互いに離間して配置されている、請求項1から21までのいずれか1項記載のノズルと、電極とから成るアセンブリにより解決される。

10

【0027】

さらにこの課題は、請求項1から21までのいずれか1項記載のノズルおよび/または請求項22から33までのいずれか1項記載のアセンブリを含む、プラズマトーチヘッドにより解決される。

【0028】

さらにこの課題は、請求項34の記載のプラズマトーチヘッドを含むプラズマトーチにより解決される。

【0029】

さらにこの課題は、請求項1から21までのいずれか1項記載のノズルおよび/または請求項22から27までのいずれか1項記載のアセンブリを含む、レーザ切断ヘッドにより解決される。

20

【0030】

さらにこの課題は、請求項1から21までのいずれか1項記載のノズルおよび/または請求項22から33までのいずれか1項記載のアセンブリを含む、プラズマレーザ切断ヘッドにより解決される。

【0031】

この課題は、請求項35または36記載のプラズマトーチを使用する、プラズマ切断法によっても解決される。

30

【0032】

さらにこの課題は、請求項37記載のレーザ切断ヘッドを使用する、レーザ切断法によっても解決される。

【0033】

最終的にこの課題は、請求項38記載のプラズマレーザ切断ヘッドを使用する、プラズマレーザ切断法によっても解決される。

【0034】

ノズルでは、第1の区分A1から第2の区分A3への移行部において、または移行部の手前または直前に、長手方向軸線Mに対して45°～120°の範囲、好適には60°～110°の範囲、さらに好適には80°～100°の範囲、さらに好適には85°～95°の範囲の角度で延び、最も好適には垂直方向に延びる、少なくとも1つの別の内面213が位置していることが規定されていてよい。内面213は、本体エッジ203と、内面211との間に位置していて、移行は段階的にまたは連続的に行うことができる。

40

【0035】

有利には、前端部から見て、第2の区分A3の背後に、長手方向軸線Mに沿って延び、後端部に向かう方向で拡開する、内面を備えた第3の区分A5が存在している。

【0036】

特に、第3の区分A5の内面が、長手方向軸線Mに沿って後端部に向かう方向で拡開する少なくとも1つの領域を有していて、該領域の内面と、長手方向軸線Mとが、30°～90°の範囲、好適には40°～75°の範囲の角度を形成することが規定されていて

50

よい。

【 0 0 3 7 】

代替的には、前端部から見て、第 3 の区分 A 5 の背後に、内面を備えた第 4 の区分 A 7 が存在していて、第 2 の区分 A 3 から第 3 の区分 A 5 への移行部に設けられた本体エッジと、第 3 の移行部 A 5 から第 4 の区分 A 7 への移行部に設けられた本体エッジとの間の仮想の接続ライン V 4 と、前記長手方向軸線 M とが、 $30^{\circ} \sim 90^{\circ}$  の範囲、好適には  $40^{\circ} \sim 75^{\circ}$  の範囲の角度 1 を形成し、かつ / または第 3 の区分 A 5 の内面 ( 2 2 4 ) と、長手方向軸線 M とが、 $30^{\circ} \sim 90^{\circ}$  の範囲、好適には  $40^{\circ} \sim 75^{\circ}$  の範囲の角度を形成することが規定されていてよい。

【 0 0 3 8 】

さらに代替的には、前端部 2 2 から見て、第 3 の区分 A 5 の背後に、内面を備えた第 4 の区分 A 7 が存在していて、第 4 の区分 A 7 の内面 2 2 7 が、長手方向軸線 M に対して  $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$  の範囲、好適には  $5^{\circ}$  の角度 で後端部 2 8 に向かう方向で拡開するか、または  $170^{\circ} \sim 180^{\circ}$  の範囲、好適には  $175^{\circ}$  の角度で後端部 2 8 に向かう方向で先細りするか、または長手方向軸線 M に対して平行に延びる少なくとも 1 つの領域を有している、または第 4 の区分 A 7 の内面 2 2 7 が、長手方向軸線 M に対して、 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$  の範囲、好適には  $5^{\circ}$  の角度 で後端部 2 8 に向かう方向で拡開するか、または  $170^{\circ} \sim 180^{\circ}$  の範囲、好適には  $175^{\circ}$  の角度で後端部 2 8 に向かう方向で先細りするか、または長手方向軸線 M に対して平行に延びることが規定されていてよい。

【 0 0 3 9 】

特に、前端部から見て、第 3 の区分 A 5 の背後に、内面を備えた第 4 の区分 A 7 が存在していて、第 4 の区分 A 7 の内面が、長手方向軸線 M に対して、 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$  の範囲、好適には  $5^{\circ}$  の角度 で後端部 2 8 に向かう方向で拡開するか、または  $170^{\circ} \sim 180^{\circ}$  の範囲、好適には  $175^{\circ}$  の角度で後端部 2 8 に向かう方向で先細りするか、または長手方向軸線 M に対して平行に延びることが規定されていてよい。

【 0 0 4 0 】

別の特別な実施形態では、第 1 の区分 A 1 が、前端部から見て、円錐状、凸状または凹状に先細りする、

かつ / または

第 2 の区分 A 3 が、円錐状、凸状または凹状に先細りするかまたは拡開する、

かつ / または

第 3 の区分 A 5 が、円錐状、凸状または凹状に拡開する、

かつ / または

第 4 の区分 A 7 が、円錐状、凸状または凹状に先細りするかまたは拡開する。

【 0 0 4 1 】

特別な実施形態では、第 1 の区分 A 1 が、前端部から見て、連続的または非連続的に先細りする、かつ / または

第 2 の区分 A 3 が、連続的または非連続的に先細りするかまたは拡開する、かつ / または

第 3 の区分 A 5 が、連続的または非連続的に拡開する、かつ / または

第 4 の区分 A 7 が、連続的または非連続的に先細りするかまたは拡開する。

【 0 0 4 2 】

別の特別な実施形態では、第 1 の区分 A 1 が、前端部から見て、段階的に先細りする、かつ / または

第 2 の区分 A 3 が、段階的にかつ / または長手方向軸線 M に対して垂直方向に先細りするかまたは拡開する、かつ / または

第 3 の区分 A 5 が、段階的にかつ / または長手方向軸線 M に対して垂直方向に拡開する、かつ / または

前記第 4 の区分 A 7 が、段階的にかつ / または長手方向軸線 M に対して垂直方向に先細りするかまたは拡開する。

【 0 0 4 3 】

有利には、

第 1 の区分 A 1 および第 2 の区分 A 3、または

第 2 の区分 A 3 および第 3 の区分 A 5、または

第 3 の区分 A 5 および第 4 の区分 A 7、または

第 1 の区分 A 1、第 2 の区分 A 3 および第 3 の区分 A 5、または

第 2 の区分 A 3、第 3 の区分 A 5 および第 4 の区分 A 7、または

第 1 の区分 A 1、第 2 の区分 A 3、第 3 の区分 A 5 および第 4 の区分 A 7 が、

互いに直接に続いている。

【 0 0 4 4 】

有利には、第 1 の区分 A 1 の最大の横断面積 A 1 0 および / またはノズル開口の、該ノズル開口の前端部に直接に位置する最大の横断面積が、第 2 の区分 A 3 の最小の横断面積 A 3 0、A 3 1 および / またはノズル開口の最小の横断面積 A 3 0、A 3 1 よりも最小で 1 . 7 倍、好適には 2 . 1 倍大きく、かつ / または最大で 4 . 0 倍、好適には 3 . 7 倍大きい。

10

【 0 0 4 5 】

有利には、第 1 の区分 A 1 の最大の直径 D 1、および / またはノズル開口の、該ノズル開口の前端部に直接に位置する最大の直径 D 1 が、第 2 の区分 A 3 の最小の直径 D 3 および / またはノズル開口の最小の直径 D 3 よりも最小で 1 . 3 倍、好適には 1 . 4 5 倍大きく、かつ / または最大で 2 . 1 倍、好適には 1 . 9 倍大きい。

【 0 0 4 6 】

好適には、第 1 の区分 A 1 の最大の直径 D 1、および / またはノズル開口の、該ノズル開口の前端部に直接に位置する最大の直径 D 1 が、第 2 の区分 A 3 の最小の直径 D 3 および / またはノズル開口の最小の直径 D 3 よりも最小で 0 . 5 mm、好適には 0 . 6 mm 大きく、かつ / または最大で 1 . 2 mm、好適には 1 . 0 mm 大きい。

20

【 0 0 4 7 】

有利には、第 1 の区分 A 1 の、長手方向軸線 M に沿って延びる長さ L 1 と、第 2 の区分 A 3 の、長手方向軸線 M に沿って延びる長さ L 3 との商  $L 1 / L 3$  が、0 . 5 ~ 1 . 2、好適には 0 . 6 5 ~ 1 である。

【 0 0 4 8 】

好適には、第 3 の区分 A 5 の、長手方向軸線 M に沿って延びる長さ L 5 と、第 1 の区分 A 1 の、長手方向軸線 M に沿って延びる長さ L 1 との商  $L 5 / L 1$  が、1 . 5 以下であり、好適には 1 . 2 5 以下である。

30

【 0 0 4 9 】

好ましくは、第 3 の区分 A 5 の、長手方向軸線 M に沿って延びる長さ L 5 と、第 2 の区分 A 3 の、長手方向軸線 M に沿って延びる長さ L 3 との商  $L 5 / L 3$  が、1 . 2 5 以下であり、好適には 1 以下である。

【 0 0 5 0 】

特別な実施形態では、第 1 の区分の長さ、第 2 の区分の長さ、第 3 の区分の長さおよび第 4 の区分の長さに対して、

$L 1 = 2 \text{ mm}$ 、 $L 3 = 3 \text{ mm}$ 、 $L 5 = 2 \text{ mm}$  および  $L 7 = 3 \text{ mm}$ 、好適には  
 $L 1 = 1 \text{ mm}$ 、 $L 3 = 1 . 5 \text{ mm}$ 、 $L 5 = 1 . 5 \text{ mm}$  および  $L 7 = 2 . 5 \text{ mm}$   
 が当てはまる。

40

【 0 0 5 1 】

有利には、第 2 の区分 A 3 の、長手方向軸線 M に沿って延びる長さ L 3 と、第 2 の区分 A 3 の直径 D 3 との商  $L 3 / D 3$  が、0 . 6 ~ 1 . 7、好適には 0 . 6 5 ~ 1 . 5 5 である。

【 0 0 5 2 】

有利には、第 4 の区分 A 7 の最大の直径 D 7 が、第 1 の区分 A 1 の最大の直径 D 1 および / またはノズル開口の、該ノズル開口の前端部に直接に位置する最大の直径 D 1 と、最小で同一の大きさであり、かつ最大で該直径 D 1 の 2 倍の大きさである。

50

## 【 0 0 5 3 】

有利には、第 1 の区分 A 1 の内面により形成される容積 V 1 0 が、第 2 の区分 A 3 の内面により形成される容積 V 3 0 よりも大きく、好適には最小で 1 . 3 倍大きく、かつ / または最大で 2 . 5 倍大きく、さらに好適には最大で 2 . 2 倍大きい。

## 【 0 0 5 4 】

有利には、第 1 の区分 A 1 から第 2 の区分 A 3 への移行部において、第 2 の区分 A 3 の直径 D 3 が、第 1 の区分 A 1 の直径 D 2 および / または最小の直径 D 2 よりも最小で 0 . 2 mm 小さく、かつ / または最大で 0 . 6 mm 小さい。

## 【 0 0 5 5 】

有利には、請求項 2 2 に記載のアセンブリでは、ノズルの外面 2 3 と、ノズル保護キャップ 6 の内面 6 2 との間に、ノズルキャップ 5 が配置されている。

10

## 【 0 0 5 6 】

有利には、ノズル保護キャップ 6 の開口 6 4 が、ノズル 2 の横断面積 A 1 0 よりも大きな横断面積 A 6 0、好適にはノズル 2 の、ノズル保護キャップ 6 に向かって延長された仮想の接続ライン V 1 により投影される仮想の面積 A 7 0 と同一の大きさであるかまたは該仮想の面積 A 7 0 よりも大きな横断面積 A 6 0 を有しているか、またはノズル 2 の直径 D 1 よりも大きな直径 D 6、好適にはノズル 2 の、ノズル保護キャップ 6 に向かって延長された仮想の接続ライン V 1 により投影される仮想の面積 A 7 0 の直径 D 7 0 と同一の大きさであるかまたは該直径 D 7 0 よりも大きな直径 D 6 を有している、かつ / またはノズル保護キャップ 6 の開口 6 4 が、ノズル 2 の横断面積 A 1 0 よりも大きな横断面積 A 6 0、好適にはノズル 2 の、ノズル保護キャップ 6 に向かって延長された仮想の接続ライン V 2 により投影される仮想の面積 A 8 0 と同一の大きさであるかまたは該面積 A 8 0 よりも大きな横断面積 A 6 0 を有しているか、またはノズル 2 の直径 D 1 よりも大きな直径 D 6、好適にはノズル 2 の、ノズル保護キャップ 6 に向かって延長された仮想の接続ライン V 2 により投影される仮想の面積 A 8 0 の直径 D 8 0 と同一の大きさであるかまたは該直径 D 8 0 よりも大きな直径 D 6 を有している。

20

## 【 0 0 5 7 】

有利には、ノズルの第 1 の区分 A 1 の長さ L 1 および / または第 2 の区分 A 3 の長さ L 3 および / または長さ L 1 と長さ L 3 との合計が、ノズルの前端部の外面 2 3 と、ノズル保護キャップの内面 6 2 との間の最短の間隔 L 6 1 の長さよりも大きい。

30

## 【 0 0 5 8 】

有利には、ノズルまたはノズルキャップが、ノズル保護キャップから、開口を含むガスガイド部によって互いに電気絶縁されて配置されている。

## 【 0 0 5 9 】

有利には、ガスガイド部の開口が、長手方向軸線 M に対して半径方向に、または長手方向軸線 M の半径方向線に対してずらされてまたは傾斜して、または長手方向軸線 M に対して平行に、または長手方向軸線 M に対して傾斜して配置されている。

## 【 0 0 6 0 】

請求項 2 8 に記載されたアセンブリの特別な実施形態では、このアセンブリが、電極を含み、該電極が、電極ホルダと、該電極の前端部に設けられた放射インサートとを含み、該放射インサートが、長手方向軸線 M に沿ってノズル開口に整合して延びていて、電極の前端部が、ノズルの内室内に配置されていて、電極の前端部の外面と、ノズル開口の区分 A 3 との間の間隔 L 1 3 が、第 1 の区分 A 1 の長さ L 1 および / または第 2 の区分 A 3 の長さ L 3 および / またはノズルの第 1 の区分 A 1 の長さ L 1 と第 2 の区分 A 3 の長さ L 3 との合計よりも最小で 1 . 5 倍大きい。

40

## 【 0 0 6 1 】

有利には、ノズルと電極とが、開口を含むガスガイド部により互いに電気絶縁されて離間して配置されている。

## 【 0 0 6 2 】

特に、ガスガイド部は、開口を含んでいてよい。

50

## 【 0 0 6 3 】

特に、開口が、長手方向軸線 M に対して半径方向に、または長手方向軸線 M の半径方向線に対してずらされてまたは傾斜して、または長手方向軸線 M に対して平行に、または長手方向軸線 M に対して傾斜して配置されていることが規定されていてよい。

## 【 0 0 6 4 】

有利には、電極が、電極ホルダと、放射インサートとを含んでいて、該放射インサートが、電極の前端部において電極ホルダから突出していない。

## 【 0 0 6 5 】

方法においては、酸化性ガス、非酸化性ガスおよび / または還元ガスまたはガス混合物をプラズマガスおよび / または二次ガスとして使用することが規定されていてよい。

10

## 【 0 0 6 6 】

本発明は、ノズルの新規の幾何学形状が、重要な周波数領域において、音圧の最良の低減 ( 1 5 d B ( A ) までのサイズオーダにおける、つまりたとえば 1 0 5 ~ 1 1 0 d B ( A ) から 9 0 ~ 9 5 d B ( A ) までの低減 ) をもたらすという意想外の知識に基づいている。この原因は、従来の知識によれば、ノズルの騒音発生幾何学形状 ( ノズル通路出口に設けられた流れ剥離エッジ ) の移動であるように思われる。騒音は、おそらく、ノズルからの流出時のアークおよび / またはガスの連続的な膨張により形成され、その際に発生する周波数は、プラズマアークのための剥離エッジとして作用する、ノズルの本体エッジ ( 2 0 3 ) における流出速度に強く依存している。本体エッジはいまやノズルの内部に配置されているので、プラズマアークおよび / またはガスジェットの膨張により発生する音波は、一方では破断され、さらに加えられているプラズマにより減衰される。プラズマジェットの流出速度も、たとえばノズルの前端部に設けられた特別な凹部のような特許請求された幾何学形状によって、ほぼ同一の切断品質のまま著しく小さな騒音が生じるように、変更されていてよい。同時に、意想外にも、ノズルの寿命の延長が達成される。これは、ノズル通路出口からノズル開口内への剥離エッジの移動により、かつこれに関連する、最小のノズル通路直径もしくはノズル開口直径を備えた区分の短縮により達成されると推測される。したがって、高温のプラズマジェットは、単に比較的短い区分にわたってのみノズル開口の内面と接触している。さらに、いわゆる剥離エッジが、外部の影響による損傷、たとえば切断すべき材料内への差込み時の金属の跳ね上がりからより良好に保護されている。

20

30

## 【 0 0 6 7 】

本発明の別の特徴および利点は、添付の請求項および概略的な図面を用いた実施例の以下の説明から明らかになる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 6 8 】

【 図 1 】 本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の断面図と、断面詳細図 ( 上 ) である。

【 図 2 】 本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の断面詳細図である ( 角度 = 1 2 0 ° ) 。

【 図 3 】 本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の断面詳細図である ( 角度 = 6 0 ° ) 。

40

【 図 4 】 本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の断面詳細図である ( 区分 A 1 は凹状に先細りしている。  $\alpha_1 = 32^\circ$  ) 。

【 図 5 】 本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の断面詳細図である ( 区分 A 1 は凸状に先細りしている。  $\alpha_1 = 32^\circ$  ) 。

【 図 5 . 1 】 本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の断面詳細図である ( 区分 A 1 は凸状に先細りしている。  $\alpha_1 = 32^\circ$  ) 。

【 図 6 】 本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の断面詳細図である ( 区分 A 1 は段階的に先細りしている。  $\alpha_1 = 32^\circ$  ) 。

【 図 7 】 本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の断面詳細図である ( 区分 A 3 は

50

円錐状に拡開している。 $\theta_1 = 5^\circ$  )。

【図 7 . 1】本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の断面詳細図である ( 区分 A 3 は凹状に拡開している。 $\theta_1 = 5^\circ$  )。

【図 7 . 2】本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の断面詳細図である ( 区分 A 3 は凸状に拡開している。 $\theta_1 = 5^\circ$  )。

【図 8】本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の断面詳細図である ( 区分 A 3 は円錐状に先細りしている。 $\theta_1 = 175^\circ$  )。

【図 8 . 1】本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の断面詳細図である ( 区分 A 3 は凸状に先細りしている。 $\theta_1 = 175^\circ$  )。

【図 8 . 2】本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の断面詳細図である ( 区分 A 3 は凹状に先細りしている。 $\theta_1 = 175^\circ$  )。

【図 9】本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の断面詳細図である ( 区分 A 5 は円錐状に拡開している。 $\theta_1 = 80^\circ$  )。

【図 9 . 1】本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の断面詳細図である ( 区分 A 5 は凹状に拡開している。 $\theta_1 = 45^\circ$  )。

【図 9 . 2】本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の断面詳細図である ( 区分 A 5 は凸状に拡開している。 $\theta_1 = 45^\circ$  )。

【図 9 . 3】本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の断面詳細図である ( 区分 A 5 は凹状に拡開している。 $\theta_1 = 45^\circ$  )。

【図 10】本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の断面詳細図である ( 区分 A 7 は円錐状に拡開している。 $\theta_1 = 5^\circ$  )。

【図 11】本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の断面詳細図である ( 区分 A 7 は円錐状に先細りしている。 $\theta_1 = 175^\circ$  )。

【図 12】面積 A 10 および面積 A 20 を明瞭にするための、本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の例示的な断面詳細図および拡大断面詳細図 ( 下側 ) である。

【図 13】面積 A 30 および面積 A 31 を明瞭にするための、本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の例示的な拡大断面詳細図である。

【図 13 a】面積 A 30 および面積 A 31 を明瞭にするための、本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の例示的な拡大断面詳細図である。

【図 14】容積 V 10 を明瞭にするための、本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部の例示的な拡大断面詳細図である。

【図 15】容積 V 30 を明瞭にするための、本発明の特別な実施形態によるノズルの前端部 22 の例示的な拡大した断面詳細図である。

【図 16】本発明の特別な実施形態によるプラズマトーチヘッドの断面図である。

【図 17】本発明の特別な実施形態による、ノズル、ノズルキャップ、ノズル保護キャップおよびガスガイド部から成るアセンブリの断面図である。

【図 17 a】投影される円形面積 A 70 を明瞭にするための、ノズルおよびノズル保護キャップから成るアセンブリの拡大詳細図である。

【図 18】本発明の特別な実施形態による、ノズル、ノズル保護キャップおよびガスガイド部から成るアセンブリの断面図である。

【図 18 a】投影される円形面積 A 80 を明瞭にするための、ノズルおよびノズル保護キャップから成るアセンブリの拡大詳細図である。

【図 19】本発明の特別な実施形態による、ノズル、電極およびガスガイド部から成るアセンブリの断面図である。

【図 20】二次ガス用のガスガイド部を例示的に示す図である。

【図 21】プラズマガス用のガスガイド部を例示的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0069】

プラズマアークトーチ用の、図 1 において断面図 ( 上側 ) および断面詳細図 ( 下側 ) において示されたノズル 2 は、全長 L 20、内面 21 および外面 23、前端部 22 および後

10

20

30

40

50

端部 28 ならびに前端部 22 に設けられたノズル開口 24 を備えた、長手方向軸線 M に沿って延びる本体 20 を含んでいる。さらに本体 20 は、前端部 22 において溝 238 を有している。この溝 238 内には、ノズル 2 がプラズマアークトーチ内に組み込まれている場合に、ノズル 2 とノズルキャップ 5 との間の室（図 16 を参照）をシールするための円形リング 240（図 16 を参照）が位置する。

【0070】

ノズル 2 の本体 20 の内面 21 は、前端部 22（ノズル開口 24）から、長手方向軸線 M に沿って延びる第 1 の区分 A1 を有している。この第 1 の区分 A1 は、まず、たとえば 1.0 mm である長さ L1 にわたって、その内面 211 と長手方向軸線 M との間の、ここでは約 19° である角度で円錐状に先細りする。次いでノズル 2 の本体 20 の内面 21 は、長手方向軸線 M の方向の突出部を有している。この突出部は、その内面 213 と長手方向軸線 M との間の、ここではたとえば 90° である角度を形成している。ノズル開口 24 は、直接に前端部 22 において、ここではたとえば 1.9 mm である直径 D1 を有していて、第 1 の区分 A1 の内面 211 の円錐状の領域の端部において、ここではたとえば 1.2 mm である直径 D2 を有している。次いで、ここでは 0.1 mm である突出部によって、ノズル開口 24 の直径は、ここではたとえば 1.0 mm である直径 D3 に減じられる。

10

【0071】

第 1 の区分 A1 には、直径 D3 およびたとえば 1.0 mm である長さ L3 を備えた第 2 の区分 A3 が直接に接続する。この第 2 の区分 A3 は、円筒状の内面 220 を有している。この第 2 の区分 A3 には、第 3 の区分 A5 が接続する。第 3 の区分 A5 の内面 224 は、その内面 224 と長手方向軸線 M との間の、ここではたとえば 45° である角度で、直径 D3 から、ここではたとえば 2.8 mm である直径 D7 へと拡開する。この第 3 の区分 A5 は、長手方向軸線 M に沿って、ここではたとえば 0.9 mm である長さ L5 にわたって延びている。この第 3 の区分 A5 には、直径 D7 を有する第 4 の区分 A7 が接続する。この第 4 の区分 A7 は、たとえば 1.2 mm の長さ L7 を備えた円筒状の内面 227 を有している。この第 4 の区分 A7 には、円錐状に拡開する別の領域が接続する。

20

【0072】

$D1 = 1.9 \text{ mm}$  および  $D3 = 1.0 \text{ mm}$  では、直径 D1 は、直径 D3 の 1.9 倍である。直径 D1 は、直径 D3 よりも 0.9 mm 大きい。

30

【0073】

図 12 に図示されている、ノズル開口 24 の前端部 22 において直接に第 1 の区分 A1 の直径 D1 によって長手方向軸線 M に対して垂直方向に形成される面積 A10 は、約  $2.8 \text{ mm}^2$  であり、

$$[A10 = 3.141 / 4 \cdot D1^2]$$

により求められる。

【0074】

図 13 に図示されている、ノズル開口 24 の第 2 の区分 A3 の最小の直径 D3 により長手方向軸線 M に対して垂直方向に形成される面積 A30 は、約  $0.8 \text{ mm}^2$  であり、

$$[A30 = 3.141 / 4 \cdot D3^2]$$

40

により求められる。

【0075】

したがって、面積 A10 は、面積 A30 の約 3.6 倍である。

【0076】

第 1 の区分 A1 の長さ L1 = 1.0 mm および第 2 の区分 A3 の長さ L3 = 1.0 mm は、 $L1 / L3 = 1$  の比を形成する。第 2 の区分 A3 の長さ L3 と直径 D3 との商は、同様に 1 である。さらに、直径 D1 = 1.9 mm は、直径 D7 = 2.8 mm よりも小さい。

【0077】

図 1 は、さらに、前端部 22 において直径 D1 を有するノズル開口 24 の本体エッジ 201 と、第 1 の区分 A1 から、直径 D3 を有するノズル開口 24 の第 2 の区分 A3 への移

50



行部の本体エッジ 2 0 3 との間に延びる仮想の接続ライン V 1 を示している。この接続ライン V 1 と、長手方向軸線 M により形成される角度  $\theta_1$  は、約  $24^\circ$  である。

【0078】

第 1 の区分 A 1 のノズル開口 2 4 の、内面 2 1 1 および内面 2 1 3 により形成される容積 V 1 0 は、約  $1.9 \text{ mm}^3$  であり、

$$[V10 = 3.141 \cdot L1 / 3 \cdot ((D1 / 2)^2 + (D1 / 2 \cdot D2 / 2) + (D3 / 2)^2)]$$

により算出される。

【0079】

第 2 の区分 A 3 のノズル開口 2 4 の、内面 2 2 0 により形成される容積 V 3 0 は、約  $0.8 \text{ mm}^3$  であり、 $[V30 = 3.141 \cdot (D3 / 2)^2 \cdot L3]$  により算出される。

10

したがって、V 1 0 は、容積 V 3 0 の約 1.9 倍大きい。

【0080】

図 2 は、図 1 に示したノズルに類似するノズル 2 の別の実施例の詳細図を示している。このノズル 2 は、図 1 に示したノズルとは、その内面 2 1 3 と長手方向軸線 M との間で角度  $\theta = 100^\circ$  を形成する、長手方向軸線 M の方向の突出部により、異なっている。

【0081】

図 3 は、図 1 に示したノズルに類似するノズル 2 の別の実施例の詳細図を示している。このノズル 2 は、図 1 に示したノズルとは、その内面 2 1 3 と長手方向軸線 M との間で角度  $\theta = 60^\circ$  を形成する、長手方向軸線 M の方向の突出部により、異なっている。

20

【0082】

図 4 は、図 1 に示したノズルに類似するノズル 2 の別の実施例の詳細図を示している。このノズル 2 は、図 1 に示したノズルとは、第 1 の区分 A 1 が前端部から凹状に先細りする内面 2 1 1 を有していることにより、異なっている。前端部 2 2 において直径 D 1 を有するノズル開口 2 4 の本体エッジ 2 0 1 と、第 1 の区分 A 1 から直径 D 3 を有するノズル開口 2 4 の第 2 の区分 A 3 への移行部における本体エッジ 2 0 3 との間に延びる仮想の接続ライン V 1 は、長手方向軸線 M と、たとえば約  $32^\circ$  である角度  $\theta_1$  を形成する。直径 D 1 は、ここではたとえば  $2.4 \text{ mm}$  であり、直径 D 3 =  $1.4 \text{ mm}$  であり、したがって直径 D 1 は、直径 D 3 の約 1.7 倍である。

【0083】

30

図 1 2 に図示されている、ノズル開口 2 4 の前端部 2 2 において直接に第 1 の区分 A 1 の直径 D 1 によって長手方向軸線 M に対して垂直方向に形成される面積 A 1 0 は、約  $4.5 \text{ mm}^2$  であり、

$$[A10 = 3.141 / 4 \cdot D1^2]$$

により求められる。

【0084】

図 1 3 に図示されている、ノズル開口 2 4 の第 2 の区分 A 3 の最小の直径 D 3 により長手方向軸線 M に対して垂直方向に形成される面積 A 3 0 は、約  $1.5 \text{ mm}^2$  であり、

$$[A30 = 3.141 / 4 \cdot D3^2]$$

により求められる。

40

【0085】

したがって、面積 A 1 0 は、面積 A 3 0 の約 2.9 倍である。

【0086】

長さ L 1 は、たとえば  $0.8 \text{ mm}$  であり、長さ L 3 は、たとえば  $1.2 \text{ mm}$  であり、したがって、長さ L 1 は、長さ L 3 の  $0.67$  倍である。

【0087】

第 2 の区分 A 3 の長さ L 3 =  $1.2 \text{ mm}$  と直径 D 3 =  $1.4 \text{ mm}$  との商は、 $0.86$  である。さらに、直径 D 1 =  $2.4 \text{ mm}$  は、直径 D 7 =  $3.0 \text{ mm}$  よりも小さい。

【0088】

第 1 の区分 A 1 のノズル開口 2 4 の、内面 2 1 1 により形成される容積 V 1 0 は、約 2

50

． $3\text{ mm}^3$ である。第2の区分A3のノズル開口24の、内面220により形成される容積V30は、約 $1.8\text{ mm}^3$ である。したがって、容積V10は、容積V30の約1.3倍大きい。

【0089】

図5は、図4に示したノズルに類似するノズル2の別の実施例の詳細図を示している。このノズル2は、図1に示したノズルとは、第1の区分A1が、前端部から凸状に先細りする内面211を有していることにより、異なっている。前端部22において直径D1を有するノズル開口24の本体エッジ201と、第1の区分A1から直径D3を有するノズル開口24の第2の区分A3への移行部における本体エッジ203との間に延びる仮想の接続ラインV1は、長手方向軸線Mと、たとえば約 $32^\circ$ の角度1を形成する。直径D1は、ここではたとえば $2.4\text{ mm}$ であり、直径D3は、 $1.4\text{ mm}$ であり、したがって直径D1は、直径D3の約1.7倍である。長さL1は、たとえば $0.8\text{ mm}$ であり、長さL3は、たとえば $1.2\text{ mm}$ であり、したがって長さL1は、長さL3の約0.67倍である。

10

【0090】

第2の区分A3の長さL3 =  $1.2\text{ mm}$ と直径D3 =  $1.4\text{ mm}$ との商は、約0.86である。さらに直径D1 =  $2.4\text{ mm}$ は、直径D7 =  $3.0\text{ mm}$ よりも小さい。

【0091】

面積A10および面積A30には、図4の例示的な記載が当てはまる。容積V10および容積V30の記載にも同様のことが当てはまる。

20

【0092】

たとえば凸状の内面211が連続的にまたは「流線的」に面230に移行していることによって、本体エッジ201自体が一義的に確認できない場合、ノズル2の後端部28から見て、内面211に接する接線Tと長手方向軸線Mとの間で $65^\circ$ の角度2が上回られると、その内面の領域が本体エッジであると考えられる。したがって仮想の接続ラインV1は、この領域と本体エッジ203との間で延びている。このことは、図5.1に示されている。

【0093】

図6は、図4に示したノズルに類似するノズル2の別の実施例を示している。このノズル2は、図4に示したノズルとは、第1の区分A1が、前端部から段階的に先細りした内面211を有していることにより、異なっている。前端部22において直径D1を有するノズル開口24の本体エッジ201と、第1の区分A1から直径D3を有するノズル開口24の第2の区分A3への移行部における本体エッジ203との間に延びる仮想の接続ラインV1は、長手方向軸線Mとたとえば約 $32^\circ$ の角度1を形成する。直径D1は、ここではたとえば $2.4\text{ mm}$ であり、直径D3 =  $1.4\text{ mm}$ であるので、直径D1は、直径D3の1.7倍である。第1の区分A1の長さL1 =  $0.8\text{ mm}$ と、第2の区分A3の長さL3 =  $1.2\text{ mm}$ とは、 $L1/L3 = 0.67$ の比を形成する。第2の区分A3の長さL3と直径D3との商は、約0.86である。直径D7は、たとえば $3.0\text{ mm}$ である。したがって、直径D1 =  $2.4\text{ mm}$ は、直径D7 =  $3.0\text{ mm}$ よりも小さい。

30

【0094】

面積A10および面積A30には、図4の例示的な記載が当てはまる。容積V10および容積V30の記載にも同様のことが当てはまる。

40

【0095】

図7は、図1に示したノズルに類似するノズル2の別の実施例の詳細図を示している。サイズは、図1に示したサイズと同一である。単に第2の区分A3が、ノズル2の前端部22から見てその内面220が長手方向軸線Mに対してたとえば $5^\circ$ の角度で拡開するように、構成されている。この拡開は、ここでは円錐状に行われている。したがって、区分A5への移行部における区分A3の直径D31は、ノズル開口24の第1の区分A1から第2の区分A3への移行部における直径D3よりも大きい。

【0096】

50

図 7 . 1 は、図 7 に示したノズルに類似するノズル 2 の別の実施例の詳細図を示している。サイズは、図 7 に示したサイズと同一である。単に第 2 の区分 A 3 が、ノズル 2 の前端部 2 2 から見て、その内面 2 2 0 が凹状に拡開するように、構成されている。第 1 の区分 A 1 から第 2 の区分 A 3 への移行部における本体エッジ 2 0 3 と、第 2 の区分 A 3 から第 3 の区分 A 5 への移行部における本体エッジ 2 0 5 との間に延びる仮想の接続ライン V 3 は、長手方向軸線 M と、たとえば約 5 ° の角度 1 を形成する。したがって、この実施例では、区分 A 5 への移行部における区分 A 3 の直径 D 3 1 は、ノズル開口 2 4 の第 1 の区分 A 1 から第 2 の区分 A 3 への移行部における直径 D 3 よりも大きい。

【 0 0 9 7 】

図 7 . 2 は、図 7 . 1 に示したノズルに類似するノズル 2 の別の実施例の詳細図を示している。サイズは、図 7 . 1 に示したサイズと同一である。単に、第 2 の区分 A 3 が、ノズル 2 の前端部 2 2 から見て、その内面 2 2 0 が凹状ではなく凸状に拡開するように、構成されている。

【 0 0 9 8 】

図 8 は、図 1 に示したノズルに類似するノズル 2 の別の実施例の詳細図を示している。第 2 の区分 A 3 は、ノズル 2 の前端部 2 2 から見て、その内面 2 2 0 が、長手方向軸線 M に対してたとえば 1 7 5 ° の角度 で先細りするように、構成されている。この先細りは、ここでは円錐状に行われる。したがって、第 1 の移行部 A 1 から第 2 の移行部 A 3 への移行部における第 2 の区分 A 3 の直径 D 3 2 = 1 . 1 7 mm は、ノズル開口 2 4 の第 2 の区分 A 3 から第 3 の区分 A 5 への移行部における直径 D 3 = 1 mm よりも大きい。直径 D 2 は、1 . 4 mm であり、直径 D 1 = 2 . 1 mm である。角度 は、1 9 ° であり、角度 1 は、2 1 ° である。

【 0 0 9 9 】

図 8 . 1 は、図 8 に示したノズルに類似するノズル 2 の別の実施例の詳細図を示している。しかし、第 2 の区分 A 3 は、ノズル 2 の前端部 2 2 から見て、その内面 2 2 0 が凸状に先細りするように、構成されている。第 1 の区分 A 1 から第 2 の区分 A 3 への移行部における本体エッジ 2 0 3 と、第 2 の区分 A 3 から第 3 の区分 A 5 への移行部における本体エッジ 2 0 5 との間に延びる仮想の接続ライン V 3 は、長手方向軸線 M と、たとえば約 1 7 5 ° の角度 1 を形成する。したがって、第 1 の区分 A 1 から第 2 の区分 A 3 への移行部における第 2 の区分 A 3 の直径 D 3 2 = 1 . 1 7 mm は、ノズル開口 2 4 の第 2 の区分 A 3 から第 3 の区分 A 5 への移行部における直径 D 3 = 1 mm よりも大きい。直径 D 2 は、1 . 4 mm であり、直径 D 1 = 2 . 1 mm である。角度 は、この実施例では 1 9 ° であり、角度 1 は、この実施例では 2 1 ° である。

【 0 1 0 0 】

図 8 . 2 は、図 8 . 1 に示したノズルに類似するノズル 2 の別の実施例の詳細図を示している。しかし、第 2 の区分 A 3 は、ノズル 2 の前端部 2 2 から見て、その内面 2 2 0 が凸状ではなく、凹状に先細りするように、構成されている。

【 0 1 0 1 】

図 9 は、図 1 に示したノズルに類似するノズル 2 の別の実施例の詳細図を示している。サイズは、図 1 に示したサイズと同一である。第 3 の区分 A 5 は、その表面 2 2 4 と、長手方向軸線 M との間でたとえば 8 0 ° の角度 を有していて、拡開している。しかし、このノズルは、その外側輪郭が別の実施例の外側輪郭とは異なるノズルである。このノズルは、たとえばノズル用の液体冷却を有しないプラズマトーチ、レーザヘッドまたはプラズマレーザヘッドにおける使用のために適している。この実施例では、ノズルは、円形リングを収容するための溝 2 3 8 を有していない。対応するアセンブリは、図 1 8 に示されている。

【 0 1 0 2 】

図 9 . 1 は、図 9 に示したノズルに類似するノズル 2 の別の実施例の詳細図を示している。サイズは、図 9 に示したサイズと同一である。単に第 3 の区分 A 5 が、ノズル 2 の前端部から見て、その内面 2 2 4 が凹状に拡開するように、構成されている。第 2 の区分 A

3 から第 3 の区分 A 5 への移行部における本体エッジ 2 0 5 (この場合、「内側コーナ」または「本体内側エッジ」と呼ぶことができる)と、第 3 の区分 A 5 から第 4 の区分 A 7 への移行部における本体エッジ 2 0 6 (この場合、「内側コーナ」または「本体内側エッジ」とも呼ぶことができる)との間に延びる仮想の接続ライン V 4 は、長手方向軸線 M と、たとえば約 45° の角度 1 を形成する。

【0103】

たとえば凹状の内面が連続的または「流線的」に内面 2 2 7 に移行していることによって、本体エッジ 2 0 6 自体が一義的に確認できない場合、ノズルの前端部 2 2 から見て、内面 2 2 4 に接する接線 T と長手方向軸線 M との間で 20° の角度 2 が下回られると、その内面の領域 2 0 6 が本体エッジ 2 0 6 であると考えられる。このことは図 9 . 3 に示されている。

10

【0104】

図 9 . 2 は、図 9 に示したノズルに類似するノズル 2 の別の実施例の詳細図を示している。サイズは、図 9 に示したサイズと同一である。単に第 3 の区分 A 5 が、ノズル 2 の前端部 2 2 から見て、その内面 2 2 4 が凸状に拡開するように、構成されている。第 2 の区分 A 3 から第 3 の区分 A 5 への移行部における本体エッジ 2 0 5 と、第 3 の区分 A 5 から第 4 の区分 A 7 への移行部における本体エッジ 2 0 6 との間に延びる仮想の接続ライン V 4 は、長手方向軸線 M と、たとえば約 45° の角度 1 を形成する。

【0105】

たとえば凹状の内面 2 2 4 が連続的または「流線的」に面 2 2 7 に移行していることによって、本体エッジ 2 0 6 自体が一義的に確認できない場合、ノズル 2 の前端部 2 2 から見て、内面 2 2 4 に接する接線 T と長手方向軸線 M との間で 20° の角度 2 が下回られると、その内面の領域が、本体エッジ 2 0 6 であると考えられる。仮想の接続ライン V 4 は、この領域 2 0 6 と本体エッジ 2 0 5 との間に延びている。このことは、凹状に拡開する第 3 の区分 A 5 を示す図 9 . 3 に示されている。

20

【0106】

図 10 は、図 1 に示したノズルに類似するノズル 2 の別の実施例の詳細図を示している。サイズは、図 1 に示したサイズと同一である。第 4 の区分 A 7 は、その内側の表面 2 2 7 と長手方向軸線 M との間で、たとえば 5° の角度 を有していて、拡開している。

【0107】

図 11 は、図 1 に示したノズルに類似するノズル 2 の別の実施例の詳細図を示している。サイズは、図 1 に示したサイズと同一である。第 4 の区分 A 7 は、その内側の表面 2 2 7 と長手方向軸線 M との間で、たとえば 175° の角度 を有していて、先細りしている。

30

【0108】

それぞれの区分 A 1 , A 3 , A 5 および A 7 の間で移行部においてたとえば 0 . 1 mm の大きさの R 部が配置されていてよい。

【0109】

図 12、図 13 および図 13 a は、ノズル開口 2 4 の、直径 D 1 , D 2 および D 3 により長手方向軸線 M に対して垂直方向に形成される面積 A 10 , A 20 , A 30 および A 31 を示している。図 1 ~ 図 11 の実施例では、面積 A 10 は面積 A 30 の最小で 1 . 7 倍大きく、有利には最小で 2 . 1 倍大きい。さらに面積 A 10 は、面積 A 30 よりも最大で 4 倍大きく、有利には最大で 3 . 7 倍大きい。

40

【0110】

図 14 は、第 1 の区分 A 1 のノズル開口 2 4 の、内面 2 11 および内面 2 13 により取り囲まれる容積 V 10 を示し、図 15 は、第 2 の区分 A 3 のノズル開口 2 4 の、内面 2 20 により取り囲まれる容積 V 30 を示している。これらの実施例では、容積 V 10 は容積 V 30 よりも大きく、有利には最小で 1 . 3 倍大きく、かつ / または最大で 2 . 5 倍大きく、有利には最大で 2 . 2 倍大きい。

【0111】

図 16 は、プラズマトーチの構成部材であってよいプラズマトーチヘッド 1 の断面図を

50

示している。

【 0 1 1 2 】

プラズマトーチヘッド 1 は、トーチ本体 8、電極 3、本発明に係るノズル 2、ノズルキャップ 5、ノズル 2 を収容するノズルホルダ 8 1 およびノズル 2 をノズルホルダ 8 1 内に位置固定するノズル保護キャップ 6 を有している。

【 0 1 1 3 】

図 1 6 では、例示的に図 1 に示したノズル 2 が使用されている。

【 0 1 1 4 】

電極 3 の前端部 3 3 は、ノズル 2 の内室に突入している。さらに、電極 3 とノズル 2 との間には、プラズマガスまたはプロセスガス P G 用のガスガイド部 4 が位置している。ガスガイド部 4 は、プラズマガスまたはプロセスガスを導き、ここではたとえば半径方向で電極 3 とノズル 2 との間の内室内にガイドする開口 4 1 を有している。半径方向線に対するずれにより、プラズマガスまたはプロセスガス P G を回転させることができる。ガスガイド部 4 は、電極 3 およびノズル 2 を互いに電気絶縁する。電極 3 は、内部で液体冷却されていてよいが、これはこの図面には図示されていない。冷却媒体 ( W V - 送り流、W R - 戻し流 ) は、ノズル 2 とノズルキャップ 5 との間の室 5 1 内を流れ、ノズル 2 およびノズルキャップ 5 を冷却する。

【 0 1 1 5 】

ノズルの前端部 2 2 は、ノズル保護キャップ 6 により少なくとも部分的に覆われている。ノズル保護キャップ 6 は、ノズル開口 2 4 に長手方向軸線 M 上で整合する開口 6 4 を有している。ノズルキャップ 5 と、ノズル 2 の前端部 2 2 と、ノズル保護キャップ 6 との間には、二次ガス S G のためのガスガイド部 7 が位置している。ガスガイド部 7 は、二次ガス S G を導き、ここではたとえば半径方向で、ノズルキャップ 5 と、ノズル 2 の前端部 2 2 と、ノズル保護キャップ 6 との間の内室 6 1 内にガイドする開口 7 1 を有している。半径方向線に対するずれにより、プラズマガスおよびプロセスガス P G は回転させられる。ガスガイド部 7 は、ノズルキャップ 5 とノズル保護キャップ 6 とを互いに電氣的に絶縁している。

【 0 1 1 6 】

プラズマガスまたはプロセスガス P G は、アークによるプラズマ切断時にイオン化され、最終的にノズル開口 2 4 と、ノズル保護キャップの開口 6 4 から流出する。

【 0 1 1 7 】

図 1 7 および図 1 7 a にはそれぞれ、図 1 6 に示したプラズマトーチヘッドの構成部材である、本発明の特別な実施形態によるアセンブリの断面詳細図が示されている。しかし、このアセンブリは、同様にレーザ切断ヘッドまたはプラズマレーザ切断ヘッドの構成部材であってもよい。特許請求されているアセンブリは、ノズル 2 およびノズル保護キャップ 6 を含んでいる。さらに、ノズルキャップ 5 およびガスガイド部 7 が示されている。

【 0 1 1 8 】

ノズル 2 の前端部は、ノズル保護キャップ 6 により少なくとも部分的に覆われている。ノズル保護キャップ 6 は、ノズル開口 2 4 に長手方向軸線 M 上で整合する開口 6 4 を有している。ノズルキャップ 5 と、ノズル 2 の前端部 2 2 と、ノズル保護キャップ 6 との間には、二次ガス S G のためのガスガイド部 7 が位置している。ガスガイド部 7 は、二次ガス S G を導き、ここではたとえば半径方向で、ノズルキャップ 5 と、ノズル 2 の前端部 2 2 と、ノズル保護キャップ 6 との間の内室 6 1 内にガイドする開口 7 1 を有している。半径方向線に対するずれにより、プラズマガスおよびプロセスガス P G は回転させられる。ガスガイド部 7 は、ノズルキャップ 5 とノズル保護キャップ 6 とを互いに電氣的に絶縁している。

【 0 1 1 9 】

ノズル 2 は、たとえば図 1 によれば、直径  $D_1 = 1.9 \text{ mm}$  および直径  $D_3 = 1.0 \text{ mm}$  を有している。ノズル保護キャップ 6 は、 $3.0 \text{ mm}$  の最小の直径  $D_6$  を有する開口 6 4 を有している。直径  $D_6$  は、直径  $D_1$  および直径  $D_3$  よりも大きい。直径  $D_6$  により長

10

20

30

40

50

手方向軸線に対して垂直方向に形成される面積  $A_{60}$  は、直径  $D_1$  により形成される面積  $A_{10}$  および直径  $D_3$  により形成される面積  $A_{30}$  よりも大きい。

【0120】

ノズル2の角度  $\theta_2$  は、この実施例では  $19^\circ$  であり、ノズル2の角度  $\theta_1$  は、この実施例では  $24^\circ$  である。前方から見て円錐状に先細りする内面211をノズルの前端部22の方向に、つまりノズル2から出るように仮想的に延長すると、この内面211は仮想のラインV2を形成する。この仮想のラインV2は、直径  $D_6$  を有する開口64により形成される、ノズル保護キャップ6の本体エッジ65に接触しない。同様のことは、前端部22におけるノズル開口24の本体エッジ201と、第1の区分A1から第2の区分A3への移行部における本体エッジ203との間の、延長された仮想の接続ラインV1にも当てはまる。

10

【0121】

ノズル保護キャップ6の開口64の面積  $A_{60}$  および直径  $D_6$  は、ノズル2の、ノズル保護キャップ6に向かって延長された仮想の接続ラインV1およびV2により投影される仮想の面積  $A_{70}$  および  $A_{80}$  または直径よりも大きい。

【0122】

さらに、ノズル2の前端部22の外面と、ノズル保護キャップ6の内面との間の最短の間隔の長さ  $L_{61}$  は、たとえば  $0.7\text{ mm}$  であり、したがってノズル2の第1の区分A1の長さ  $L_1 = 1.0\text{ mm}$  および第2の区分A3の長さ  $L_3 = 1.0\text{ mm}$  よりも小さく、 $2\text{ mm}$  である  $L_1$  と  $L_3$  との合計よりも小さい。

20

【0123】

図18および図18aには、本発明の特別な実施形態によるアセンブリの断面詳細図が示されている。この特許請求されたアセンブリは、図9に示したノズル2と、ノズル保護キャップ6とを含んでいる。さらに、ガスガイド部7が示されている。このアセンブリは、プラズマトーチヘッド、レーザ切断ヘッドまたはプラズマレーザ切断ヘッドの構成部材であってよい。

【0124】

図17とは異なり、ノズル2は、ノズルキャップにより取り囲まれていない。ノズル2は、直径  $D_1 = 1.9\text{ mm}$  および  $D_3 = 1.0\text{ mm}$  を有している。ノズル保護キャップ6は、 $3.0\text{ mm}$  の最小の直径  $D_6$  を有する開口64を有している。直径  $D_6$  は、ノズル2の直径  $D_1$  および直径  $D_3$  よりも大きい。直径  $D_6$  により長手方向軸線に対して垂直方向に形成される面積  $A_{60}$  は、直径  $D_1$  により形成される面積  $A_{10}$  および直径  $D_3$  により形成される面積  $A_{30}$  よりも大きい。

30

【0125】

ノズルの前端部22は、ノズル保護キャップ6により少なくとも部分的に覆われている。ノズル保護キャップ6は、ノズル開口24に長手方向軸線M上で整合する開口64を有している。ノズル2とノズル保護キャップ6の間には、二次ガスSGのためのガスガイド部7が位置している。ガスガイド部7は、二次ガスSGを導き、ここではたとえば半径方向で、ノズル2と、ノズル保護キャップ6との間の内室61内にガイドする開口71を有している。半径方向線に対するずれにより、プラズマガスPGは回転させられる(図21を参照)。ガスガイド部7は、ノズル2とノズル保護キャップ6とを互いに電氣的に絶縁している。

40

【0126】

ノズル2の角度  $\theta_2$  は、この実施例では  $19^\circ$  であり、ノズル2の角度  $\theta_1$  は、この実施例では  $24^\circ$  である。仮想的に、前方から見て円錐状に先細りする内面をノズル2の前端部22の方向に、つまりノズル2から出るように延長すると、この内面は、仮想のラインV2を形成する。この仮想のラインV2は、直径  $D_6$  を有する開口64により形成される、ノズル保護キャップ6の本体エッジ65に接触しない。同様のことは、前端部22におけるノズル開口24の本体エッジ201と、第1の区分A1から第2の区分A3への移行部における本体エッジ203の間の延長された仮想の接続ラインV1にも当てはまる。

50

## 【 0 1 2 7 】

ノズル保護キャップ 6 の開口 6 4 の面積  $A 6 0$  および直径  $D 6$  は、ノズル 2 の、ノズル保護キャップ 6 に向かって延長された仮想の接続ライン  $V 1$  および  $V 2$  により投影される仮想の面積  $A 7 0$  および  $A 8 0$  または直径よりも大きい。

## 【 0 1 2 8 】

さらに、ノズル 2 の前端部 2 2 の外面と、ノズル保護キャップ 6 の内面との間の最短の間の長さ  $L 6 1$  は、たとえば  $0.7 \text{ mm}$  であり、したがってノズル 2 の第 1 の区分  $A 1$  の長さ  $L 1 = 1.0 \text{ mm}$  および第 2 の区分  $A 3$  の長さ  $L 3 = 1.0 \text{ mm}$  よりも小さく、 $2 \text{ mm}$  である  $L 1$  と  $L 3$  との合計よりも小さい。

## 【 0 1 2 9 】

図 1 9 には、図 1 6 に示したプラズマトーチヘッドの構成部材である、本発明の特別な実施形態によるアセンブリの断面詳細図が示されている。特許請求されたアセンブリは、本発明の特別な実施形態によるノズル 2 と、電極 3 とを含んでいる。さらに、ガスガイド部 4 が示されている。

## 【 0 1 3 0 】

電極 3 の前端部 3 3 は、ノズル 2 の内室に突入している。さらに、電極 3 とノズル 2 との間には、プラズマガス  $P G$  のためのガスガイド部 4 が位置している。ガスガイド部 4 は、プラズマガスを導き、ここではたとえば半径方向で電極 3 とノズル 2 との間の内室内にガイドする開口 4 1 を有している。半径方向線に対するずれにより、プラズマガス  $P G$  を回転させることができる。ガスガイド部 4 は、電極 3 とノズル 2 とを互いに電氣的に絶縁している。電極 3 の前端部 3 3 と、ノズル 2 のノズル開口 2 4 の第 3 の区分  $A 5$  から第 2 の区分  $A 3$  への移行部との間の間隔  $L 1 3$  は、 $6 \text{ mm}$  の長さであり、第 1 の区分  $A 1$  の長さ  $L 1$  と、第 2 の区分  $A 3$  の長さ  $L 3$  とは、それぞれ  $1 \text{ mm}$  である。したがって、長さ  $L 1$  と長さ  $L 3$  との合計は、 $2 \text{ mm}$  である。したがって、 $L 1$ 、 $L 3$  も、 $L 1$  と  $L 3$  との合計も、間隔  $L 1 3$  の長さよりも短い。

## 【 0 1 3 1 】

図 2 0 には、例示的に二次ガス  $S G$  のためのガスガイド部 7 が示されている。中央の断面図からは、開口 7 1 が、長手方向軸線  $M$  に対する半径方向線に対してずらされて配置されていることが明らかである。したがって、開口 7 1 を通って流れるガスは、回転させられる。しかし回転は、開口の別の空間的な配向によって、たとえば長手方向軸線  $M$  に対する傾斜によっても形成することができる。

## 【 0 1 3 2 】

図 2 1 には、例示的にプラズマガスまたはプロセスガス用のガスガイド部 4 が示されている。中央の断面図から、開口 4 1 が、長手方向軸線  $M$  に対する半径方向線に対してずらされて配置されていることが判る。したがって、開口 4 1 を通って流れるガスは、回転させられる。しかし回転は、開口の別の空間的な配向によって、たとえば長手方向軸線  $M$  に対する傾斜によっても形成することができる。

## 【 0 1 3 3 】

上述の説明は、プラズマ切断用もしくはプラズマトーチヘッド用のノズルに合わせたものである。プラズマトーチヘッドは、プラズマトーチ切断ヘッドであってよい。しかし説明は、同様の形式で、レーザ切断用もしくはレーザ切断ヘッド用のノズルならびにプラズマレーザ切断用もしくはプラズマレーザ切断ヘッド用のノズルにも当てはまる。

## 【 0 1 3 4 】

上述の説明、図面ならびに請求項において開示される本発明の特徴は、単独でも任意の組み合わせにおいても、種々異なる実施形態で本発明を実現するために重要であり得る。以下、本発明の好ましい実施形態を項分け記載する。

実施形態 1

プラズマトーチヘッド、レーザ切断ヘッドまたはプラズマレーザ切断ヘッド用のノズル ( 2 ) であって、長手方向軸線  $M$  を有する本体 ( 2 0 ) と、前端部 ( 2 2 ) と、後端部 ( 2 8 ) と、前記前端部 ( 2 2 ) に設けられたノズル開口 ( 2 4 ) とを含み、前記前端部 (

10

20

30

40

50

22)の前記ノズル開口(24)が、前記前端部から見て、縦断面で少なくとも以下の区分、すなわち

- 前記長手方向軸線Mに沿って延び、前記後端部(28)に向かう方向で先細りする第1の区分A1であって、内面(211)と、前記前端部(22)に設けられた本体エッジ(201)とを備えた第1の区分A1と、

- 前記長手方向軸線Mに沿って延びる第2の区分A3であって、内面(220)と、前記第1の区分A1から前記第2の区分A3への移行部に設けられた本体エッジ(203)とを備えた第2の区分A3と

を含んでいて、

前記前端部(22)における前記ノズル開口(24)の前記本体エッジ(201)と、前記第1の区分A1から前記第2の区分A3への前記移行部に設けられた前記本体エッジ(203)との間の仮想の接続ラインV1と、前記長手方向軸線Mとが、 $15^{\circ} \sim 40^{\circ}$ の範囲、好適には $20^{\circ} \sim 38^{\circ}$ の範囲、さらに好適には $20^{\circ} \sim 35^{\circ}$ の範囲、最も好適には $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$ の範囲の角度1を形成し、かつ/または前記第1の区分A1の前記内面(211)と、前記長手方向軸線Mとが、 $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$ の範囲、好適には $12^{\circ} \sim 30^{\circ}$ の範囲、さらに好適には $14^{\circ} \sim 25^{\circ}$ の範囲、さらに好適には $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ の範囲、最も好適には $17^{\circ} \sim 20^{\circ}$ の範囲の角度を形成し、かつ

前記第1の区分A1から前記第2の区分A3への前記移行部に設けられた前記本体エッジ(203)と前記第2の区分A3から第3の区分A5への移行部に設けられた本体エッジ(205)との間の仮想の接続ラインV3と、前記長手方向軸線Mとが、 $0^{\circ} \sim 8^{\circ}$ の範囲、好適には $5^{\circ}$ の角度1を形成して前記後端部(28)に向かう方向で拡開するか、または $172^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の範囲、好適には $175^{\circ}$ の角度1を形成して前記後端部(28)に向かう方向で先細りするか、または前記長手方向軸線Mに対して平行に延びる、または

前記第2の区分A3の前記内面(220)が、 $0^{\circ} \sim 8^{\circ}$ の範囲、好適には $5^{\circ}$ の角度で前記後端部(28)に向かう方向で拡開するか、または $172^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の範囲、好適には $175^{\circ}$ の角度で前記後端部(28)の方向に向かう方向で先細りするか、または前記長手方向軸線Mに対して平行に延びる、

ノズル(2)。

実施形態2

前記第1の区分A1から前記第2の区分A3への前記移行部において、または該移行部の手前または直前に、前記長手方向軸線Mに対して $45^{\circ} \sim 120^{\circ}$ の範囲、好適には $60^{\circ} \sim 110^{\circ}$ の範囲、さらに好適には $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ の範囲、さらに好適には $85^{\circ} \sim 95^{\circ}$ の範囲の角度で延び、最も好適には垂直方向に延びる、少なくとも1つの別の内面(213)が位置している、実施形態1記載のノズル(2)。

実施形態3

前記前端部(22)から見て、前記第2の区分A3の背後に、前記長手方向軸線Mに沿って延び、前記後端部(28)に向かう方向で拡開する、内面(224)を備えた第3の区分A5が存在している、実施形態1または2記載のノズル(2)。

実施形態4

前記第3の区分(A5)の前記内面(224)が、前記長手方向軸線Mに沿って前記後端部(28)に向かう方向で拡開する少なくとも1つの領域を有していて、該領域の内面と、前記長手方向軸線Mとが、 $30^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の範囲、好適には $40^{\circ} \sim 75^{\circ}$ の範囲の角度を形成する、実施形態3記載のノズル。

実施形態5

前記前端部(22)から見て、前記第3の区分A5の背後に、内面(227)を備えた第4の区分A7が存在していて、前記第2の区分A3から前記第3の区分A5への前記移行部に設けられた前記本体エッジ(205)と、前記第3の移行部A5から前記第4の区分A7への移行部に設けられた本体エッジ(206)との間の仮想の接続ラインV4と、前記長手方向軸線Mとが、 $30^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の範囲、好適には $40^{\circ} \sim 75^{\circ}$ の範囲の角度

10

20

30

40

50



1を形成し、かつ/または前記第3の区分A5の前記内面(224)と、前記長手方向軸線Mとが、 $30^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の範囲、好適には $40^{\circ} \sim 75^{\circ}$ の範囲の角度を形成する、実施形態3記載のノズル。

#### 実施形態6

前記前端部(22)から見て、前記第3の区分A5の背後に、内面(227)を備えた第4の区分A7が存在していて、該第4の区分A7の前記内面(227)が、前記長手方向軸線Mに対して $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ の範囲、好適には $5^{\circ}$ の角度で前記後端部(28)に向かう方向で拡開するか、または $170^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の範囲、好適には $175^{\circ}$ の角度で前記後端部(28)に向かう方向で先細りするか、または前記長手方向軸線Mに対して平行に延びる少なくとも1つの領域を有している、または

前記第4の区分A7の前記内面(227)が、前記長手方向軸線Mに対して、 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ の範囲、好適には $5^{\circ}$ の角度で前記後端部(28)に向かう方向で拡開するか、または $170^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の範囲、好適には $175^{\circ}$ の角度で前記後端部(28)に向かう方向で先細りするか、または前記長手方向軸線Mに対して平行に延びる、実施形態3記載のノズル(2)。

#### 実施形態7

前記第1の区分A1が、前記前端部(22)から見て、円錐状、凸状または凹状に先細りする、かつ/または

前記第2の区分A3が、円錐状、凸状または凹状に先細りするかまたは拡開する、かつ/または

前記第3の区分A5が、円錐状、凸状または凹状に拡開する、かつ/または

前記第4の区分A7が、円錐状、凸状または凹状に先細りするかまたは拡開する、実施形態1から6までのいずれか1項記載のノズル(2)。

#### 実施形態8

前記第1の区分A1が、前記前端部(22)から見て、連続的または非連続的に先細りする、かつ/または

前記第2の区分A3が、連続的または非連続的に先細りするかまたは拡開する、かつ/または

前記第3の区分A5が、連続的または非連続的に拡開する、かつ/または

前記第4の区分A7が、連続的または非連続的に先細りするかまたは拡開する、実施形態1から6までのいずれか1項記載のノズル(2)。

#### 実施形態9

前記第1の区分A1が、前記前端部(22)から見て、段階的に先細りする、かつ/または

前記第2の区分A3が、段階的にかつ/または前記長手方向軸線Mに対して垂直方向に先細りするかまたは拡開する、かつ/または

前記第3の区分A5が、段階的にかつ/または前記長手方向軸線Mに対して垂直方向に拡開する、かつ/または

前記第4の区分A7が、段階的にかつ/または前記長手方向軸線Mに対して垂直方向に先細りするかまたは拡開する、

実施形態1から6までのいずれか1項記載のノズル(2)。

#### 実施形態10

前記第1の区分A1および前記第2の区分A3、または

前記第2の区分A3および前記第3の区分A5、または

前記第3の区分A5および前記第4の区分A7、または

前記第1の区分A1、前記第2の区分A3および前記第3の区分A5、または

前記第2の区分A3、前記第3の区分A5および前記第4の区分A7、または

前記第1の区分A1、前記第2の区分A3、前記第3の区分A5および前記第4の区分A7が、互いに直接に続いている、実施形態1から9までのいずれか1項記載のノズル(2)。

10

20

30

40

50

実施形態 1 1

前記第 1 の区分 A 1 の最大の横断面積 A 1 0、および / または前記ノズル開口 ( 2 4 ) の、該ノズル開口 ( 2 4 ) の前記前端部 ( 2 2 ) に直接に位置する最大の横断面積 A 1 0 が、前記第 2 の区分 A 3 の最小の横断面積 A 3 0、A 3 1 および / または前記ノズル開口 ( 2 4 ) の最小の横断面積 A 3 0、A 3 1 よりも最小で 1 . 7 倍、好適には 2 . 1 倍大きく、かつ / または最大で 4 . 0 倍、好適には 3 . 7 倍大きい、実施形態 1 から 1 0 までのいずれか 1 項記載のノズル ( 2 )。

実施形態 1 2

前記第 1 の区分 A 1 の最大の直径 D 1、および / または前記ノズル開口 ( 2 4 ) の、該ノズル開口 ( 2 4 ) の前記前端部に直接に位置する最大の直径 D 1 が、前記第 2 の区分 A 3 の最小の直径 D 3 および / または前記ノズル開口 ( 2 4 ) の最小の直径 D 3 よりも最小で 1 . 3 倍、好適には 1 . 4 5 倍大きく、かつ / または最大で 2 . 1 倍、好適には 1 . 9 倍大きい、実施形態 1 から 1 1 までのいずれか 1 項記載のノズル ( 2 )。

10

実施形態 1 3

前記第 1 の区分 A 1 の最大の直径 D 1、および / または前記ノズル開口 ( 2 4 ) の、該ノズル開口 ( 2 4 ) の前記前端部 ( 2 2 ) に直接に位置する最大の直径 D 1 が、前記第 2 の区分 A 3 の最小の直径 D 3 および / または前記ノズル開口 ( 2 4 ) の最小の直径 D 3 よりも最小で 0 . 5 mm、好適には 0 . 6 mm 大きく、かつ / または最大で 1 . 2 mm、好適には 1 . 0 mm 大きい、実施形態 1 から 1 2 までのいずれか 1 項記載のノズル ( 2 )。

実施形態 1 4

前記第 1 の区分 A 1 の、前記長手方向軸線 M に沿って延びる長さ L 1 と、前記第 2 の区分 A 3 の、前記長手方向軸線 M に沿って延びる長さ L 3 との商  $L 1 / L 3$  が、0 . 5 ~ 1 . 2、好適には 0 . 6 5 ~ 1 である、実施形態 1 から 1 3 までのいずれか 1 項記載のノズル ( 2 )。

20

実施形態 1 5

前記第 3 の区分 A 5 の、前記長手方向軸線 M に沿って延びる長さ L 5 と、前記第 1 の区分 A 1 の、前記長手方向軸線 M に沿って延びる長さ L 1 との商  $L 5 / L 1$  が、1 . 5 以下であり、好適には 1 . 2 5 以下である、実施形態 1 から 1 4 までのいずれか 1 項記載のノズル ( 2 )。

実施形態 1 6

前記第 3 の区分 A 5 の、前記長手方向軸線 M に沿って延びる長さ L 5 と、前記第 2 の区分 A 3 の、前記長手方向軸線 M に沿って延びる長さ L 3 との商  $L 5 / L 3$  が、1 . 2 5 以下であり、好適には 1 以下である、実施形態 1 から 1 5 までのいずれか 1 項記載のノズル ( 2 )。

30

実施形態 1 7

前記第 1 の区分の長さ、前記第 2 の区分の長さ、前記第 3 の区分の長さおよび前記第 4 の区分の長さに対して、

$L 1 \leq 2 \text{ mm}$ 、 $L 3 \leq 3 \text{ mm}$ 、 $L 5 \leq 2 \text{ mm}$  および  $L 7 \leq 3 \text{ mm}$ 、好適には  $L 1 \leq 1 \text{ mm}$ 、 $L 3 \leq 1 . 5 \text{ mm}$ 、 $L 5 \leq 1 . 5 \text{ mm}$  および  $L 7 \leq 2 . 5 \text{ mm}$  が当てはまる、実施形態 1 から 1 6 までのいずれ 1 項記載のノズル ( 2 )。

40

実施形態 1 8

前記第 2 の区分 A 3 の、前記長手方向軸線 M に沿って延びる長さ L 3 と、前記第 2 の区分 A 3 の直径 D 3 との商  $L 3 / D 3$  が、0 . 6 ~ 1 . 7、好適には 0 . 6 5 ~ 1 . 5 5 である、実施形態 1 から 1 7 までのいずれか 1 項記載のノズル ( 2 )。

実施形態 1 9

前記第 4 の区分 A 7 の最大の直径 D 7 が、前記第 1 の区分 A 1 の最大の直径 D 1 および / または前記ノズル開口 ( 2 4 ) の、該ノズル開口 ( 2 4 ) の前記前端部 ( 2 2 ) に直接に位置する最大の直径 D 1 と、最小で同一の大きさであり、かつ最大で前記直径 D 1 の 2 倍の大きさである、実施形態 1 から 1 8 までのいずれか 1 項記載のノズル ( 2 )。

実施形態 2 0

50

前記第 1 の区分 A 1 の前記内面 ( 2 1 1 および / または 2 1 1 および 2 1 3 ) により形成される容積 V 1 0 が、前記第 2 の区分 A 3 の前記内面 ( 2 2 0 ) により形成される容積 V 3 0 よりも大きく、好適には最小で 1 . 3 倍大きく、かつ / または最大で 2 . 5 倍大きく、さらに好適には最大で 2 . 2 倍大きい、実施形態 1 から 1 9 までのいずれか 1 項記載のノズル ( 2 ) 。

#### 実施形態 2 1

前記第 1 の区分 A 1 から前記第 2 の区分 A 3 への前記移行部において、前記第 2 の区分 A 3 の直径 D 3 が、前記第 1 の区分 A 1 の直径 D 2 および / または最小の直径 D 2 よりも最小で 0 . 2 mm 小さく、かつ / または最大で 0 . 6 mm 小さい、実施形態 1 から 2 0 までのいずれか 1 項記載のノズル ( 2 ) 。

10

#### 実施形態 2 2

実施形態 1 から 2 1 までのいずれか 1 項記載のノズル ( 2 ) と、ノズル保護キャップ ( 6 ) とから成るアセンブリであって、前記ノズル ( 2 ) と前記ノズル保護キャップ ( 6 ) とが、少なくとも前端部 ( 2 2 ) およびノズル開口 ( 2 4 ) の領域において互いに離間して配置されており、前記ノズル保護キャップ ( 6 ) が、前記ノズル開口 ( 2 4 ) に長手方向軸線 M 上で整合する開口 ( 6 4 ) を有している、アセンブリ。

#### 実施形態 2 3

前記ノズル ( 2 ) の外面 ( 2 3 ) と、前記ノズル保護キャップ ( 6 ) の内面 ( 6 2 ) との間に、ノズルキャップ ( 5 ) が配置されている、実施形態 2 2 記載のアセンブリ。

#### 実施形態 2 4

前記ノズル保護キャップ ( 6 ) の開口 ( 6 4 ) が、前記ノズル ( 2 ) の横断面積 A 1 0 よりも大きな横断面積 A 6 0、好適には前記ノズル ( 2 ) の、前記ノズル保護キャップ ( 6 ) に向かって延長された仮想の接続ライン V 1 により投影される仮想の面積 A 7 0 と同一の大きさであるかまたは該仮想の面積 A 7 0 よりも大きな横断面積 A 6 0 を有しているか、または前記ノズル ( 2 ) の直径 D 1 よりも大きな直径 D 6、好適には前記ノズル ( 2 ) の、前記ノズル保護キャップ ( 6 ) に向かって延長された仮想の接続ライン V 1 により投影される仮想の面積 A 7 0 の直径 D 7 0 と同一の大きさであるかまたは該直径 D 7 0 よりも大きな直径 D 6 を有している、かつ / または前記ノズル保護キャップ ( 6 ) の前記開口 ( 6 4 ) が、前記ノズル ( 2 ) の横断面積 A 1 0 よりも大きな横断面積 A 6 0、好適には前記ノズル ( 2 ) の、前記ノズル保護キャップ ( 6 ) に向かって延長された仮想の接続ライン V 2 により投影される仮想の面積 A 8 0 と同一の大きさであるかまたは該面積 A 8 0 よりも大きな横断面積 A 6 0 を有しているか、または前記ノズル ( 2 ) の直径 D 1 よりも大きな直径 D 6、好適には前記ノズル ( 2 ) の、前記ノズル保護キャップ ( 6 ) に向かって延長された仮想の接続ライン V 2 により投影される仮想の面積 A 8 0 の直径 D 8 0 と同一の大きさであるかまたは該直径 D 8 0 よりも大きな直径 D 6 を有している、実施形態 2 2 または 2 3 記載のアセンブリ。

20

30

#### 実施形態 2 5

前記ノズル ( 2 ) の前記第 1 の区分 A 1 の長さ L 1 および / または前記第 2 の区分 A 3 の長さ L 3 および / または長さ L 1 と長さ L 3 との合計が、前記ノズル ( 2 ) の前記前端部 ( 2 2 ) の外面 ( 2 3 0 ) と、前記ノズル保護キャップ ( 6 ) の前記内面 ( 6 2 ) との間の最短の間隔 L 6 1 の長さよりも大きい、実施形態 2 2 から 2 4 までのいずれか 1 項記載のアセンブリ。

40

#### 実施形態 2 6

前記ノズル ( 2 ) または前記ノズルキャップ ( 5 ) が、前記ノズル保護キャップ ( 6 ) から、前記開口 ( 7 1 ) を含むガスガイド部 ( 7 ) によって互いに電気絶縁されて配置されている、実施形態 2 2 から 2 5 までのいずれか 1 項記載のアセンブリ。

#### 実施形態 2 7

前記ガスガイド部 ( 7 ) の前記開口 ( 7 1 ) が、前記長手方向軸線 M に対して半径方向に、または前記長手方向軸線 M の半径方向線に対してずらされてまたは傾斜して、または前記長手方向軸線 M に対して平行に、または前記長手方向軸線 M に対して傾斜して配置さ

50

れている、実施形態 2 6 記載のアセンブリ。

#### 実施形態 2 8

前記長手方向軸線 M に沿って互いに離間して配置されている、実施形態 1 から 2 1 までのいずれか 1 項記載のノズル (2) と、電極 (3) とから成る、アセンブリ。

#### 実施形態 2 9

電極 (3) を含み、該電極 (3) が、電極ホルダ (3 2) と、該電極 (3) の前端部 (3 3) に設けられた放射インサート (3 1) とを含み、該放射インサート (3 1) が、前記長手方向軸線 M に沿って前記ノズル開口 (2 4) に整合して延びていて、前記電極 (3) の前記前端部 (3 3) が、前記ノズル (2) の内室 (2 5) 内に配置されていて、前記電極 (3) の前記前端部 (3 3) の外面 (3 4) と、前記ノズル開口 (2 4) の前記区分 A 3 との間の間隔 L 1 3 が、前記第 1 の区分 A 1 の長さ L 1 および / または前記第 2 の区分 A 3 の長さ L 3 および / または前記ノズル (2) の前記第 1 の区分 A 1 の長さ L 1 と前記第 2 の区分 A 3 の長さ L 3 との合計よりも最小で 1 . 5 倍大きい、実施形態 2 8 記載のアセンブリ。

10

#### 実施形態 3 0

前記ノズル (2) と前記電極 (3) とが、前記開口 (4 1) を含むガスガイド部 (4) により互いに電氣的に絶縁されて離間して配置されている、実施形態 2 8 または 2 9 記載のアセンブリ。

#### 実施形態 3 1

前記ガスガイド部 (4) が、開口 (4 1) を含んでいる、実施形態 2 8 から 3 0 までのいずれか 1 項記載のアセンブリ。

20

#### 実施形態 3 2

前記開口 (4 1) が、前記長手方向軸線 M に対して半径方向に、または前記長手方向軸線 M の半径方向線に対してずらされてまたは傾斜して、または前記長手方向軸線 M に対して平行に、または前記長手方向軸線 M に対して傾斜して配置されている、実施形態 3 1 記載のアセンブリ。

#### 実施形態 3 3

前記電極が、電極ホルダ (3 2) と、放射インサート (3 1) とを含んでいて、該放射インサート (3 1) が、前記電極 (3) の前記前端部 (3 3) において前記電極ホルダ (3 2) から突出していない、実施形態 2 8 から 3 2 までのいずれか 1 項記載のアセンブリ。

30

#### 実施形態 3 4

実施形態 1 から 2 1 までのいずれか 1 項記載のノズル (2) および / または実施形態 2 2 から 3 3 までのいずれか 1 項記載のアセンブリを含む、プラズマトーチヘッド、レーザ切断ヘッドまたはプラズマレーザ切断ヘッド。

#### 実施形態 3 5

実施形態 3 4 記載のプラズマトーチヘッドを含む、プラズマトーチ。

#### 実施形態 3 6

プラズマアークトーチ、プラズマ切断トーチまたはプラズマアーク切断トーチである、実施形態 3 5 記載のプラズマトーチ。

#### 実施形態 3 7

実施形態 1 から 2 1 までのいずれか 1 項記載のノズル (2) および / または実施形態 2 2 から 2 7 までのいずれか 1 項記載のアセンブリを含む、レーザ切断ヘッド。

40

#### 実施形態 3 8

実施形態 1 から 2 1 までのいずれか 1 項記載のノズル (2) および / または実施形態 2 2 から 3 3 までのいずれか 1 項記載のアセンブリを含む、プラズマレーザ切断ヘッド。

#### 実施形態 3 9

実施形態 3 5 または 3 6 記載のプラズマトーチを使用する、プラズマ切断法。

#### 実施形態 4 0

実施形態 3 7 記載のレーザ切断ヘッドを使用する、レーザ切断法。

#### 実施形態 4 1

50

実施形態 3 8 記載のプラズマレーザ切断ヘッドを使用する、プラズマレーザ切断法。

実施形態 4 2

酸化性ガス、非酸化性ガスおよび／または還元ガスまたはガス混合物をプラズマガスおよび／またはプロセスガスおよび／または二次ガスとして使用する、実施形態 3 9 から 4 1 までのいずれか 1 項記載の方法。

【符号の説明】

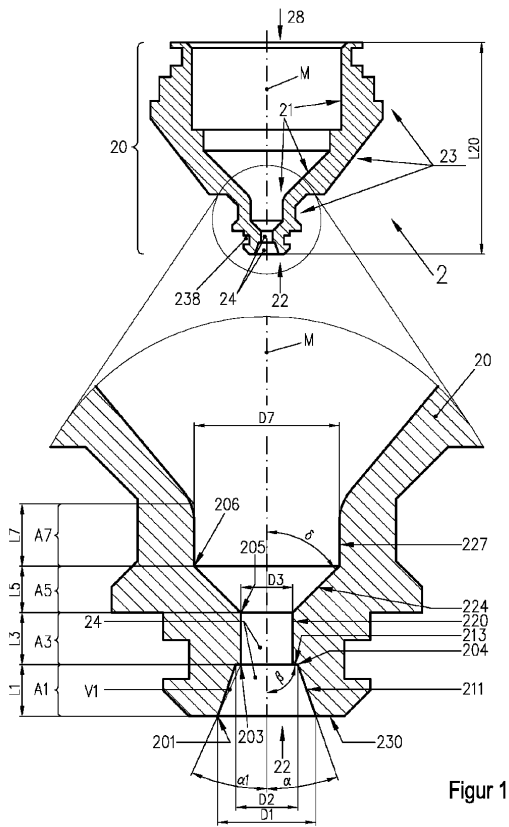
【 0 1 3 5 】

1	プラズマトーチ、プラズマトーチヘッド、プラズマトーチ切断ヘッド、プラズマレーザ切断ヘッド	10
2	ノズル	
3	電極	
4	プラズマガス；プロセスガスのガスガイド部	
5	ノズルキャップ	
6	ノズル保護キャップ	
7	二次ガスのガスガイド部	
8	トーチ本体	
2 0	本体	
2 1	内面	
2 2	前端部	
2 3	外面	20
2 4	ノズル開口	
2 5	ノズルの内室	
2 8	後端部	
3 1	電極 3 の放射インサート	
3 2	電極ホルダ	
3 3	電極の前端部	
3 4	電極の外面	
4 1	プラズマガス用のガスガイド部 4 の開口	
5 1	ノズル 2 とノズルキャップ 5 との間の室	
5 5	ノズル保護キャップホルダ	30
6 1	ノズル保護キャップ 6 とノズルキャップ 5 とノズル 2 との間の内室	
6 2	ノズル保護キャップの内面	
6 4	ノズル保護キャップの開口	
6 5	ノズル保護キャップの開口の本体エッジ	
7 1	二次ガス用のガスガイド部 7 の開口	
8 1	ノズルホルダ	
2 0 1	ノズル開口 2 4 の前端部 2 2 におけるノズル開口の本体エッジ	
2 0 3	区分 A 1 から区分 A 3 への移行部におけるノズル開口 2 4 の前端部 2 2 におけるノズル開口の本体エッジ	
2 0 4	内面 2 1 1 と内面 2 1 3 との間の本体エッジ	40
2 0 5	内面 2 2 0 と内面 2 2 4 との間の本体エッジ	
2 0 6	内面 2 2 4 と内面 2 2 7 との間の本体エッジ	
2 1 1	第 1 の区分 A 1 の内面	
2 1 3	第 1 の区分 A 1 の別の内面	
2 2 0	第 2 の区分 A 3 の内面	
2 2 4	第 3 の区分 A 5 の内面	
2 2 7	第 4 の区分 A 7 の内面	
2 3 0	ノズルの前端部 2 2 における面	
2 3 8	溝	
2 4 0	円形リング	50

A 1	第 1 の区分	
A 3	第 2 の区分	
A 5	第 3 の区分	
A 7	第 4 の区分	
A 1 0	D 1 での前端部 2 2 におけるノズル開口の面積	
A 2 0	D 2 での第 1 の区分におけるノズル開口の別の面積	
A 3 0	D 3 での第 2 の区分 A 3 における最小のノズル開口の面積	
A 3 1	第 2 の区分におけるノズル開口の面積	
A 6 0	ノズルキャップの開口 6 4 の面積	
A 7 0	面積 A 6 0 の平面上に接続ライン V 1 により投影される仮想の面積	10
A 8 0	面積 A 6 0 の平面上に接続ライン V 2 により投影される仮想の面積	
D 1	前端部における第 1 の区分 A 1 のノズル開口の直径	
D 2	第 1 の区分 A 1 におけるノズル開口の別の直径	
D 3	第 2 の区分におけるノズル開口の直径 ( $= 0^\circ$ もしくは $180^\circ$ )	
D 3 1	第 2 の区分におけるノズル開口の別の直径 ( $> 0^\circ \sim 8^\circ$ )	
D 3 2	第 2 の区分におけるノズル開口の別の直径 ( $< 180^\circ \sim 172^\circ$ )	
D 6	ノズル保護キャップの開口 6 4 の直径	
D 7	区分 A 7 における直径	
D 7 0	投影される仮想の面積 A 7 0 の直径	
D 8 0	投影される仮想の面積 A 8 0 の直径	20
L 1	第 1 の区分 A 1 の長さ	
L 3	第 2 の区分 A 3 の長さ	
L 5	第 3 の区分 A 5 の長さ	
L 7	第 4 の区分 A 7 の長さ	
L 1 3	電極 3 の前端部 3 3 との間の間隔	
L 6 1	ノズル 2 の前端部 2 2 の外面と、ノズル保護キャップ 6 の内面 6 2 との間の間隔	
L 2 0	ノズルの全長	
M	長手方向軸線	
P G	プラズマガスまたはプロセスガス	30
S G	二次ガス	
T	接線	
V 1	本体エッジ 2 0 1 と 2 0 3 との間の仮想の接続ライン	
V 2	本体エッジ 2 0 1 と 2 0 4 との間の仮想の接続ライン	
V 3	本体エッジ 2 0 3 と 2 0 5 との間の仮想の接続ライン	
V 4	本体エッジ 2 0 5 と 2 0 6 との間の仮想の接続ライン	
V 1 0	ノズル開口 2 4 の第 1 の区分 A 1 の容積	
V 3 0	ノズル開口 2 4 の第 2 の区分 A 3 の容積	
W R	冷却材戻し流	
W V	冷却材送り流	40
	長手方向軸線 M と仮想の接続ライン V 2 または第 1 の区分 A 1 の内面 2 1 1 との間の角度	
1	長手方向軸線 M と、第 1 の区分 A 1 の仮想の接続ライン V 1 との間の角度	
2	長手方向軸線 M と接線 T との間の角度	
	長手方向軸線 M と、第 1 の区分 A 1 の内面 2 1 3 との間の角度	
	長手方向軸線 M と、第 2 の区分 A 3 の内面 2 2 0 との間の角度	
1	長手方向軸線 M と、第 2 の区分 A 3 の仮想の接続ライン V 3 との間の角度	
	長手方向軸線 M と、第 3 の区分 A 5 の内面 2 2 4 との間の角度	
1	長手方向軸線 M と、第 3 の区分 A 5 の仮想の接続ライン V 4 との間の角度	
	長手方向軸線 M と、第 4 の区分 A 7 の内面 2 2 7 との間の角度	50

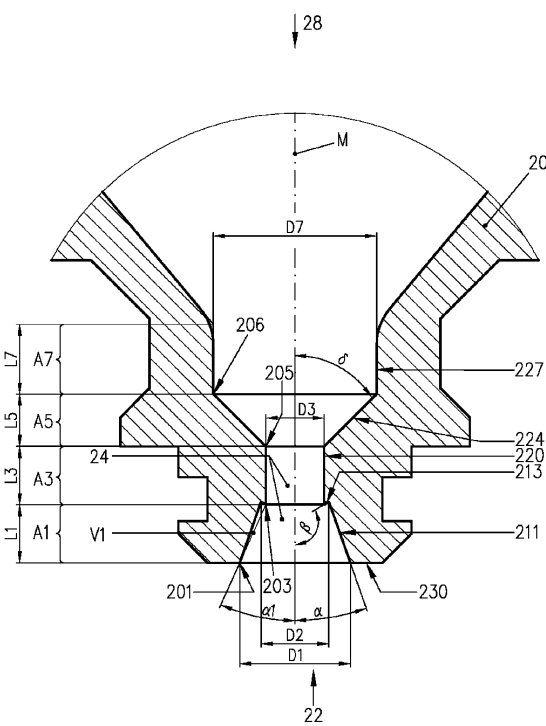
【図面】

【図 1】



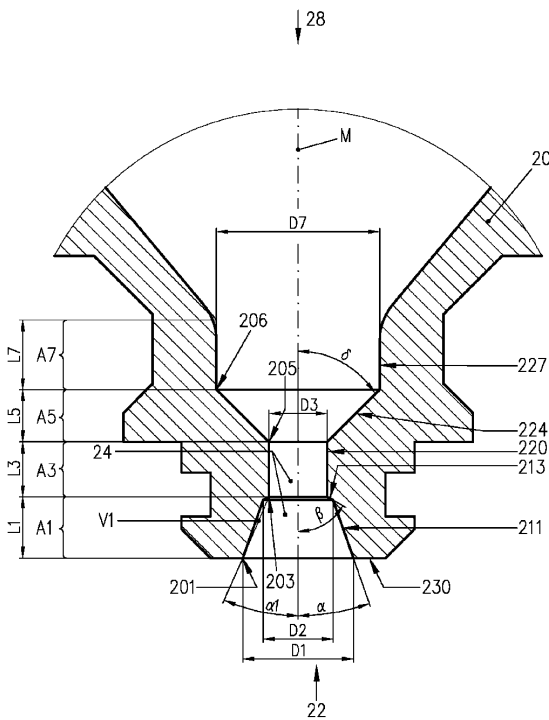
Figur 1

【図 2】



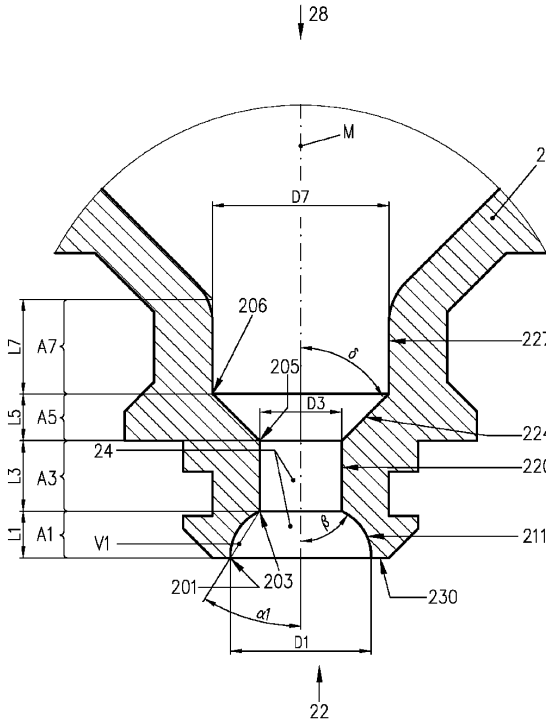
Figur 2

【図 3】



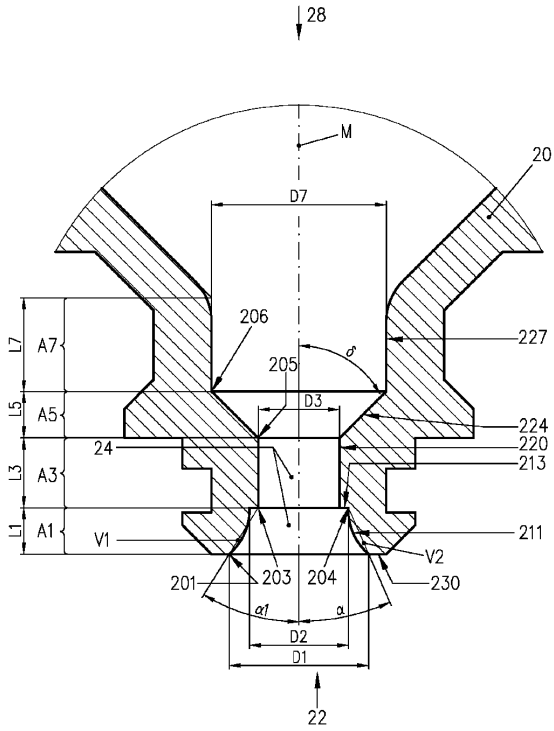
Figur 3

【図 4】



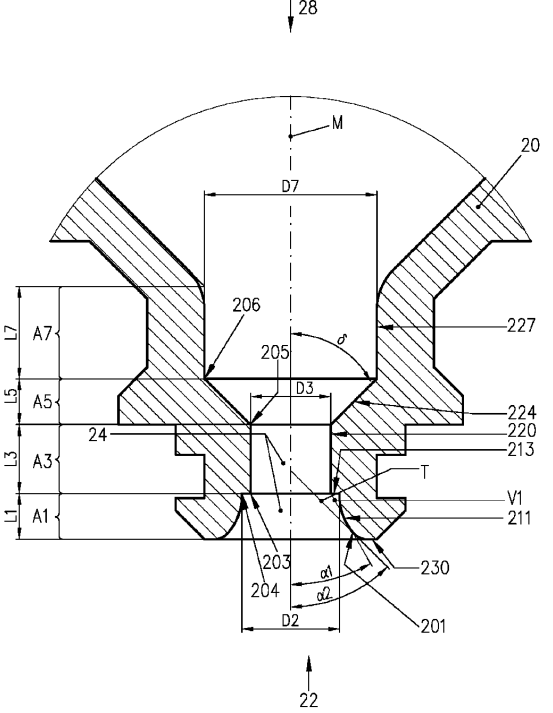
Figur 4

【図 5】



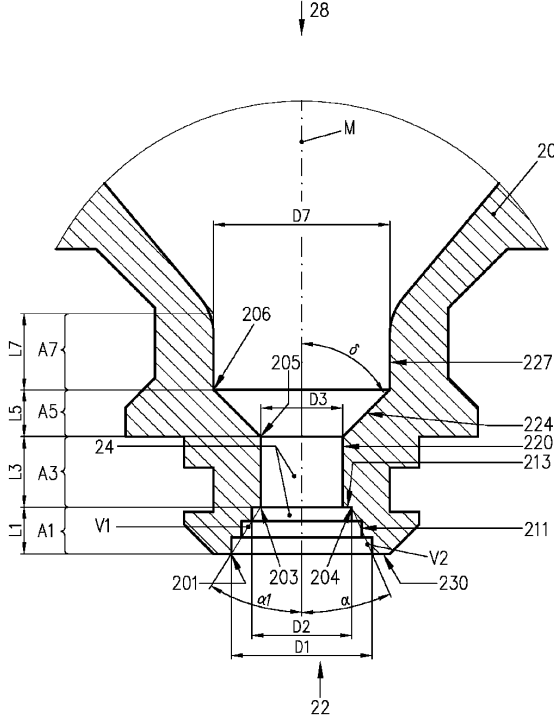
Figur 5

【図 5 . 1】



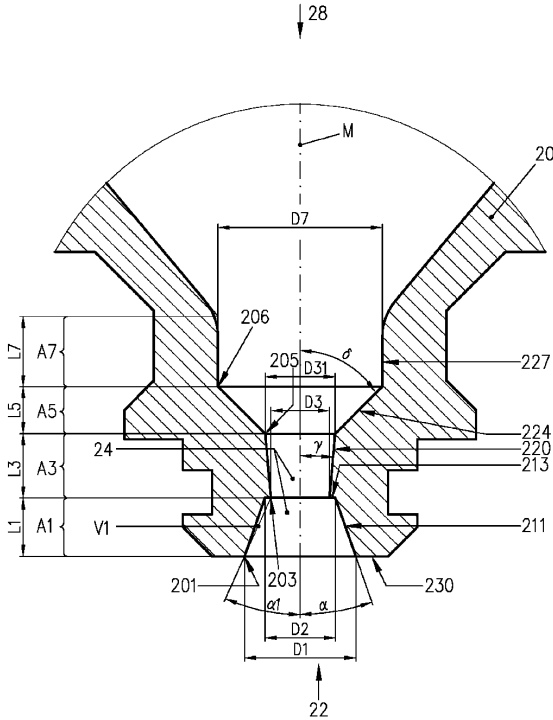
Figur 5.1

【図 6】



Figur 6

【図 7】



Figur 7



【図 7 . 1】

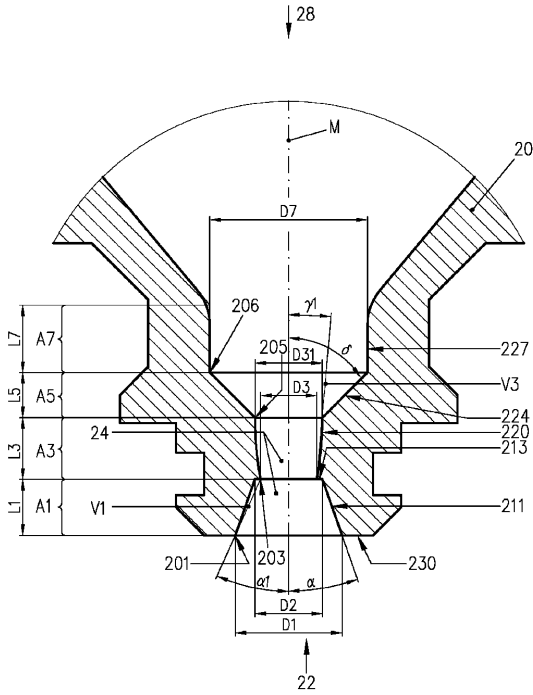


Figure 7.1

【図 7 . 2】

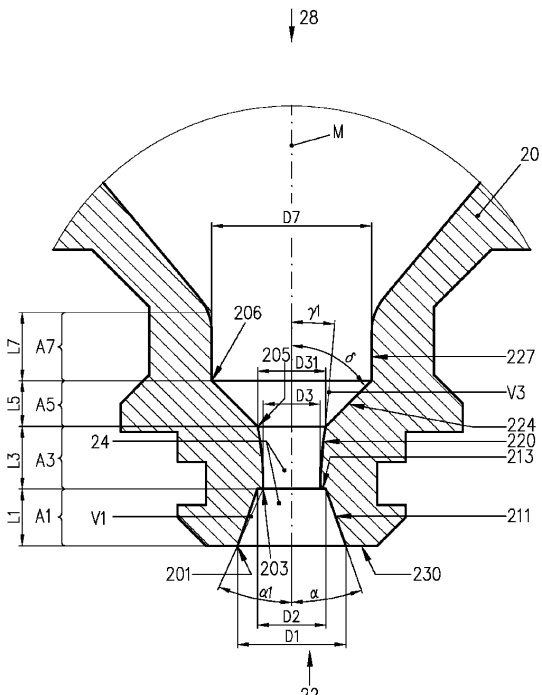


Figure 7.2

【図 8】

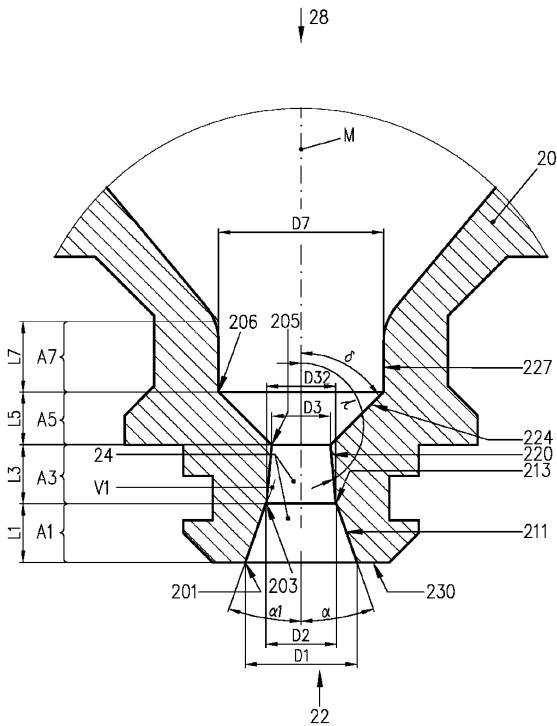


Figure 8

【図 8 . 1】

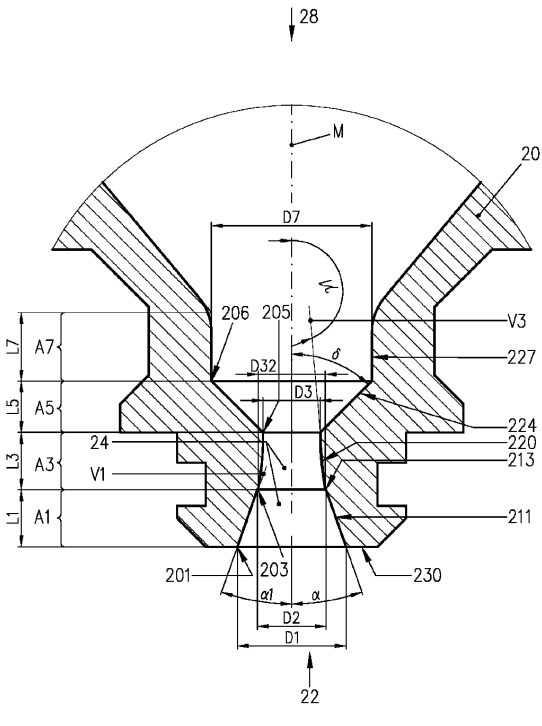


Figure 8.1

10

20

30

40

50

【 図 8 . 2 】

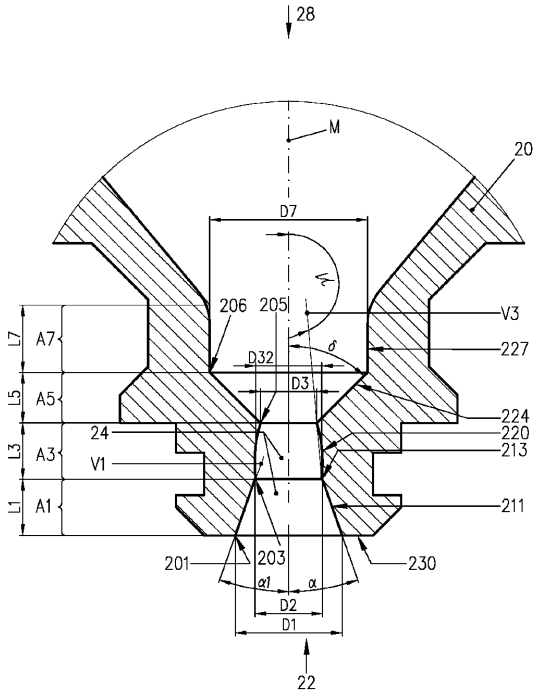


Figure 8.2

【 図 9 】

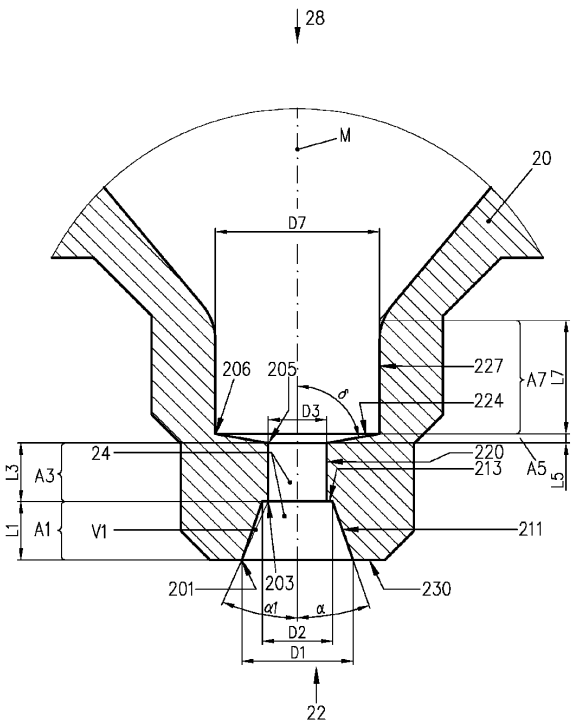


Figure 9

【 図 9 . 1 】

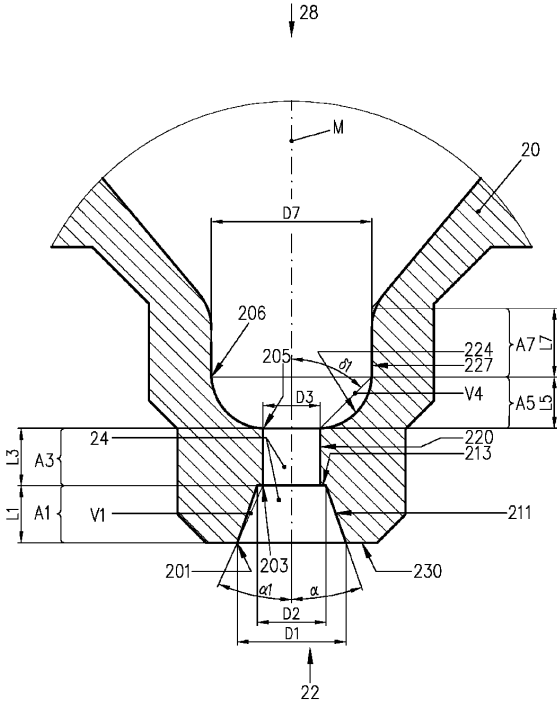


Figure 9.1

【 図 9 . 2 】

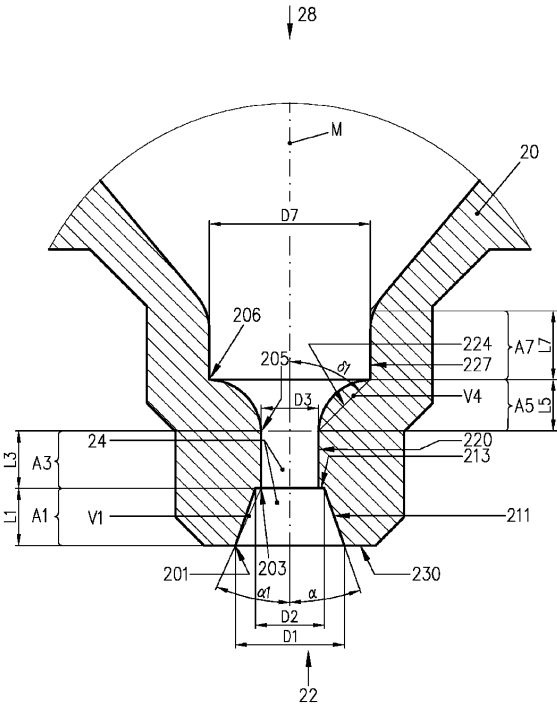


Figure 9.2

10

20

30

40

50

【図 9 . 3】

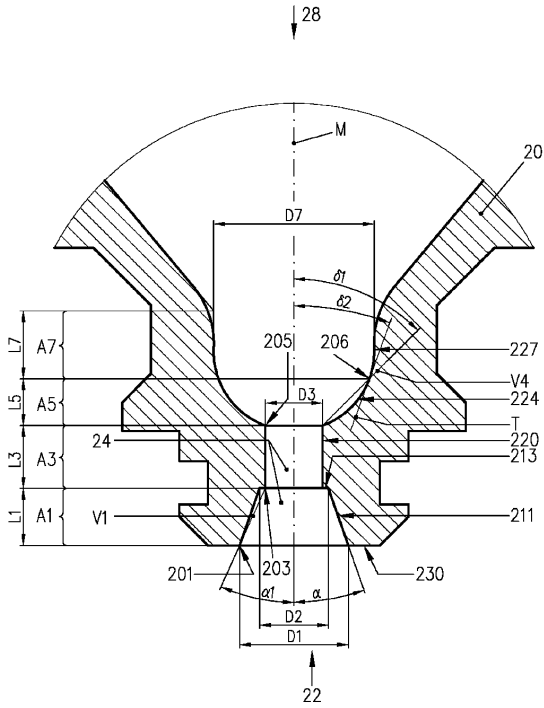


Figure 9.3

【図 1 0】

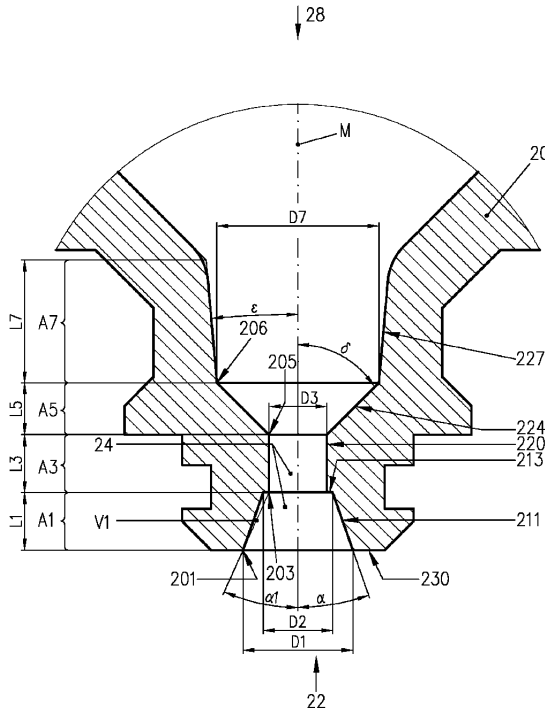


Figure 10

【図 1 1】

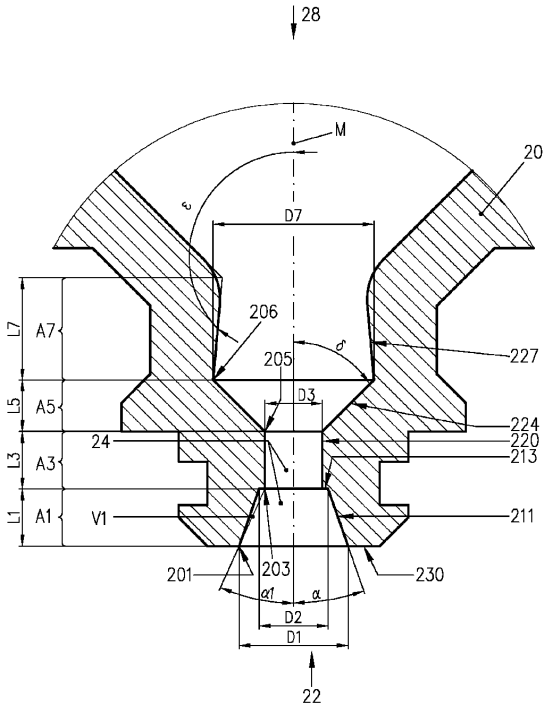


Figure 11

【図 1 2】

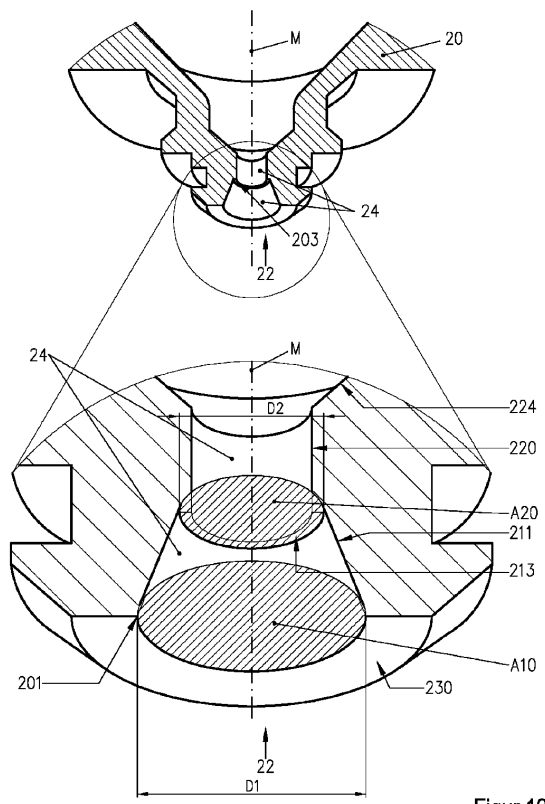


Figure 12

10

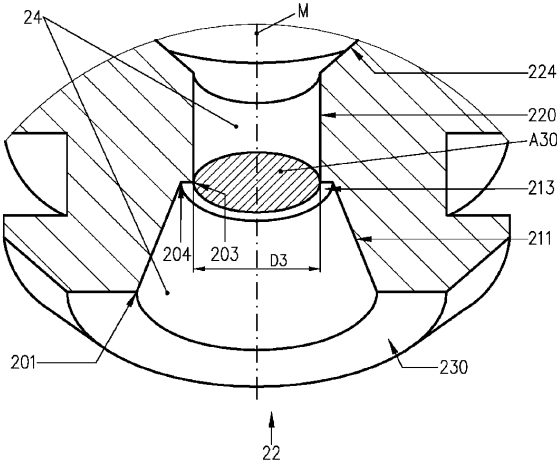
20

30

40

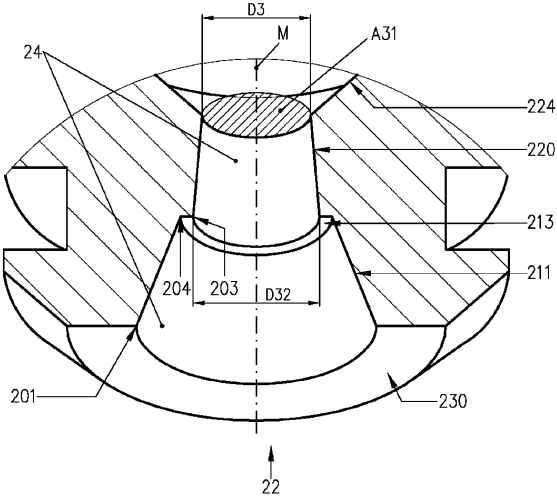
50

【図 13】



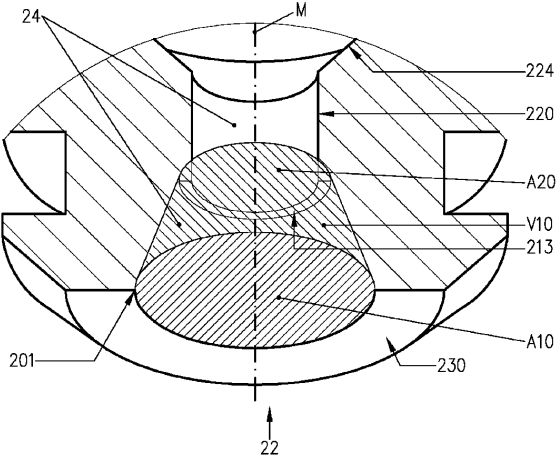
Figur 13

【図 13 a】



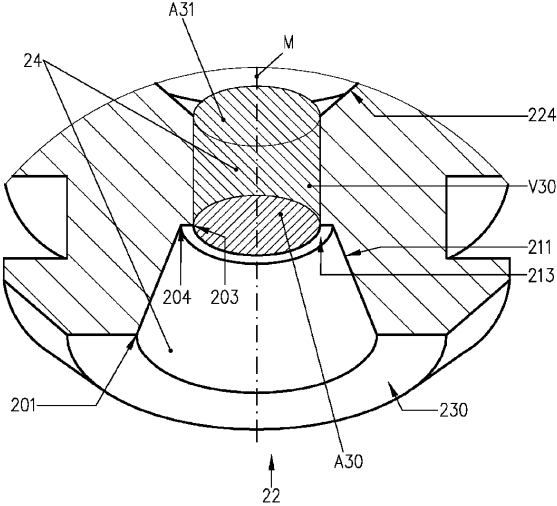
Figur 13a

【図 14】



Figur 14

【図 15】



Figur 15

10

20

30

40

50

【図 16】

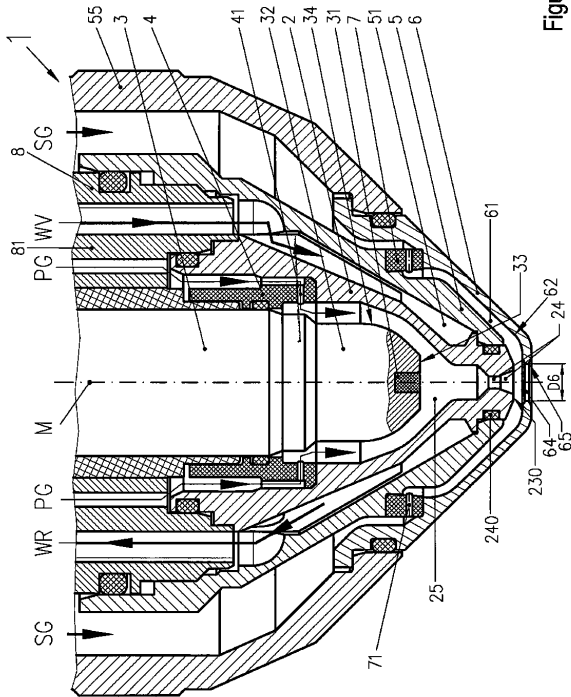


Figure 16

【図 17】

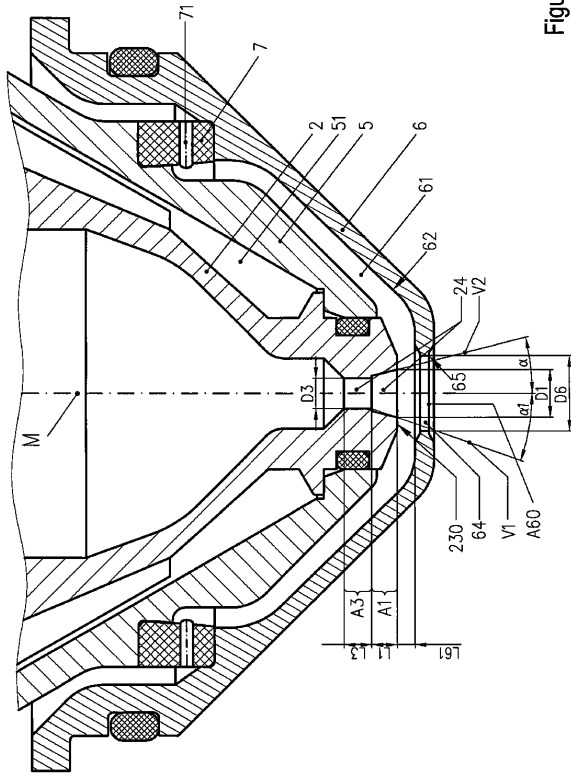


Figure 17

【図 17 a】

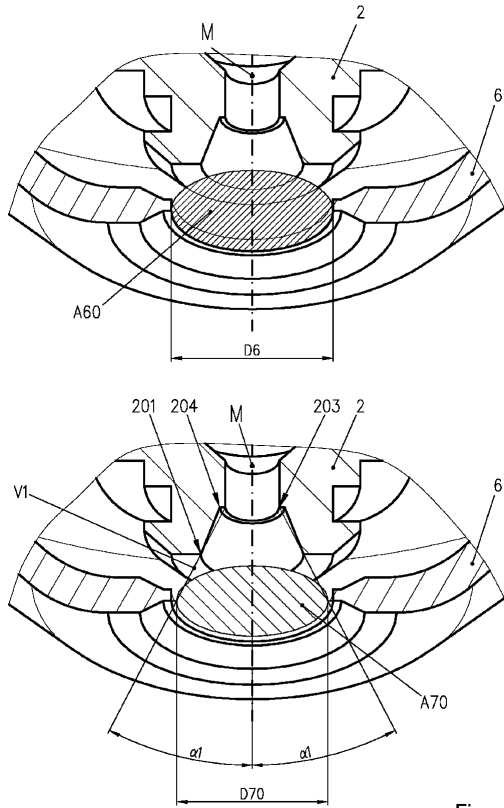


Figure 17a

【図 18】

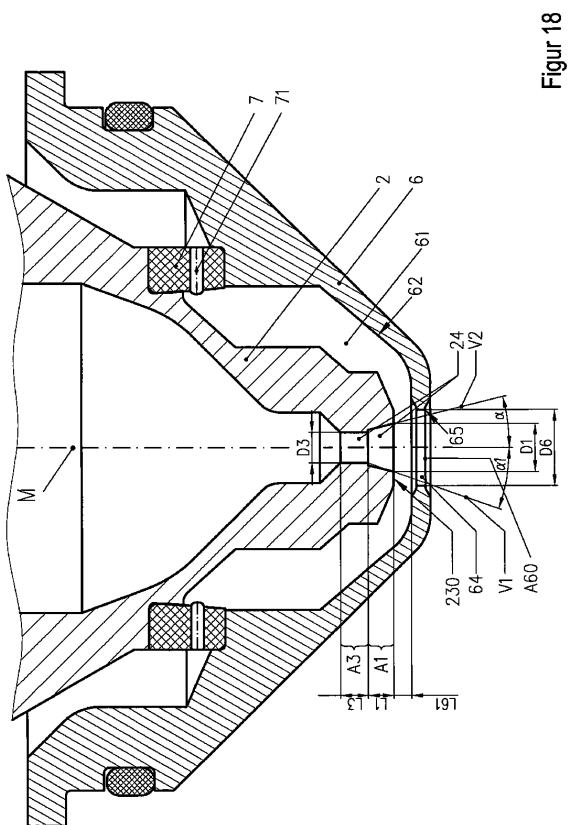


Figure 18

10

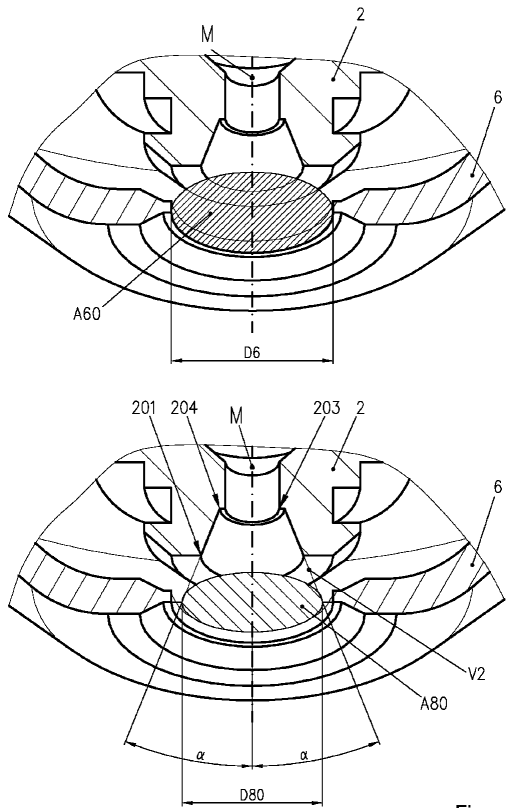
20

30

40

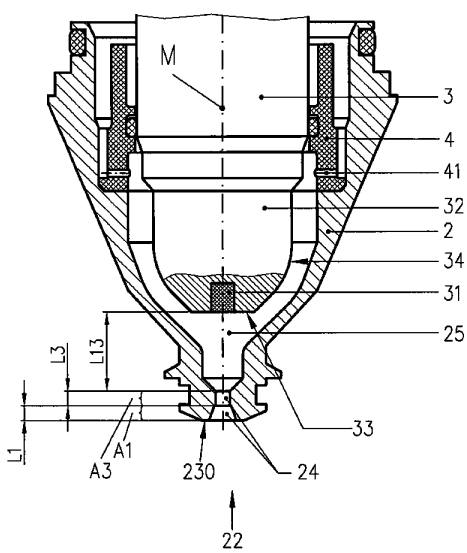
50

【図 18 a】



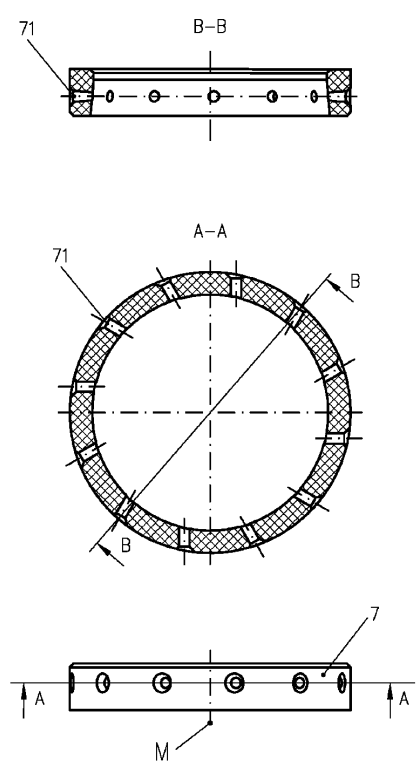
Figur 18a

【図 19】



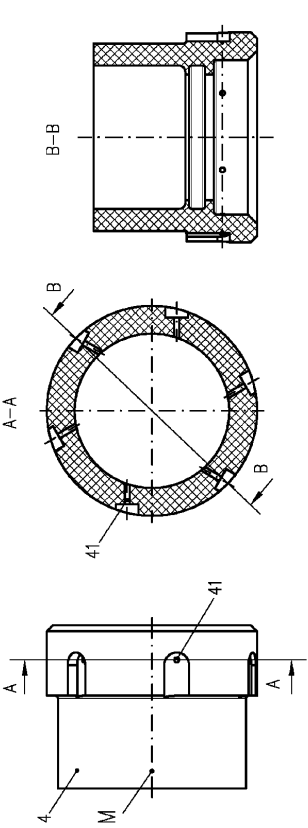
Figur 19

【図 20】



Figur 20

【図 21】



Figur 21

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

(54)【発明の名称】 たレーザ切断ヘッドならびにこのノズルを備えたプラズマレーザ切断ヘッド

(33)優先権主張国・地域又は機関

ドイツ(DE)

エーク 7 6

(72)発明者 クリンク, フォルカー

ドイツ連邦共和国 0 3 2 3 8 フィンスターヴァルデ フリーダシュトラッセ

(72)発明者 グルンドケ, ティモ

ドイツ連邦共和国 0 3 2 3 8 フィンスターヴァルデ フリーデンシュトラッセ 9 0

(72)発明者 ラウリッシュ, フランク

ドイツ連邦共和国 0 3 2 3 8 フィンスターヴァルデ クリームヒルトシュトラッセ 2 アー

審査官 豊島 唯

(56)参考文献 特開平 0 5 - 2 3 7 6 6 4 ( J P , A )

特表 2 0 0 1 - 5 0 3 1 9 4 ( J P , A )

特開平 0 7 - 2 4 0 2 9 7 ( J P , A )

特開平 0 7 - 1 8 5 8 2 3 ( J P , A )

特公昭 5 6 - 0 3 8 3 0 7 ( J P , B 2 )

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

B 2 3 K 1 0 / 0 0

B 2 3 K 2 6 / 3 8 - 2 6 / 7 0

H 0 5 H 1 / 3 4