

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00126009. X

[43]公开日 2001 年 2 月 28 日

[11]公开号 CN 1285419A

[22]申请日 2000.8.18 [21]申请号 00126009. X [30]优先权 [32]1999.8.18 [33]JP [31]231384/1999 [71]申请人 日新电机株式会社 地址 日本京都府 [72]发明人 冈崎尚登 大谷聪 入泽一彦 中村信彦	[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 代理人 卢新华 杨丽琴 权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图页数 2 页
---	--

[54]发明名称 电弧型蒸发源

[57]摘要

本发明涉及一种电弧型蒸发源,该蒸发源拥有基本上呈柱状的阴极,其轴向长度大于其直径;阴极供料装置,用于沿该阴极的轴向向该阴极供料;阴极冷却装置,用于以冷却剂冷却该阴极的至少一侧表面;和磁线圈,用于产生基本垂直延伸到该阴极前端的蒸发表面或从该蒸发表面向外延伸的磁通。

ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种电弧蒸发源，该蒸发源用于以电弧放电熔化阴极，从而使阴极材料蒸发，它包括：

基本上呈柱状的阴极，其轴向长度大于其直径；

5 阴极供料装置，用于沿该阴极的轴向向该阴极供料；

阴极冷却装置，用于以冷却剂冷却该阴极的至少一侧表面；和

磁线圈，用于产生在阴极前端的阴极表面附近的磁通或从该蒸发表面向外延伸的磁通。

2. 权利要求 1 的电弧型蒸发源，还包括吹气装置，用于将反应
10 性气体吹至该阴极的该蒸发表面附近，该反应性气体与组成该阴极的材料反应生成一种化合物。

3. 权利要求 1 的电弧型蒸发源，其中该磁线圈附近的部件包括非磁材料，致使该磁线圈产生的磁通不受干扰。

4. 权利要求 1 的电弧型蒸发源，其中该磁线圈产生基本垂直延
15 伸到该阴极前端的蒸发表面的磁通或从该蒸发表面向外延伸的磁通。

说明书

电弧型蒸发源

本发明涉及一种用电弧放电熔化阴极以蒸发阴极材料的电弧型蒸发源。例如，蒸发源可用于在基材，例如工具、机件、模具、外涂层部件等等的表面上生成由阴极材料组成的薄膜或由阴极材料的氮化物、氧化物等组成的薄膜，这样可改善基材的耐磨能力，滑动性质，抗咬性质，装饰性能等等。

在电弧型蒸发源中蒸发的阴极材料中被阴极附近形成的电弧等离子体电离的阴极材料离子占很大比例。在电弧离子喷镀方法或电弧离子喷镀设备中，这类阴极材料离子藉助电场导向基材，在基材表面生成薄膜。因此，电弧离子喷镀方法或设备的优点在于，膜的生成速度快、产率高、薄膜的附着力强等等。这种方法和设备已广泛用作在工具、模具等上涂覆金属膜或陶瓷膜的手段。

膜生成速度高的原因在于，阴极被电弧放电熔化，致使大量的阴极材料能被蒸发。膜附着力强的原因在于，阴极材料中包含的阴极材料离子被负偏压或其它原因形成的电场导向基材，致使离子能撞击基材。

图 2 表示带常规电弧型蒸发源的电弧离子喷涂设备的例子。

托架 8 将要镀膜的基材 6 支托于真空容器 2 中，该容器用未示出的真空泵装置抽真空。由偏压源 10 向托架 8 和由托架 8 支托的基材 8 施加例如负数十伏到负数百伏的负偏压。

由惰性气体和对阴极材料 16 呈反应性的反应性气等组成的气体 4 被引入真空容器 2，有关阴极材料将在下面叙述。

常规电弧型蒸发源 12 附装在真空容器 2 的壁表面上，朝向托架 8 上的基材 6。

电弧型蒸发源 12 具有由所需材料组成的盘状阴极 14，此阴极 14 固定在阴极托架 18 上。阴极托架 18 通常装有冷却阴极的冷却装置 14。紧靠阴极托架 18 背后装有永久磁铁 20 用于控制阴极 14 蒸发表面 15 上的电弧辉斑。阴极托架 18 通过绝缘器 22 附装在真空容器 2 上。顺便指出，通常还装有启动电弧的触发电极，但附图未示出（与图 1 相似）。

在这一常规例子中，真空容器 2 亦作为阳极。电弧放电电压，例如数十伏由电弧电源 24 施加在真空容器 2 和阴极托架 18 之间，即真空容器 2 和阴极 14 之间，而且在阴极 14 一面应为负极。

其结果，在阴极 14 的蒸发表面 15 和真空容器 2 之间形成真空电弧放电，致使蒸发表面 15 局部熔化，其上的阴极材料 16 蒸发。其次，在靠近阴极 14 的前面由电弧放电产生等离子体，致使部分阴极材料 16 电离。此种阴极材料 16 达到基材 6，并在基材上沉积。这样，在基材 6 的表面上形成薄膜。在这种情况下，如果预先将反应性气体引入真空容器 2，则阴极材料 16 与反应性气体发生反应，致使在基材 6 的表面上形成化合物薄膜。

在上述的电弧型蒸发源 12 中，必须定期以新电极更换阴极 14，因为阴 14 被电弧放电逐步消耗并变薄（变短）。

但是，常规电弧型蒸发源 12 为盘状，其轴向长度比其直径短（例如直径为 64mm，长度为 30mm）。这样，阴极 14 必须频繁更换。因此，要消耗很多人力去更换阴极 14，而且利用这种电弧型蒸发源 12 的镀膜设备停工频率增加会使生产率下降。

甚至简单地在轴向上增长阴极 14，亦会产生下列问题：（1）阴极 14 的蒸发表面 15 冷却不够，致使大体积熔化部位易于形成；（2）随着阴极 14 的消耗，由永久磁铁 20 产生的蒸发表面 15 上的磁通的状态变化甚大，致使蒸发表面 15 的消耗发生偏移。

此外，当阴极 14 的消耗约为 50%（重量）时，阴极寿命通常即告终结。这样，阴极的无用消耗很大。特别是在阴极 14 由贵重材料诸如 Cr 金属、Ti-Al 合金等组成时，废物的价格甚高。

再次，随着阴极 14 的消耗，其蒸发表面 15 后退（即远离基材 6）。这样，蒸发表面 15 和基材 6 之间的距离发生变化，致使基材 6 上的成膜速度发生变化。其结果，基材 6 表面上的成膜厚度的均匀性恶化。这种恶化发生在短时间内。

因此，本发明的目的在于提供一种电弧型蒸发源，其中阴极可有效利用，阴极的更换频率可以降低，成膜速度可在长时间内保持恒定。

本发明的电弧型蒸发源包括：基本上呈柱状的阴极，其轴向长度大于直径；阴极进料装置，用于沿该基本上呈柱状的阴极的轴向该阴

极供料；阴极冷却装置，以用冷却剂冷却该阴极的至少一侧表面；和磁线圈，用于在阴极表面附近产生磁通。具体说，磁线圈产生基本垂直延伸到该阴极前端的蒸发表面的磁通，或者从蒸发表面向外延伸的磁通。

5 根据这种电弧型蒸发源，磁线圈在阴极蒸发表面上产生磁通，以使电弧辉斑的位置限制在阴极的蒸发表面内。此外，电弧辉斑在蒸发表面内均匀移动，致使蒸发表面均匀消耗不产生偏移。

其次，可根据阴极的消耗由阴极供料装置向阴极供料。其结果，甚至在阴极消耗的情况下，阴极蒸发表面上的磁通可基本保持恒定，
10 这同样有助于蒸发表面的均匀消耗。

根据这种电弧型蒸发源，轴向长度大于其直径（换言之，轴向长度较大）的基本上呈柱状的阴极可由上述操作方法均匀消耗，致使阴极的大部分可有效利用。因此，阴极能有效被利用，并且阴极更换频率可以降低。

15 其次，由于可根据阴极的消耗用阴极供料装置向阴极供料，所以蒸发表面和基材之间的距离可接近固定值。因此能使成膜速度在长时间内保持恒定。

再次，设置阴极冷却装置以用冷却剂冷却阴极的至少一侧表面。因此，阴极的蒸发表面可有效而稳定地冷却，不受阴极消耗状况的影响，
20 甚至在基本上呈柱状的阴极其轴向较长的情况下亦是如此。其结果，蒸发表面的温度不会增高，致使防止大体积颗粒（亦称为“小滴”）在蒸发表面上形成。因此，能形成表面平滑度优良的薄膜。

提供下列附图：

图 1 表示本发明的电弧型蒸发源的一个实施方案的剖示图；和
25 图 2 表示具有常规蒸发源的电弧离子喷镀设备的一个例子的剖示图。

图 1 表示本发明电弧型蒸发源的一个实施方案的剖示图。与图 2 所常规设备相同或相当的部件以相同数码表示。此实施方案与常规方案不同之处将在下面重点叙述。

30 本实施方案中采用的电弧型蒸发源 30 附装在真空容器 2 的壁表面上，构成一种电弧离子喷镀设备，如上所述蒸发源朝向基材 6。数码 22 表示上面提到的绝缘体。

电弧型蒸发源 30 有基本上呈柱状的阴极 32，其轴向长度大于其直径；阴极供料装置 48 沿阴极轴 32 轴向向阴极 32 供料（即向着基材 6），如箭头 A 所示；阴极冷却装置 36 以用冷却剂 40 冷却阴极 32 的至少一侧表面；和磁线圈 52 以产生磁通 54，该磁通基本垂直延伸到阴极前端的蒸发表面 33 或从蒸发表面 33 向外延伸。

顺便指出，靠近磁线圈 52 的部件由非磁材料组成，这样不致干扰磁线圈 52 产生的磁通 54。

根据成膜的类型阴极 32 由所需材料（例如金属、合金、碳等等）组成。具体而言，阴极 32 可由，例如金属如 Ti、Cr 等；合金如 Ti-Al 等；碳（C）等组成。

本实施方案中，阴极 32 支撑在支撑轴 46 的前端。阴极供料装置通过此支撑轴 46 向阴极 32 供料。阴极供料装置 48 不限于这种具体结构，而且它可以是手动操作或者动力操作。例如，它可以是手动操作装置，其中手柄与球状螺母相联，后者旋紧到在支撑轴 46 的一部分中形成的滚珠丝杠上。

在本实施方案中，从上面提及的电弧电源 24 通过支撑轴 46 向阴极 32 供电。

在本实施方案中，阴极冷却装置 36 拥有阴极安放容器 38，以安放阴极，并使阴极 32 的蒸发表面 33 暴露在外。冷却剂 40 流入阴极安放容器 38。在此实施方案中，阴极 32 的侧表面和底表面（与蒸发表面 33 相对）可用这股冷却剂 40 冷却。在阴极 32 和支撑轴 46 穿过阴极安放容器 38 的部位装有填料 42 和 44 以防止冷却剂 40 泄漏。在此实施方案中，阴极安放容器 38 经法兰 39 和绝缘体 56 附着于线圈安放容器 50 上。

磁线圈 52 缠绕阴极 32。磁线圈 52 用未示出的 DC 电源激发。图 1 的磁通 54 表示磁线圈 52 所产生的磁通一个例子。本实施方案中，磁线圈 52 安放在线圈安放容器 50 中。线圈安放容器 50 通过本实施方案上面提到的绝缘体 22 附装于上面提到的真空容器 2 上。

在此实施方案中，线圈安放容器 50 和接地的真空容器 2 之间装有电阻器 70。这个电阻器 70 防止阴极 32 和线圈安放容器 50 之间出现电弧放电。这样，电阻器 70 的作用是延伸电弧，即在阴极 32 和真空容器 2 之间产生电弧放电，容器 2 与阴极 32 之间保持有一定的距

离。

其次，在此实施方案中装有吹气装置 58，用于将反应性气体 62 吹到阴极 32 的蒸发表面 33 附近。反应性气体 62 能与阴极 32 的组成材料反应，其结果产生一种化合物。

5 在这个实施方案中，吹气装置 58 拥有气源 60，用于供应反应性气体 62，气体通道 64 穿过线圈安放容器 50 以引入反应性气体 62，一环状部件 66 与这个气体通道 64 相联，并装在线圈安放容器 50 中，并有多数气体出口 68 基本均匀地分散在这个环状部件内，致使其将阴极 32 的蒸发表面 33 封盖。例如，反应性气体 62 含氮、碳、氧等
10 等。更具体说反应性气体 62 可以是氮气。

 这种电弧型蒸发源 30 同时在阴极 32 的蒸发表面 33 和真空容器 2 之间产生电弧放电，致使蒸发表面 33 可被此电弧放电局部熔化。这样，部分电离的阴极材料 34 要从蒸发表面 33 蒸发。其结果，由阴极材料 34 组成的薄膜或由阴极材料 34 和反应性气体（例如反应性气体
15 62）之间的反应生成的化合物组成的薄膜可在放置在蒸发表面 33 对面的基材 6 的表面上形成。

 其次，这种电弧型蒸发源 30 拥有基本上呈柱状的阴极 32，后者的轴向长度大于其直径（换言之，轴向方向上较长）。不仅阴极 32 作成柱状的，其在轴向方向上较长，而且还装有向阴极 32 供料的阴
20 极供装置 48、阴极冷却装置 36，用于冷却阴极 32 的至少一侧表面以及磁线圈 52 用于在阴极 32 的蒸发表面 33 上产生上述磁通 54。其结果，可有效利用阴极 32，因而降低阴极更换的频率。此外，还能在长时间内保持恒定的成膜速度。

 现在详细叙述，按照此电弧型蒸发源 30，磁线圈 52 在阴极 32
25 的蒸发表面 33 上产生上述的磁通 54，致使电弧放电的电弧辉斑可限制在阴极 32 的蒸发表面 33 内。此外，电弧辉斑在蒸发表面 33 内均匀移动，致使蒸发表面 33 能够均匀消耗，在阴极 32 从开始到终结的运行时间内不产生偏移。

 再次，阴极供料装置 48 可根据阴极 32 的消耗向阴极 32 供料。
30 其结果，甚至如果阴极 32 被消耗，阴极 32 的蒸发表面 33 上的磁通量 54 仍能基本保持与开始时相同的恒定值。这同样有助于使蒸发表面 33 均匀消耗。

根据这种电弧型蒸发源 30, 在轴向方向较长的基本上呈柱状的阴极 32 可按上述操作方式得到均匀消耗, 致使多数阴极的有效利用率高于常规蒸发源。例如, 在下面叙述的例中, 阴极 32 的大约 80% (重量) 可得到有效利用。因此, 阴极 32 可有效利用, 并且阴极 32 的更换频率可以降低。

其结果, 更换阴极 32 所需的人力可以减少, 因为阴极 32 的更换频率可以降低。此外, 利用这种电弧型蒸发源 30 的成膜装置的停工频率降低, 致使生产率得到改善。其次, 阴极 32 的废物减少, 致使阴极所需费用可以降低, 特别是在阴极由昂贵材料如 Cr 金属、Ti-Al 合金等组成的情况下, 对降低阴极所需的费用有很大效果。

此外, 由于阴极供料装置 48 可根据阴极 32 的消耗情况向阴极 32 供料, 蒸发表面 33 和基材 6 之间的距离可基本保持固定值, 因此可在长时间内保持恒定的成膜速度。其结果, 成膜速度的重现得到改善, 同时在基材 6 上所形成的膜的厚度的均匀性亦得到提高。

其次, 设置阴极冷却装置 36 以用冷却剂 40 冷却阴极 32 的至少一侧表面。因此, 阴极 32 的蒸发表面 33 可有效而稳定地冷却, 不会受到阴极 32 消耗状况的影响, 甚至在阴极 32 为轴向方向较长的柱状情况下亦是如此。其结果, 蒸发表面 33 的温度升高受到限制, 致使大体积颗粒 (小滴) 不可能在蒸发表面 33 上产生。因此, 表面光滑度高的薄膜 (即光滑度优良的精细薄膜) 可在基材 6 的表面上形成。

像此实施方案中, 当设置有吹气装置 58 的情况下, 在反应性气体 62 被吹入阴极 32 的蒸发表面 33 附近的同时产生电弧放电。其结果, 反应性气体 62 与组成阴极 32 的材料反应, 致使在蒸发表面 33 上生成熔点高于原始阴极材料的化合物。这样, 在蒸发表面 33 上形成大量用于电弧放电的阴极辉斑 (电弧辉斑), 致使大量阴极辉斑分担电弧电流。其结果, 从单个阴极辉斑上蒸发的阴极材如此之精细, 致使大体积颗粒的产生可更加有效地得到限制, 因此可以形成表面平滑度更优良的薄膜。

实施例

拥有阴极 32 结构的电弧型蒸发源 30 附装于图 2 所示的电弧离子喷镀设备上, 阴极 32 由 Cr 组成, 其直径为 64mm, 轴向长度为 150mm, 用此设备实现一种成膜方法。采用高速工具钢作基材 6。即在真空容

器 2 用真空泵抽至约 5×10^{-5} Torr(毛)后, 200sccm 氮气作为反应性
气体 62 由吹气装置 58 供给, 致使真空容器 2 中的压力保持约
20mTorr。在这种状态下, 在电弧型蒸发源 30 中产生电弧放电, 致使
成膜方法实现, 同时电弧电流保持约为 150A。在这个期间, 在基材 6
5 上施加 -200V 偏压。这样, 膜可以 $2\mu\text{m/hr}$ 的速度形成。每次向阴极
32 供料 2mm, 这时实现在基材 6 上经三次形成厚度为 $3\mu\text{m}$ 膜的方法。

其结果, 阴极 32 的大约 80% (重量) 可得到满意的利用。此外,
电弧型蒸发源 30 的操作寿命比常规结构的电弧型蒸发源 12 约长 10
倍, 后者为盘状固定型阴极 14, 其直径为 64mm, 轴向长度 30mm。此
10 外, 在此期间成膜速度可基本保持不变。

由于本发明具有上述的结构, 它有如下特点。

根据本发明, 电弧型蒸发源有基本上呈柱状的阴极, 其轴向长度
大于其直径。不仅阴极呈轴向较长的柱状形式, 而且还装有阴极供料
装置用于向阴极供料、阴极冷却装置用于冷却阴极的至少一侧表面、
15 和磁线圈用于在阴极蒸发表面上产生磁通。其结果, 可使阴极得到有效
利用, 并从而使阴极的更换频率降低, 此外, 还能在长时间内保持
恒定的成膜速度。

其结果, 更换阴极所需的人力可以减少, 因为阴极的更换频率可
以降低。此外, 利用这种电弧型蒸发源的成膜设备的停工频率得到降
20 低, 致使生产率得到改善。其次, 阴极废物减少, 致使阴极所需费用
降低。再次, 由于能在长时间内保持恒定的成膜速度, 成膜的速度的
重现性得到改善, 同时基材上成膜厚度的均匀性亦得到提高。

再次, 由于装有用冷却剂冷却阴极的至少一侧表面的阴极冷却装
置, 阴极的蒸发表面可有效而稳定的冷却, 不受阴极消耗状态的影
25 响, 甚至在基本上呈柱状的阴极其轴向较长的情况下亦是这样。其结
果, 蒸发表面的温度升高受到限制, 致使大体积颗粒不能在蒸发表面
上产生。因此, 能形成表面平滑度优良的薄膜。

再次, 根据本发明, 电弧型蒸发源还拥有吹气装置。其结果, 阴
极蒸发表面上产生的大体积颗粒可以得到更有效的限制。因此能形成
30 表面平滑度优良的薄膜。

说明书附图

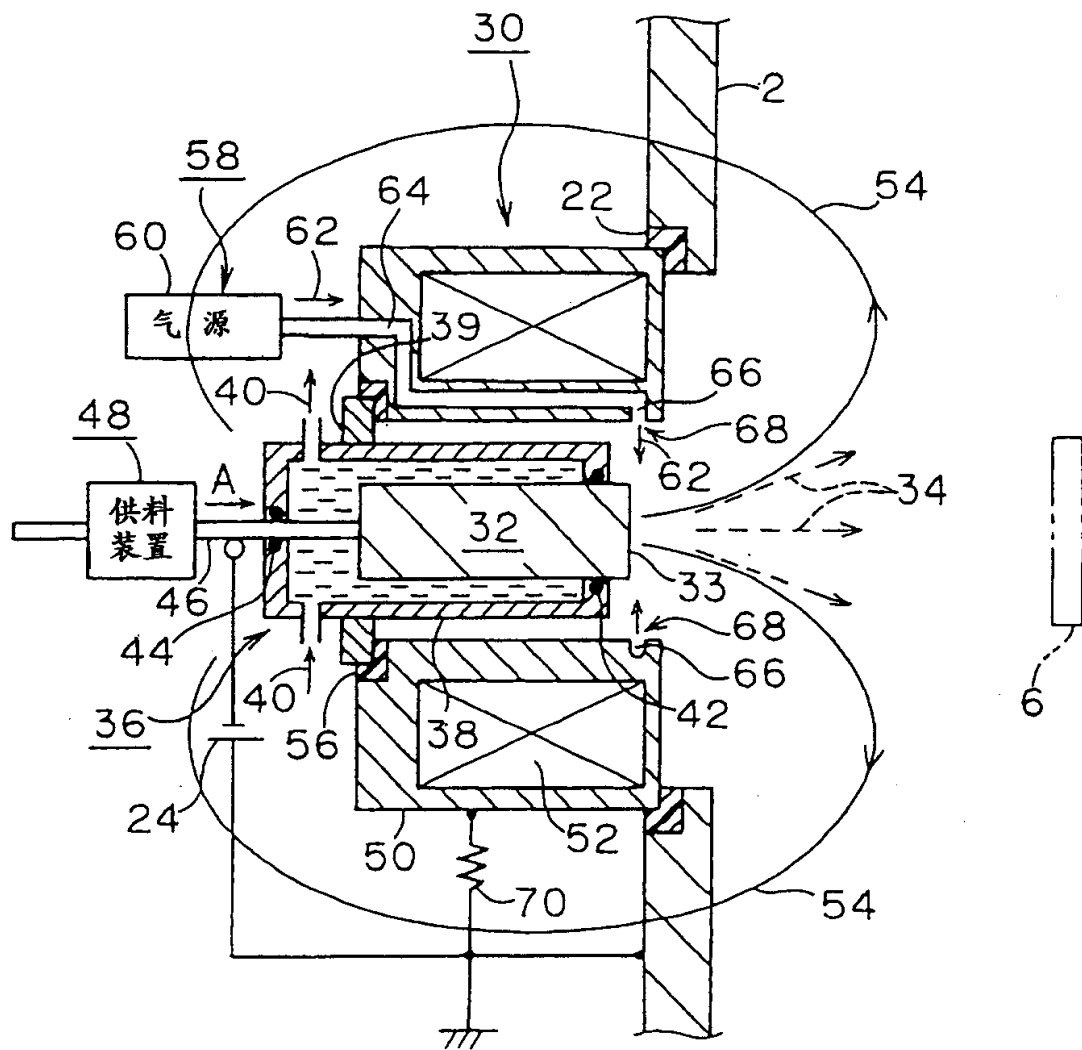


图 1

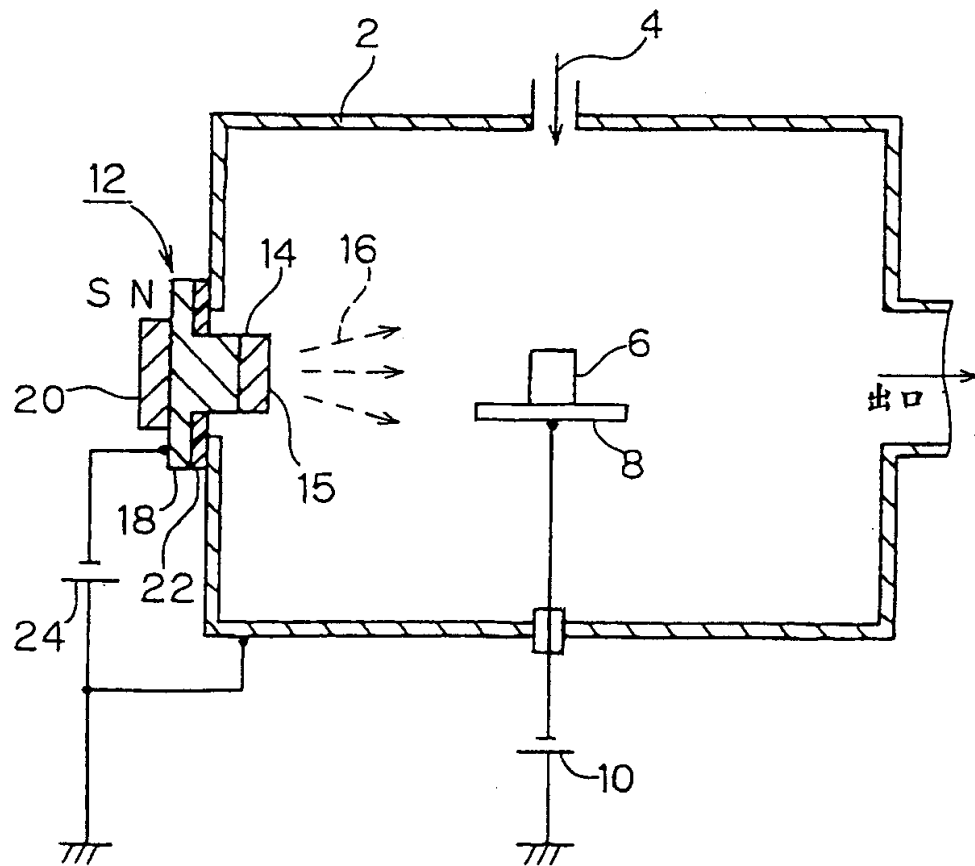


图 2