

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01J 37/32 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200880012612.5

[43] 公开日 2010 年 3 月 31 日

[11] 公开号 CN 101689468A

[22] 申请日 2008.3.11

[21] 申请号 200880012612.5

[30] 优先权

[32] 2007.4.17 [33] EP [31] 07106345.7

[86] 国际申请 PCT/EP2008/052844 2008.3.11

[87] 国际公布 WO2008/125397 德 2008.10.23

[85] 进入国家阶段日期 2009.10.19

[71] 申请人 苏舍梅塔普拉斯有限责任公司

地址 德国贝吉施-格拉德巴赫

[72] 发明人 J·维特

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 肖日松 刘华联

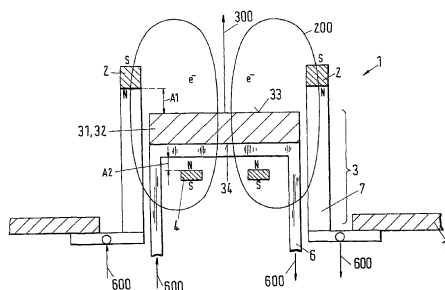
权利要求书 5 页 说明书 14 页 附图 11 页

[54] 发明名称

真空电弧蒸发源及带有真空电弧蒸发源的电极蒸发室

[57] 摘要

本发明涉及一种真空电弧蒸发源(1)，其包括环形的磁场源(2)和阴极体(3)，该阴极体(3)带有作为阴极(32)的蒸发材料(31)以用于在阴极(32)的蒸发表面(33)上产生电弧放电。此处，阴极体(3)沿轴向方向在第一轴向方向上由阴极底部(34)所限定且在第二轴向方向上由蒸发表面(33)所限定，并且，环形的磁场源(2)相对于蒸发表面(33)的面法线(300)平行或反平行地极化并相对于蒸发表面(33)的面法线(300)同心地布置。根据本发明，在背离蒸发表面(33)的一侧以可预定的第二距离(A2)在阴极底部(34)前布置有磁场增强环(4)。本发明还涉及带有电弧蒸发源(1)的电弧蒸发室(10)。



1. 一种真空电弧蒸发源，包括环形的磁场源(2)和阴极体(3)，该阴极体(3)带有作为阴极(32)的蒸发材料(31)，用于在所述阴极(32)的蒸发表面(33)上产生电弧放电，其中，所述阴极体(3)沿轴向方向在第一轴向方向上由阴极底部(34)所限定且在第二轴向方向上由所述蒸发表面(33)所限定，并且，所述环形的磁场源(2)平行或反平行于所述蒸发表面(33)的面法线(300)地极化且同心于所述蒸发表面(33)的面法线(300)地布置，其特征在于，在背离所述蒸发表面(33)的一侧以可预定的第二距离(A2)在所述阴极底部(34)前布置有磁场增强环(4)。

2. 根据权利要求 1 所述的真空电弧蒸发源，其特征在于，所述磁场源(2)如此地同心于所述蒸发表面(33)的面法线(300)地布置，即，使得所述蒸发表面(33)位于所述磁场源(2)的北极与南极之间。

3. 根据权利要求 1 所述的真空电弧蒸发源，其特征在于，所述磁场源(2)在所述阴极体(3)的背离所述阴极底部(34)的一侧以可预定的第一距离(A1)与所述蒸发表面(33)间隔开。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的真空电弧蒸发源，其特征在于，所述磁场增强环(4)平行或反平行于所述面法线(300)地极化，并且/或者，同心于所述面法线(300)地布置。

5. 根据前述权利要求 2 中任一项所述的真空电弧蒸发源，其特征在于，所述磁场增强环(4)的内直径(DI)为所述阴极(32)的直径的大约 3%，尤其达 10%，优选地达 15%，特别地直至 50%。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的真空电弧蒸发源，其特征在于，所述磁场增强环(4)的宽度(B)为所述阴极(32)的直径的大约 2%，尤其达 5%，优选地达 10%。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的真空电弧蒸发源，其特征在于，在背离所述蒸发表面(33)的一侧以可预定的第三距离(A3)在所述阴极底部(34)前布置有至少一个磁修正环(5)。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的真空电弧蒸发源, 其特征在于, 所述磁修正环(5)平行或反平行于所述面法线(300)地极化, 并且/或者, 同心于所述面法线(300)地布置。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的真空电弧蒸发源, 其特征在于, 所述磁场增强环(4)和/或所述磁修正环(5)非同心于所述面法线(300)地指向, 并且/或者, 所述磁场增强环(4)和/或所述磁修正环(5)具有非圆形的横截面。

10. 根据前述权利要求中任一项所述的真空电弧蒸发源, 其特征在于, 所述第一距离(A1)和/或所述第二距离(A2)和/或所述第三距离(A3)可被调整, 尤其是可依赖于所述蒸发材料(31)和/或所述阴极(32)的灼蚀状态和/或依赖于所述真空电弧蒸发源的其它运行参数而被控制和/或调节。

11. 根据前述权利要求中任一项所述的真空电弧蒸发源, 其特征在于, 所述第一距离(A1)和/或所述第二距离(A2)和/或所述第三距离(A3)处于 0 至 200mm 的范围中。

12. 根据前述权利要求中任一项所述的真空电弧蒸发源, 其特征在于, 所述环形的磁场源(2)和/或所述磁场增强环(4)和/或所述磁修正环(5)包括多个平行于所述面法线(300)而指向的永磁体(20, 40, 50)。

13. 根据前述权利要求中任一项所述的真空电弧蒸发源, 其特征在于, 所述环形的磁场源(2)和/或所述磁场增强环(4)和/或所述磁修正环(5)包括环形磁体。

14. 根据前述权利要求中任一项所述的真空电弧蒸发源, 其特征在于, 所述环形的磁场源(2)和/或所述磁场增强环(4)和/或所述磁修正环(5)包括电磁体。

15. 根据前述权利要求中任一项所述的真空电弧蒸发源, 其特征在于, 所述环形的磁场源(2)的磁场强度和/或所述磁场增强环(4)的磁场强度和/或所述磁修正环(5)的磁场强度可被改变且/或可被控制且/或可被调节, 尤其是可依赖于所述蒸发材料(31)和/或所述阴极(32)的

灼蚀状态和/或依赖于所述真空电弧蒸发源的其它运行参数而被控制和/或调节。

16. 根据权利要求 15 所述的真空电弧蒸发源, 其特征在于, 可通过控制和/或调节经过所述环形的磁场源(2)的和/或所述磁场增强环(4)的和/或所述磁修正环(5)的电磁体的电流而控制和/或调节所述磁场强度。

17. 根据权利要求 15 或 16 所述的真空电弧蒸发源, 其特征在于, 可通过更换所述环形磁体和/或通过附加的环形磁体和/或通过移去所述环形的磁场源(2)的和/或所述磁场增强环(4)的和/或所述磁修正环(5)的环形磁体而调整所述磁场强度。

18. 根据权利要求 15 至 17 中任一项所述的真空电弧蒸发源, 其特征在于, 可通过改变所述环形的磁场源(2)的和/或所述磁场增强环(4)的和/或所述磁修正环(5)的多个平行于所述面法线(300)而指向的永磁体(20, 40, 50)的数目而调整所述磁场强度。

19. 根据前述权利要求中任一项所述的真空电弧蒸发源, 其特征在于, 所述环形的磁场源(2)和/或所述磁场增强环(4)和/或所述磁修正环(5)关于所述面法线(300)同样地极化。

20. 根据前述权利要求中任一项所述的真空电弧蒸发源, 其特征在于, 所述环形的磁场源(2)和/或所述磁场增强环(4)和/或所述磁修正环(5)关于所述面法线(300)相反地极化。

21. 根据前述权利要求中任一项所述的真空电弧蒸发源, 其特征在于, 为冷却所述电弧蒸发源而设置有冷却系统(6), 尤其是水冷却器(6)。

22. 根据前述权利要求中任一项所述的真空电弧蒸发源, 其特征在于, 所述环形的磁场源(2)和/或所述磁场增强环(4)和/或所述磁修正环(5)包括高温磁体, 尤其是由 SmCo 制成的高温磁体。

23. 根据前述权利要求中任一项所述的真空电弧蒸发源, 其特征在于, 所述环形的磁场源(2)布置在支撑块(7)处, 尤其是布置在由铜

制成的支撑块(7)处,并且,为了限制至所述阴极(32)的蒸发表面(33)上的电弧放电而在所述支撑块(7)与所述阴极(32)之间设置有BN绝缘体(8)。

24. 根据前述权利要求中任一项所述的真空电弧蒸发源,其特征在于,所述支撑块(7)包括主阳极(9)以用于所述电弧放电的点燃及维持。

25. 根据权利要求24所述的真空电弧蒸发源,其特征在于,所述主阳极(9)相对于所述支撑块(7)电绝缘。

26. 根据权利要求23至25所述的真空电弧蒸发源,其特征在于,所述BN绝缘体(8)与所述阴极(32)处于触碰式接触中以用于所述电弧放电的点燃及维持。

27. 根据前述权利要求中任一项所述的真空电弧蒸发源,其特征在于,所述电弧蒸发源包括可摆动的触发装置(14)以用于所述电弧放电的点燃,所述触发装置(14)尤其布置成可线性移动和/或可转动。

28. 一种电弧蒸发室,其包括根据权利要求1至27中任一项所述的真空电弧蒸发源(1)。

29. 根据权利要求28所述的电弧蒸发室,其特征在于,所述真空电弧蒸发源(1)的阴极体(3)和所述电弧蒸发室与电能量供应单元(11)相连接,并且,所述电弧蒸发室以电的方式作为相对于所述阴极体(3)的阳极而被接通。

30. 根据权利要求28所述的电弧蒸发室,其特征在于,所述电弧蒸发室通过电阻器(12)与主阳极(9)电连接,该主阳极(9)与所述支撑块(7)电绝缘。

31. 根据权利要求29所述的电弧蒸发室,其特征在于,与所述支撑块(7)电绝缘的主阳极(9)与电辅助供应单元(13)的正极相连接而所述电弧蒸发室与所述电辅助供应单元(13)的负极相连接。

32. 根据权利要求29至31中任一项所述的电弧蒸发室,其特征在于,所述电能量供应单元(11)和/或所述电辅助供应单元(13)为直

流电源。

33. 根据权利要求 29 至 32 中任一项所述的电弧蒸发室，其特征在于，所述电能量供应单元(11)和/或所述电辅助供应单元(13)为脉冲式电源。

真空电弧蒸发源及带有真空电弧蒸发源的电弧蒸发室

本发明涉及根据独立权利要求 1 和 24 的前序部分所述的真空电弧蒸发源(Vakuum Lichtbogenverdampfungsquelle)及带有真空电弧蒸发源的电弧蒸发室(Lichtbogenverdampfungskammer)。

从现有技术中可了解到许多真空电弧蒸发装置,在这些电弧蒸发装置中,电弧放电(Lichtbogenentladung)利用构造成阴极的蒸发材料在真空室内产生,由此,蒸发材料通过电弧的能量蒸发,并全部或部分电离,以便在基底上沉积薄的膜。

此处,以这种方式沉积的膜可实现完全不同的功能。其可以达到纯粹的装饰目的,防止磨损或腐蚀,或屏蔽工件的表面以防大的热影响。通常,借助于电弧蒸发而施加的层可同时完成两种或更多种通常不相同的功能。相应地,施加相同或不同成分的多层的层系统长期以来也是已知的。

因此,(例如)在文件 DD 293 145 中公开了用于制造多组分层的方法和设备,在这种方法和设备中使用包括多个工作面的阴极,可随位置及随时间变化的磁场被提供到该工作面处,从而相应于所需的层成分而将阴极焦点强制到不同的工作面上。

与之类似的方法及相应的设备示出在文件 DD 285 463 中,用于确保阴极更均匀地灼蚀(Abbrennen),其例如地同样可在施加简单的单层的层系统时有利地被使用。

不论是施加单层的还是多层的层系统,由现有技术中已知的所有这种及类似的真空电弧蒸发装置具有不同的重大的缺点。

那么,在已知的电弧蒸发器中,不可避免地形成直径达数微米或更大的熔化颗粒,其显著大于实际所需的蒸发及电离的小颗粒。这些显著更大的颗粒然后会混合到层或薄膜中,这会导致膜的表面结构、

强度、粘附强度、摩擦特性等等的恶化，并对于单层或多层的层而言可能导致所施加的层中的非均匀的成分。

为了避免这一点，(例如)在文件 JP 2 194 167 中提出了，将相对于蒸发表面同轴的带有空气芯的线圈布置在蒸发表面与基底之间。由此，等离子体中的电子被强制绕着由线圈产生的磁力线并沿着力线流动(在其执行转动运动期间)，以使得等离子体到达基底。然而，该感应作用自然无法作用到中性的熔化颗粒上。该组件的另一个重大的缺点在于，线圈布置在基底与蒸发表面之间的中间位置中，这导致，由线圈产生的磁场相对于蒸发表面沿径向指向内。其结果是电弧被引导趋于更靠近阴极中心，从而使得阴极不均匀地消耗。此外，可能在特定的情况下(例如为了制造多层的层或复杂成分的层)附加地布置在室中的其它的蒸发源由于该磁线圈而受到不利影响，这当然会导致非所期望的效果。

为此，在欧洲专利申请 EP 0 495 447 中提出了在阴极体(Kathodenkoerper)后侧上设置附加的磁场源，该磁场源耦接在电机处，以使得由该附加的磁场源产生的磁场可随空间及时间变化，从而电弧可有针对性地在蒸发表面上被引导，并可由此(例如)确保阴极均匀地灼蚀。该组件的缺点是显然的，即，其设计在构造、运行及保养方面非常昂贵。此外，同样还产生漏磁场，该漏磁场此外也随空间和时间而变化，并可能使相邻的蒸发阴极受到非所期望的影响。

为了解决现有技术中已知的这些问题，在文件 DE 600 19 821 中提出了如此地布置环形的磁场发生源，即，环形的磁场发生源围绕着蒸发材料且蒸发表面设置于磁场发生源的北极与南极之间。为此，两个磁场发生源(一个内磁场发生源和一个外磁场发生源)围绕着电弧放电电源编组。此处，磁场发生源的磁力线应当以相对于法线的 $\pm 30^\circ$ 的角度与蒸发表面相交。

在此优选在蒸发阴极的背离(abgewandeten)蒸发表面的一侧上在阴极体下侧在中心处设置盘形的磁场源，由此，环形磁场发生源的磁

场线应当如此地改变，即，使得电弧如此地在蒸发表面上被引导，即，使得蒸发表面的非均匀的消蚀可被防止。然而，经验表明，磁体在中心中的定位会造成恰在阴极表面中心中的场增强。

由于其结构的原因而决定了系统是非柔性的。这就是说，尤其是当使用永久磁源时，场强及在阴极处的场强分布实际上不再可被改变。因此，系统无法与例如由于相邻的磁源而带来的外部的影响相匹配，无法与电弧中的不同电流密度相匹配，无法与不同的阴极材料或其它的确定阴极处的灼蚀过程或涂覆过程的影响因素相匹配。

因此，本发明的任务在于提供改进的真空电弧蒸发源及改进的电弧蒸发室，该电弧蒸发室尤其地实现了在朝向基底的方向上的磁场增强，同时保证了内阴极表面处的磁场的增强，以使得一方面可实现关于阴极灼蚀的均匀的进程并实现阴极表面处的磁场的有利的分布，从而使得电弧最佳的加速成为可能。

此处，应当避免阴极表面的中心中的过度的场增强。

此处，改进的系统同时应在关于磁场几何形状的改变的可能性方面非常有柔性，以使得，在任何时候，电弧蒸发源和/或配备有该电弧蒸发源的电弧蒸发室都可以简单且经济的方式优化地匹配于变化的要求。

本发明的实现该目的的主题通过独立权利要求 1 和 24 的特征来表述。

相应的从属权利要求涉及本发明的尤其有利的实施例。

由此，本发明涉及一种真空电弧蒸发源，其包括环形的磁场源和阴极体，阴极体带有作为阴极的蒸发材料以用于在阴极的蒸发表面上产生电弧放电。此处，阴极体沿轴向方向在第一轴向方向上由阴极底部(Kathodenboden)所限定而在第二轴向方向上由蒸发表面所限定，并且，环形的磁场源平行或反平行于(parallel oder antiparallel zu)蒸发表面的面法线(Flächennormalen)地极化且同心于蒸发表面的面法线地

布置。根据本发明，磁场增强环在背离蒸发表面的一侧上以可预定的第二距离布置在阴极底部前。

由此，对于本发明而言重要的是，在背离蒸发表面的一侧上的磁场增强环与布置在蒸发表面的区域中的环形的磁场源的组合。

此处，磁场源可如此地相对于蒸发表面的面法线同心地布置，即，使得蒸发表面位于磁场源的北极与南极之间。也就是说，在一种相当特殊的实施例，环形的磁场源(例如)如此地包围着阴极的蒸发表面，即，使得蒸发表面具有与至环形磁场源的北极的距离几乎一样的至环形磁场源的南极的距离。

然而，在一种对于实践而言非常重要的实施例，环形的磁场源在阴极体的背离阴极底部的一侧上以可预定的第一距离与蒸发表面间隔开。

换言之，已经令人惊奇地表明，如果蒸发表面不布置在环形磁场源的北极与南极之间，而是以可预定的距离与磁场源间隔开，则在阴极体的区域中，尤其是在蒸发表面的区域中，可获得甚至更优化的场分布(Feldverteilung)。尽管如此，还是可给出一定的特殊的应用实例，在这些实例中，蒸发表面优选地布置在环形的磁场源的北极与南极之间。

对于大多数应用而言，已经令人惊奇地表明，如果一方面蒸发表面不布置在环形磁场源的北极与南极之间，而是以可预定的距离与其间隔开，并且另一方面，作为布置在阴极体下方的中部中的已知的盘形磁场源的代替，设置有环形的磁场增强环，则在阴极体的区域中，尤其是在蒸发表面的区域中，可获得最佳的场分布。其并不表现出由现有技术中已知的缺点。

通过根据本发明的布置，尤其在阴极的中部的区域中，产生了与现有技术相比明显更均匀的场。由此可实现，阴极非常均匀地被消耗，也就是说，在整个蒸发面上均匀地灼蚀，其中，同时地，该积极效应不会有害地影响平行于蒸发器表面的磁场部件(该磁场部件主要起到

使电弧运动加速的作用)。这意味着,通过根据本发明的布置,最终可显著改善电弧在蒸发表面上的引导,这尤其将导致阴极的均匀得多的灼蚀以及显著地更好的涂覆效果。

另外,同时地,朝基底的方向上的磁场被提升,在基底的涂覆中,这将最终对涂覆质量产生非常正面的影响。

这一点通过将磁场源定位成在阴极表面中或在朝基底的方向上与其相距一定距离而实现。

另外,根据本发明的电弧蒸发源或电弧蒸发室由于其结构的原因非常有柔性。这意味着,即便是使用永久磁源时,场强及阴极处的场强分布也可非常简单地被改变。因此,根据本发明的系统可很容易地匹配于外部影响的变化(例如由于相邻的磁源)、匹配于电弧中的不同的电流密度、匹配于不同的阴极材料、或者匹配于其它的确定阴极处的灼蚀过程和/或涂覆过程的影响。

此处,根据本发明的电弧蒸发源的模块化的结构方式尤其有利。也就是说,根据本发明的电弧蒸发源优选地包括内磁体的分开的系统和带有第二磁系统的蒸发基板,以使得磁系统可单独地且彼此独立地被操纵或改变或更换。

在一种有利的实施例,磁场增强环相对于面法线平行或反平行地极化,并且/或者相对于面法线同心地布置。

在一种对于实践尤其重要的实施例,除了磁场增强环之外,至少一个磁修正环(Korrekturring)在背离蒸发表面的一侧以可预定的第三距离布置在阴极底部前。通过磁修正环可对磁场分布的几何形状进行精细调整,以使得即使在复杂的情况下也可确保电弧在蒸发表面上的优化的引导。

可理解的是,视所期望的磁场分布或磁场曲线(Magnetfeldverlaufs)的空间分布而定,磁修正环可相对于面法线而平行或反平行地极化,并且/或者优选地相对于面法线同心地布置。

对于一定的特殊应用场合,还可行的是,磁场增强环和/或磁修正

环不是同心于面法线地指向，并且/或者，磁场增强环和/或磁修正环具有非圆形的横截面。利用这种布置可在阴极体的区域中构造出高度复杂的磁场几何形状，使得(例如)当涂覆多个基底时，磁场可在朝不同的基底方向具有不同的强度，以使得不同的基底可在不同的条件下同时地由同一个源所涂覆。或者，例如地，当阴极包括带有不同的涂覆材料的不同区域以使得蒸发表面上的电弧的相应复杂的引导成为必须时，其可有利地被使用。

同样对于实践非常重要是根据本发明的真空电弧蒸发源的这样的实施例——在这些实施例中，第一距离和/或第二距离和/或第三距离可被调整(einstellbar)，尤其是可依赖于蒸发材料和/或阴极的灼蚀状态(Abbrandzustand)和/或依赖于真空电弧蒸发源的其它运行参数而被控制(steuerbar)和/或被调节(regelbar)，由此，真空电弧蒸发源可在关于所有可能的运行状态和工艺方法要求方面获得迄今为止尚未知的柔性。

此处，第一距离和/或第二距离和/或第三距离可优选地处于从0mm至200mm的范围内。如以上已经提到的，在此，对于本发明重要的是，蒸发表面不直接位于所使用的磁场源中的一个的北极与南极之间，因为这样无法获得根据本发明的优化的场分布的几何形状。

此处，以上已经详细介绍的不同的磁场源可通过不同的设计而具体地实现。在一种尤其优选的实施例中，环形的磁场源和/或磁场增强环和/或磁修正环可包括多个大致平行于面法线地指向的永磁体。在此，大致平行是指，蒸发表面的面法线与永磁体的极化方向之间的角度(例如)在 0° 和 20° 之间，然而优选地为 0° 。

此处，环形的磁场源和/或磁场增强环和/或磁修正环还可包括这样的环形磁体(Ringmagneten)，该环形磁体优选地大致平行于蒸发表面的面法线而极化。

在另一实施例中，环形的磁场源和/或磁场增强环和/或磁修正环可包括电磁体(Elektromagneten)。当使用电磁体时，磁场线的强度和

几何形状自然可尤其有柔性地匹配于特定的要求。

在对于实践非常重要的不同的实施例中，普遍地，环形的磁场源的磁场强度和/或磁场增强环的磁场强度和/或磁修正环的磁场强度可被改变和/或控制和/或调节，尤其是可依赖于蒸发材料和/或阴极的灼蚀状态和/或依赖于真空电弧蒸发源的其它运行参数而被调整和/或控制和/或调节。

视特定的应用而定，磁场强度在此可通过控制和/或调节穿过环形磁场源的电磁体和/或磁场增强环的电磁体和/或磁修正环的电磁体的电流而被控制和/或调节。

如果使用环形磁体，则磁场强度可通过更换环形磁体和/或通过附加的环形磁体和/或通过移去环形的磁场源的和/或磁场增强环的和/或磁修正环的环形磁体而被调整。

对于许多实际应用而言，这样的根据本发明的实施例已经证明是尤其有利的，在这些实施例中，磁场强度可通过改变环形的磁场源的和/或磁场增强环的和/或磁修正环的多个平行于面法线而指向的永磁体的数目而被调整。

就不同的磁场源的磁极化方向而言，环形的磁场源和/或磁场增强环和/或磁修正环可相对于面法线同样地(gleichartig)极化，或在其它情况下，环形的磁场源和/或磁场增强环和/或磁修正环可相对于面法线相反地(entgegengesetzt)极化。

如从现有技术中已知的，为了冷却电弧蒸发源优选地而设置有冷却系统，尤其是水冷却器(Wasserkuehlung)。

环形的磁场源和/或磁场增强环和/或磁修正环尤其可包括高温磁体(Hochtemperaturmagneten)，尤其是包括由 SmCo 制成的高温磁体，以使得，利用电弧蒸发源可获得显著更高的运行温度，或可以较低的冷却功率在蒸发阴极处进行加工。在特殊情况下，甚至可省去冷却器。

环形的磁场源优选地以已知的方式布置在支撑块(Traegerblock)处，尤其是布置在由铜制成的支撑块处，并且，为了限制至阴极的蒸

发表面上的电弧放电，在支撑块与阴极之间设置有 BN 绝缘体。

此处，支撑块可包括主阳极(primaere Anode)以用于电弧放电的点燃和维持，其中，主阴极可相对于支撑块电绝缘；然而，在其它实施例中，主阳极并非必须强制地相对于支撑块电绝缘。

为了电弧放电的点燃和维持，BN 绝缘体可处于与阴极的触碰式接触(beruehrendem Kontakt)中，这是由现有技术已知的布置。

为了达到改进的电弧的点燃，电弧蒸发源可包括可摆动的触发装置(Triggereinrichtung)以用于电弧放电的点燃，该触发装置尤其可线性地移动和/或可转动地布置。

本发明还涉及一种电弧蒸发室，该电弧蒸发室包括如以上已描述且在下文中将借助于附图继续详细描述的电弧蒸发源。

如在原理上由现有技术已知，根据本发明的真空电弧蒸发源的阴极体及电弧蒸发室本身可与电能量供应单元(elektischen Energieversorgungseinheit)相连接，其中，电弧蒸发室在电气方面作为相对于阴极的阳极而被接通。

电弧蒸发室还可以本领域技术人员已知的方式经由电阻器与主阳极电连接(该主阳极与支撑块电绝缘)，或者，与支撑块电绝缘的主阳极与电辅助供应单元(elektischen Hilfsversorgungseinheit)的正极相连接，其中，电弧蒸发室与该电辅助供应单元的负极相连接。

此处，电能量供应单元和/或电辅助供应单元可为直流电源(elektische Gleichspannungs-Energiequelle)，其中，在另外的实施例中，电能量供应单元和/或电辅助供应单元同样可例如为脉冲式电源(gepulste elektische Energiequelle)或任何其它合适的电源。

在持续的 DC 运行中，用于根据本发明的电弧源的运行的通常的参数为在 10-600V 的范围内的能量源的运行电压以及在 30 至 500A 的范围内的电流。如果利用脉冲式放电来工作，则可如此地提供达若干千安培(einigen 1000A)的脉冲电流，即，该源的冷却器仍然足以对在时间上被平均的能量进行冷却散发。能量源的脉冲频率可位于几赫兹

(einigen Hz)至几十千赫兹(einigen 10kHz)的范围中。辅助源在类似的参数下运行。

工作压力(蒸发器在该工作压力下被使用)为从高真空(Hochvakuum)直到 50Pa。

以下将借助于附图对本发明进一步说明。其中:

图 1 显示了根据本发明的真空电弧蒸发源的第一实施例,
图 2a 显示了带有多个永磁体的真空电弧蒸发源的后视图,
图 2b 显示了根据图 2a 沿着截面线 I-I 的截面,
图 3 显示了带有磁修正环的真空电弧蒸发源的根据本发明的实施例,
图 4 显示了带有多个永磁体的根据图 3 的另一个实施例的后视图,
图 5 显示了带有 BN 绝缘体的实施例,
图 6 显示了带有可摆动的触发装置的电弧蒸发室,
图 7 显示了带有绝缘的主阳极和电阻器的电弧蒸发室,
图 8 显示了带有辅助供应单元的根据图 8 的实施例,
图 9 显示了带有多个电弧蒸发源的第一电弧蒸发室,
图 10 显示了带有多个电弧蒸发源的第二电弧蒸发室。

在图 1 中,真空电弧蒸发源(以下在整体上用参考标号 1 表示)的第一简单的实施例在装配在根据本发明的电弧蒸发室的状态下示意地显示截面中。

根据本发明的真空电弧蒸发源 1 包括环形的磁场源 2 和阴极体 3,该阴极体 3 带有作为阴极 32 的蒸发材料 31 以用于在阴极 32 的蒸发表面 33 上产生电弧放电。阴极体 3 沿轴向方向在第一轴向方向上由阴极底部 34 所限定且在第二轴向方向上由蒸发表面 33 所限定。环形的磁场源 2 相对于蒸发表面 33 的面法线 300 平行或反平行地极化,并相对于蒸发表面 33 的面法线 300 同心地在背离阴极底部 34 的一侧以可预定的第一距离 A1 与阴极体 3 间隔开。根据本发明,磁场增强

环 4 在背离蒸发表面 33 的一侧以可预定的第二距离 A2 布置在阴极底部 34 前。

此处，磁场增强环 4 的内直径 DI 为阴极 32 的直径的大约 3%，尤其是达 10%，优选地达 15%，特别地达 50%或大于 50%。因此，如果(例如)使用带有为 100mm 的直径的阴极 32，则磁场增强环 4 的内直径 DI 为(例如)3mm，尤其是达 10mm，优选地达 15mm，特别地达 50mm 或更大。

磁场增强环 4 的宽度 B 可为阴极 32 的直径的大约 2%，尤其是可达 5%，优选地可达 10%或大于 10%。因此，如果阴极 32 的直径还为 100mm，则磁场增强环 4 的宽度 B 可为(例如)2mm，尤其是可达 5mm，优选地可达 10mm 或更大。

此处，磁增强环 4 具体的几何形状可依赖于对具体涂覆任务、涂覆组件几何形状和/或尺寸的特定要求、阴极材料或依赖于其它影响涂覆过程的参量。

此处，真空电弧蒸发源以已知的方式装入电弧蒸发室 10 中，并设有冷却系统 6 以用于冷却，如箭头 600 所示，冷却水 600 穿过该冷却系统 6 以用于冷却。由环形的磁场源 2 和磁增强环 4 共同产生的磁场通过磁场线 200 在相当简化的示意图中象征性地表示，其并不重现实际的磁场的几何形状且其例如地影响电子 e^- 的运动。

在图 2a 中显示了后视图，也就是真空电弧蒸发源 1 的阴极底部 34 的平面图，在其中，磁增强环 4 主要由多个永磁体 40 构成。在此，磁场增强环 4 的永磁体 40 在远离蒸发表面 33 的一侧以可预定的第二距离 A2 布置在阴极底部 34 前，并就其磁极化而言大致平行于或反平行于面法线 300 而指向。可理解，例如地，所有的永磁体 40 关于面法线 300 或者都平行地指向或者都反平行地指向，或者，永磁体 40 中的一部分关于面法线 300 平行地指向而永磁体 40 中的另一部分关于面法线 300 反平行地指向，以便(例如)在阴极体 3 的区域中实现特殊的磁场几何形状。

由此还可理解, 磁场增强环 4 和/或磁修正环 5 和/或磁场源 2 可例如由铁素体的(ferritischen)环或铁磁体的(ferromagnetischen)环或非磁性的环形成, 其上布置有(例如)平行于面法线 300 而指向的多个永磁体(20, 40, 50), 并且显然, 该铁素体的环或铁磁体的环或非磁性的环也可被省去。

在一种对于实践而言重要的实施例中, 磁增强环 4(例如)由铁素体的环形成, 在该铁素体的环上间隔 120° 地布置有三个永磁体 40。

显然, 以上所述还适用于环形的磁场源 2 的永磁体 20 和磁修正环 5 的永磁体 50 的可能的布置, 这一点将在下面进一步详细地描述。

为了进行说明, 在图 2b 中显示了沿着截面线 I-I 穿过根据图 2a 的阴极体 3 的截面。可看到的是同心于面法线 300 而直接布置在蒸发表面 33 上方的环形的磁场源 2。在图 2b 的实例中, 环形的磁场源 2 为环形磁体 2。可理解, 在其它实施例中, 环形磁体 2 还可由多个单独的环形磁体 2 形成, 并且/或者由多个永磁体 20 所形成, 并且/或者通过电磁体 2 来实现。

磁场增强环 4 包括磁性的或非磁性的支撑环 400, 永磁体 40 优选地可分离地设置于该磁性支撑环或非磁性支撑环 400 中以使得这些永磁体 40 可易于更换, 或者永磁体 40 的总数目可根据需要而改变, 从而使得由磁场增强环 4 引起的磁场的强度和/或几何形状可非常简单地被改变。

在图 3 中部分地在截面中显示了另一对于实践尤其重要的、带有磁修正环 5 的真空电弧蒸发源 1 的根据本发明的实施例。环形的磁场源 2 以距离 A1 与阴极 3 的蒸发表面 33 间隔开。磁修正环 5 以距离 A2 被置于在一定程度上比磁增强环 4 更靠近阴极底部 34 的位置处, 磁增强环 4 以一定程度上更大的距离 A3 与阴极底部 34 间隔开。此处, 还存在有未进一步示出的本领域技术人员已知的手段, 其确保了可根据需要以适当的方式改变距离 A1, A2 和 A3。

在图 3 的实例中, 磁场源 2、磁场增强环 4 和磁修正环 5 关于面

法线 300 按同一方向磁极化。可理解, 以上所提到的磁环在其它实施例中可关于面法线 300 以任何其它合适的组合来布置。这一点可根据要求而改变, 并且(例如)由所使用的磁体 2, 4, 5 的相对强度所确定和/或由相对于阴极体 3 特殊的几何布置或由其它仪器方面或方法技术方面的规定所确定。

图 4 显示了根据图 3 的另一个实施例的后视图, 在该实施例中, 磁增强环 4 和磁修正环 5 由多个永磁体 40, 50 形成。在图 4 的实例中, 磁增强环 4 和磁修正环 5 具有至阴极底板 34 的相等的距离。

在图 5 中示意地显示了一个实施例, 在该实施例中, 阳极 9 通过 BN-绝缘体, 也就是说, 通过这样的电绝缘层——作为主要成分, 该电绝缘层包含氮化硼(即 BN)——相对于导电的支撑块 7 电绝缘, 该支撑块 7 可(例如)由铜制成。带有 BN 层的这种布置是已知的, 并且主要用于在运行状态中防止至阳极 9 和/或支撑块 7 上的电弧的串扰(Uebersprechen)。此处, 阳极 9 可在涂覆过程中用于电弧的点燃及维持。

在图 6 的实施例中示意地显示了带有可摆动的触发装置 14 的电弧蒸发室 10, 在其中, 触发装置 14 作为与处于负电位上的阴极体 3 相对的阳极电接通至正电位上。触发装置 14 以已知的方式用于电弧的点燃及维持, 并且既可如箭头 141 所示绕着转动轴线摆动, 又可沿着箭头 142 线性地在至蒸发表面 33 的距离方面进行改变。

图 7 和图 8 分别显示了带有绝缘的主阳极的根据本发明的电弧蒸发室的实施例。电弧蒸发室 10 在两个实例中均与能量供应单元 11 的正极相连接, 而阴极体 3 与能量供应单元 11 的负极相连接。也就是说, 电弧蒸发室 10 相对于阴极体 3 而言作为阳极电接通。

阳极 9 相应地实施成与支撑块 7 电绝缘的主阳极 9。此处, 在图 7 的实例中, 主阳极 9 通过电阻器 12 与电弧蒸发室 10 电耦接, 而在图 8 的实例中, 主阳极 9 通过辅助供应单元 13 以已知的所显示的方式与电弧蒸发室 10 相耦接。

对于支撑块 7、能量供应单元 11 及主阳极 9 的这种类型的电气布置而言重要的是，在电弧蒸发室 10 与阳极 9 之间建立电势分离(Potentialtrennung)，使得可获得主阳极 9 和第二阳极，其中，第二阳极由电弧蒸发室 10 本身形成。

可理解，主阳极 9 与电弧蒸发室 10 之间的电势分离同样可如此实现，即，辅助供应单元 13 或电阻器 12 布置在支撑块 7 与电弧蒸发室 12 之间，其中，主阳极 9 与支撑块 7 处于电连接的状态，或者支撑块 7 形成阳极 9 或直接地包括阳极 9。

此处，电弧蒸发室 10 与真空电弧蒸发源 9 之间的电路的理论基础及实践基础对于本领域技术人员而言是已知的，因此无需在这一点上进一步详细地描述。

在图 9 和图 10 中示范性地显示了根据本发明的电弧蒸发室 10 的另两个特殊的实施例，它们对于实践尤其重要。此处，当多个蒸发器安装到电弧蒸发室 10 中时，尤其对用于这种情况的各个蒸发器的极性布置进行示范性的描述。

借助于图 9 和图 10 可尤其直观地说明在多个电弧蒸发源 1 存在于同一个电弧蒸发室 10 中的情况下磁场线之间的相互作用。视对具体的涂覆任务的要求而定，根据图 9 或根据图 10 的变型可(例如)为更适合的。可理解，根据本发明的电弧蒸发源 1 在电弧蒸发室 10 中的其它布置自然也被本发明所涵盖。

图 9 显示了带有第一蒸发室 10 的布置，该第一蒸发室 10 带有多个电弧蒸发源 1，其导致横穿电弧蒸发室 10 的、相对放置的电弧蒸发源 1 的场增强。根据附图彼此叠放的电弧蒸发源 1 优选地就其极性而言交替地布置。由于带有交替的极性(例如 N-极对着 S-极放置)的磁场源 2 的布置，磁场线横穿电弧蒸发室 10 而闭合。这导致了待涂覆基底附近的活性气体(Reaktivgasen)的激励的有利的影响，为了清晰起见，这一点并未显示在图 9 和图 10 中。通过图 9 的布置，待涂覆基底附近的活性气体的激励可正面地影响层的增长(Schichtwachstum)。

图 10 显示了带有多个电弧蒸发源 1 的电弧蒸发室 10 的另一个变型。此处,蒸发器 1 位于围绕着室 10 的平面中。交互的(wechselseitige)布置导致,不出现根据图 9 的穿过室 10 的场增强,而是产生在蒸发器 1 之间的闭合的磁场。如果基底附近的工艺气体的活性的额外的激励是所不希望的(例如当需沉淀这样的层时——在其中,层中的较小比例的活性气体是所希望的),则该构造是优选的。

应当理解,所描述的实施例仅应理解为示例性的,并且,保护范围并不局限于具体描述的实施例。尤其地,实施例的每种合适的组合同样被本发明所包括。

此处,根据本发明的电弧蒸发源可多方面地用于不同工件的涂覆。在使用通常的活性气体的情形下,例如地用于制造氮化物层、碳化物层、碳-氮化物层或氧-氮化物层,以及用于制造氧化物层或碳-氧-氮化物层或所有其它可有利地利用电弧蒸发源进行制造的层。

以下阐明几种根据蒸发任务用于磁场的调整的实际的方法。

通过支撑板的实心结构(该支撑板带有用于储存(Magazinierung)的钻孔),环形的磁场源使得磁体数目的选择以及其相对位置 A1 的确定成为可能。然后,如果需要,阳极可旋到钻孔上。

磁场增强环以及修正环可简单地被更换,因为,阴极底部后的结构空间可自由地被设计。

环本身优选地包括独立的磁体,以使得其数目和极性可被调整。至阴极底部的距离或彼此之间的距离的调整可利用简单的机械式的滑移及夹紧系统来实现。

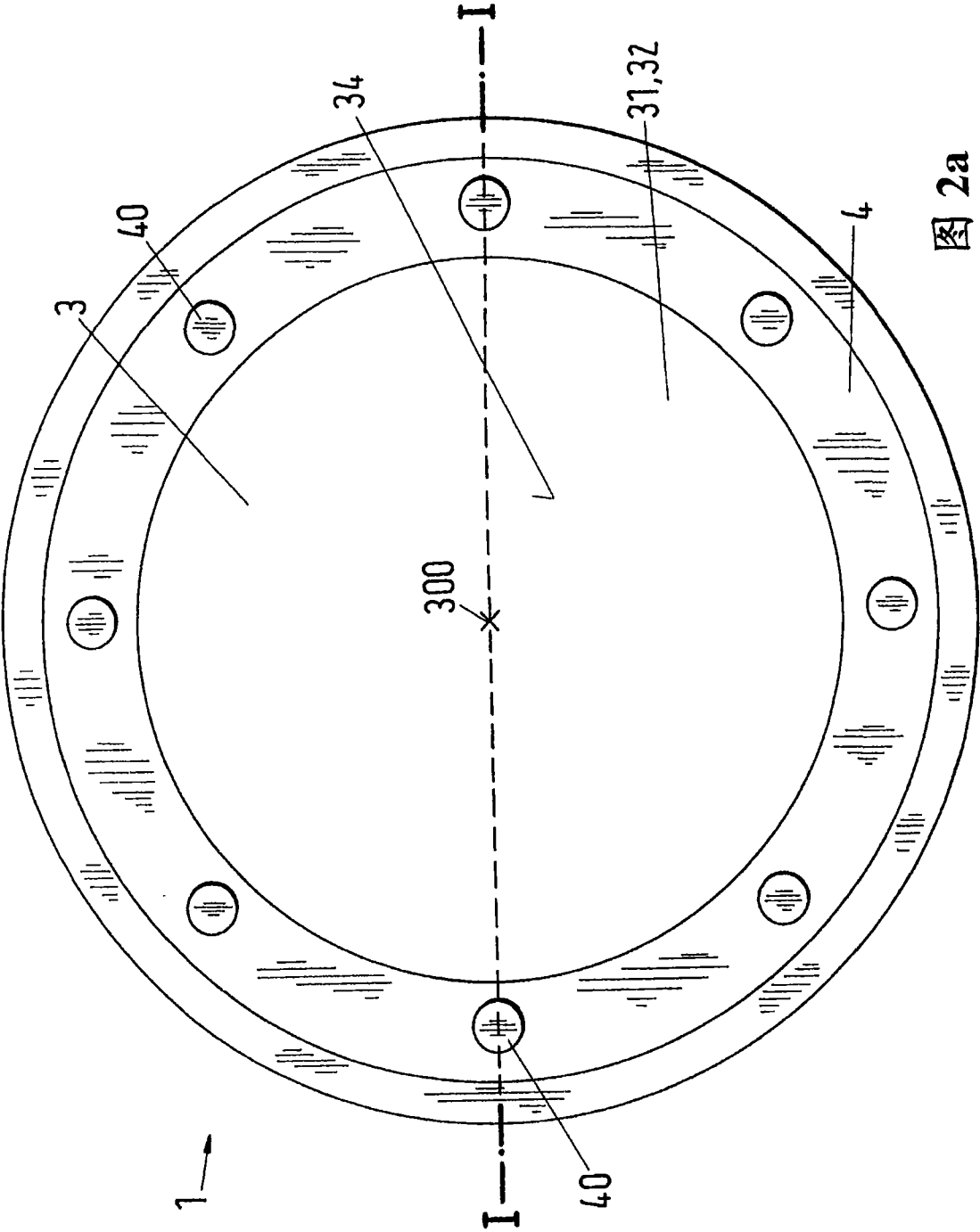


图 2a

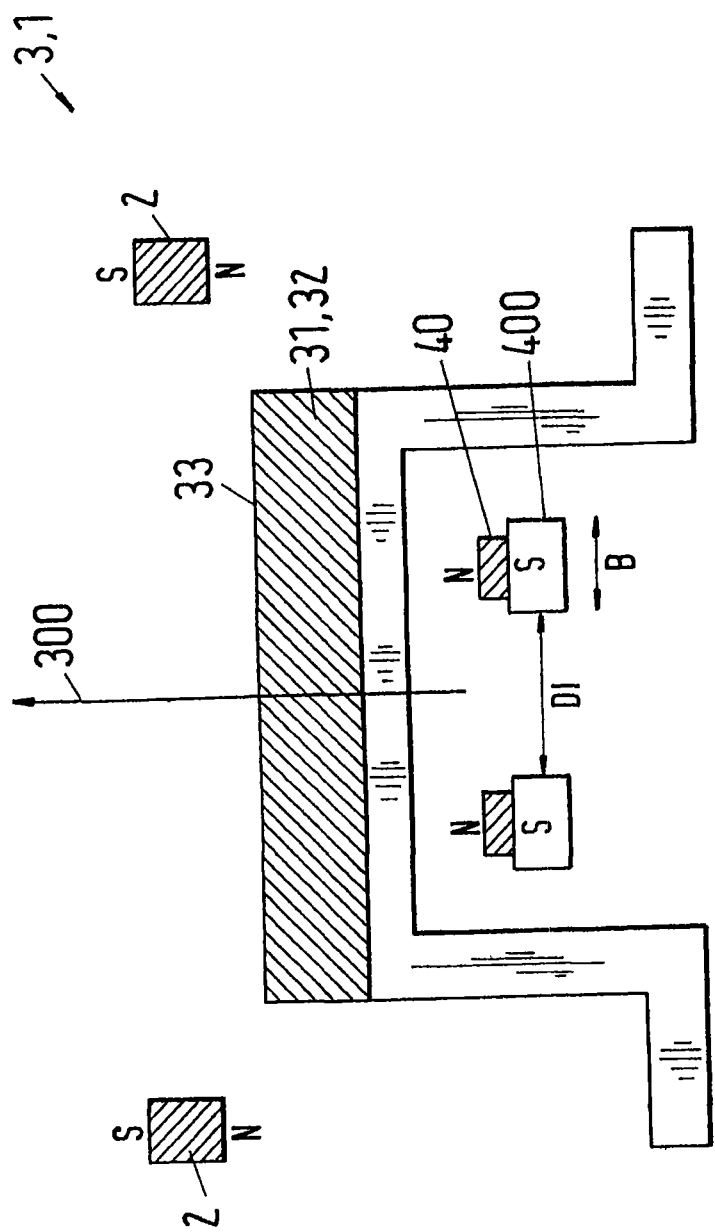


图 2b

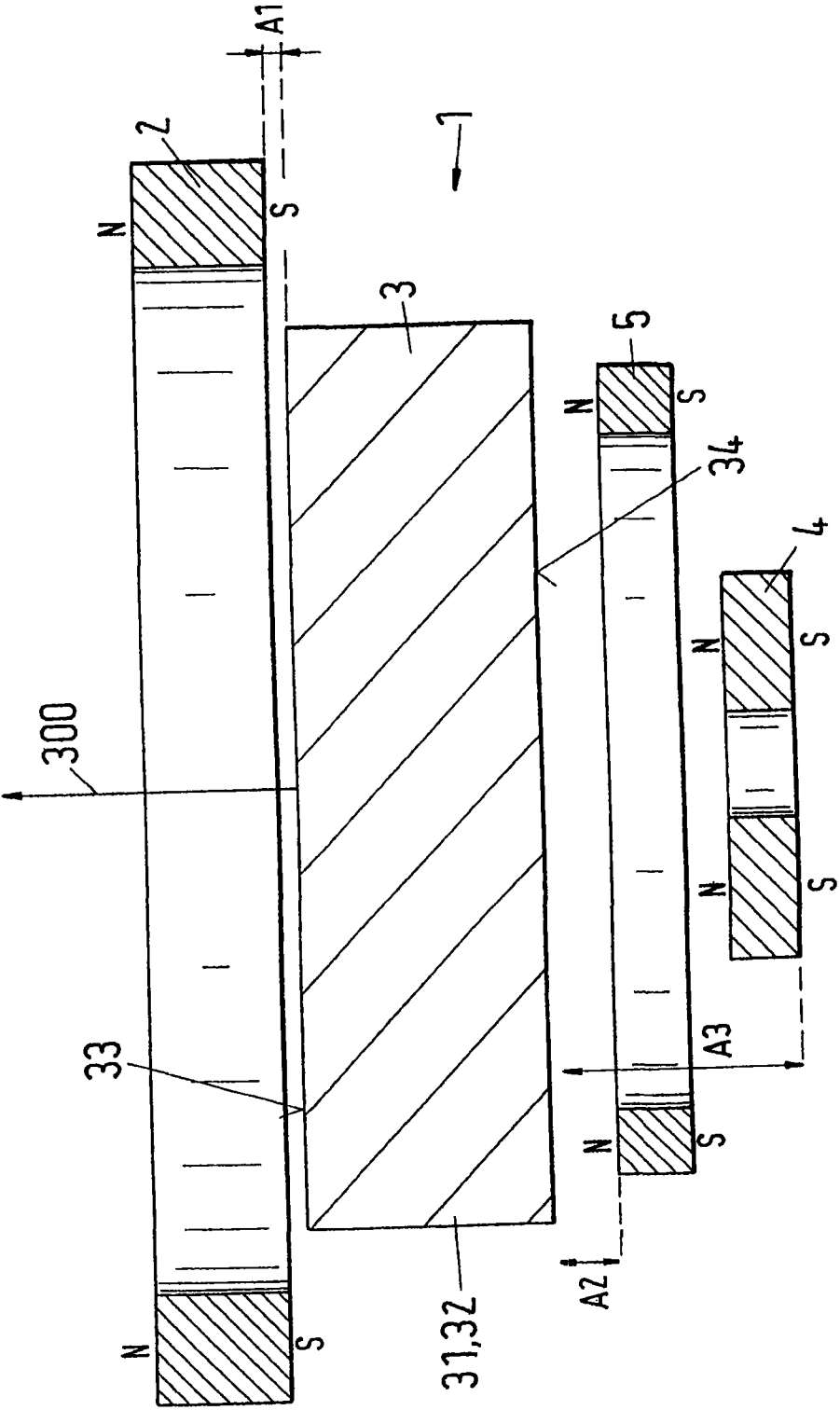


图 3

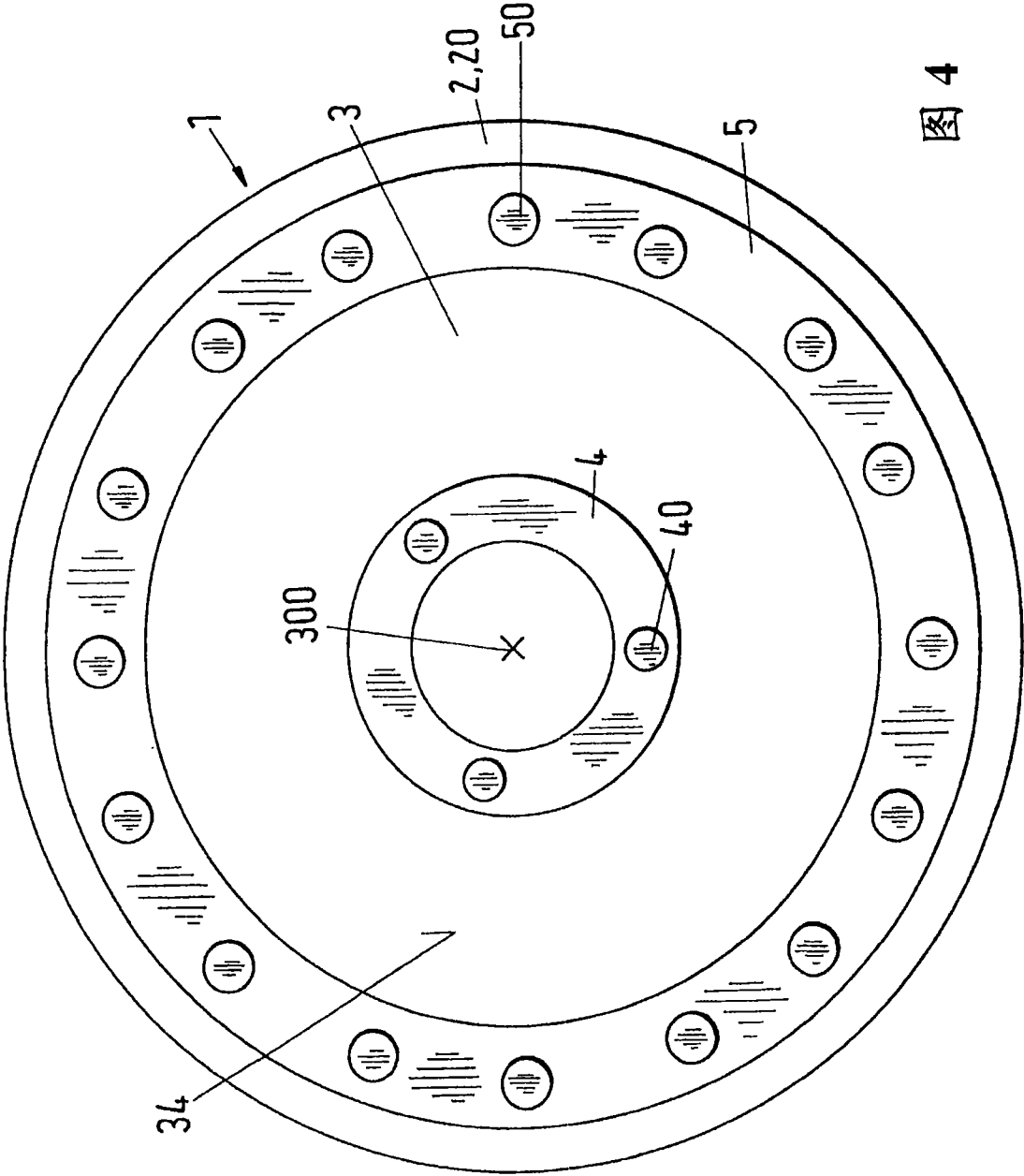


图 4

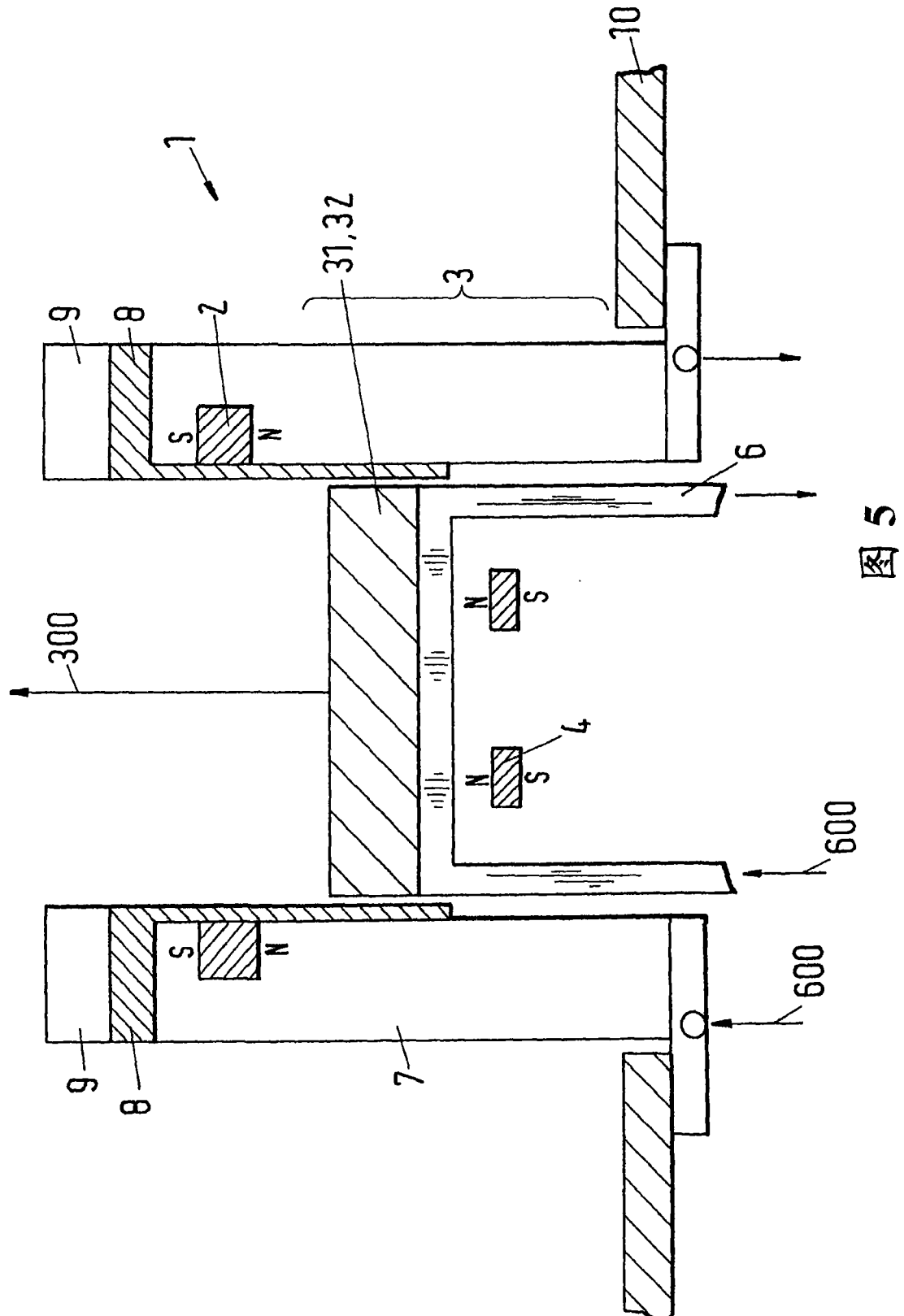


图 5

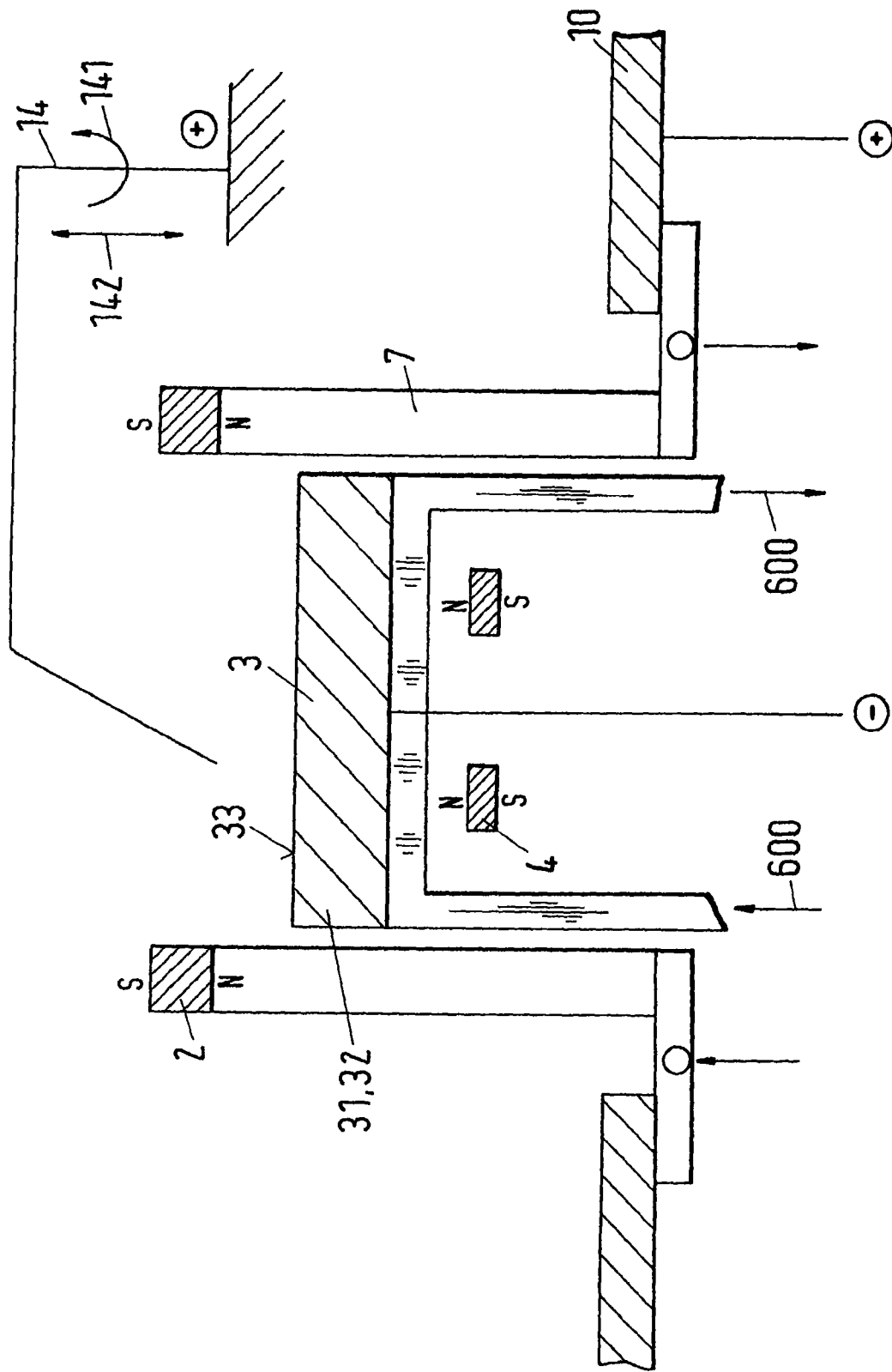
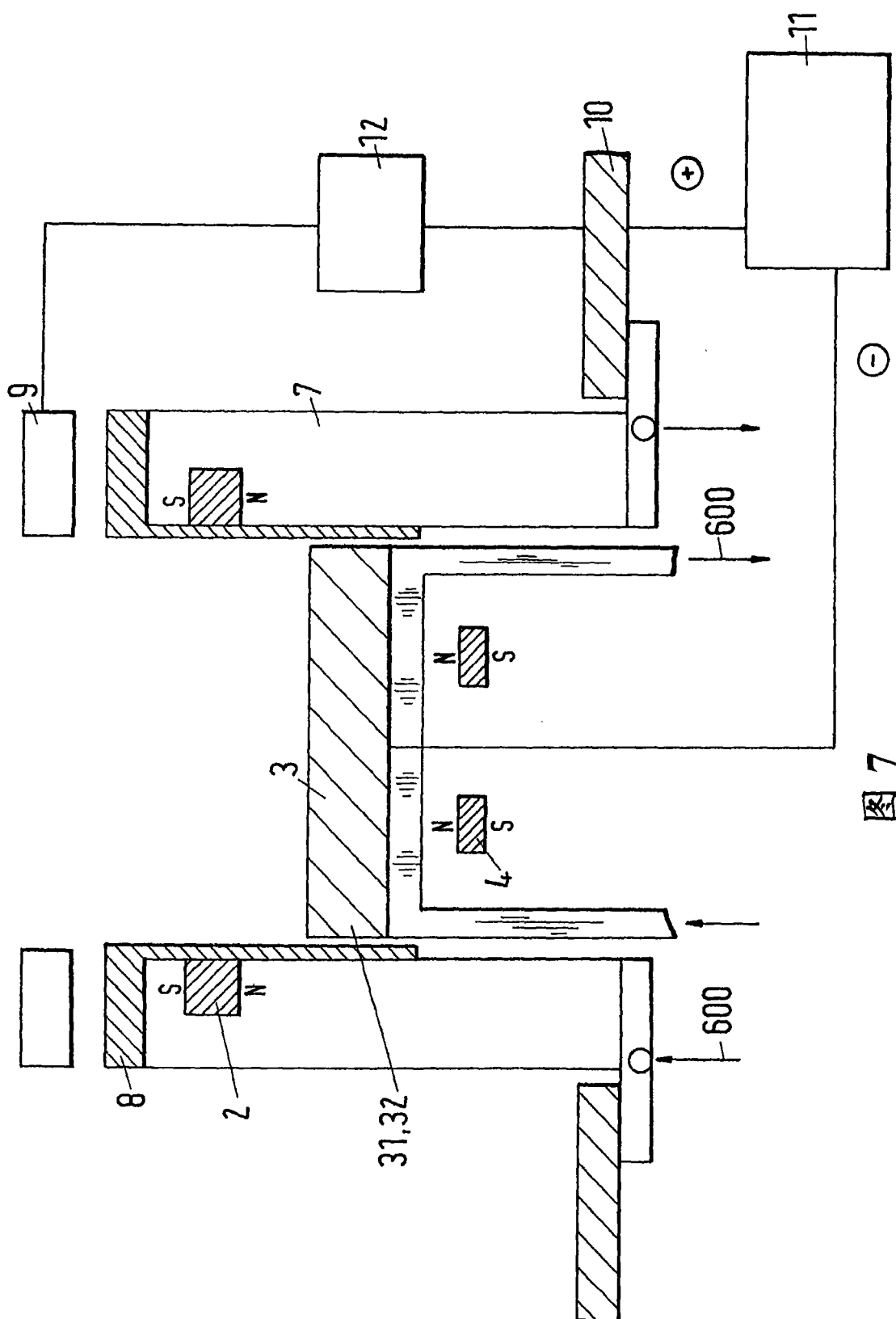
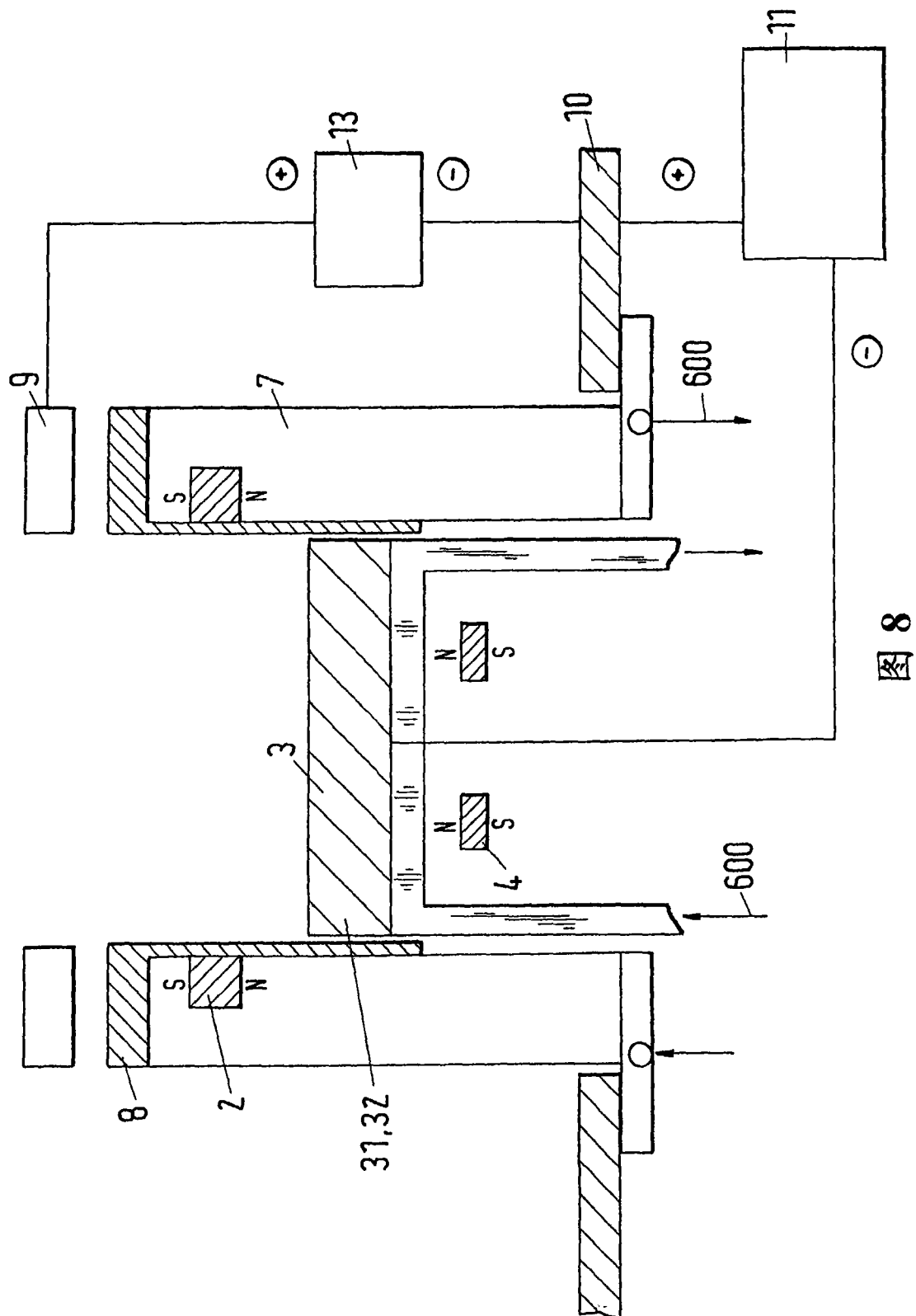


图6





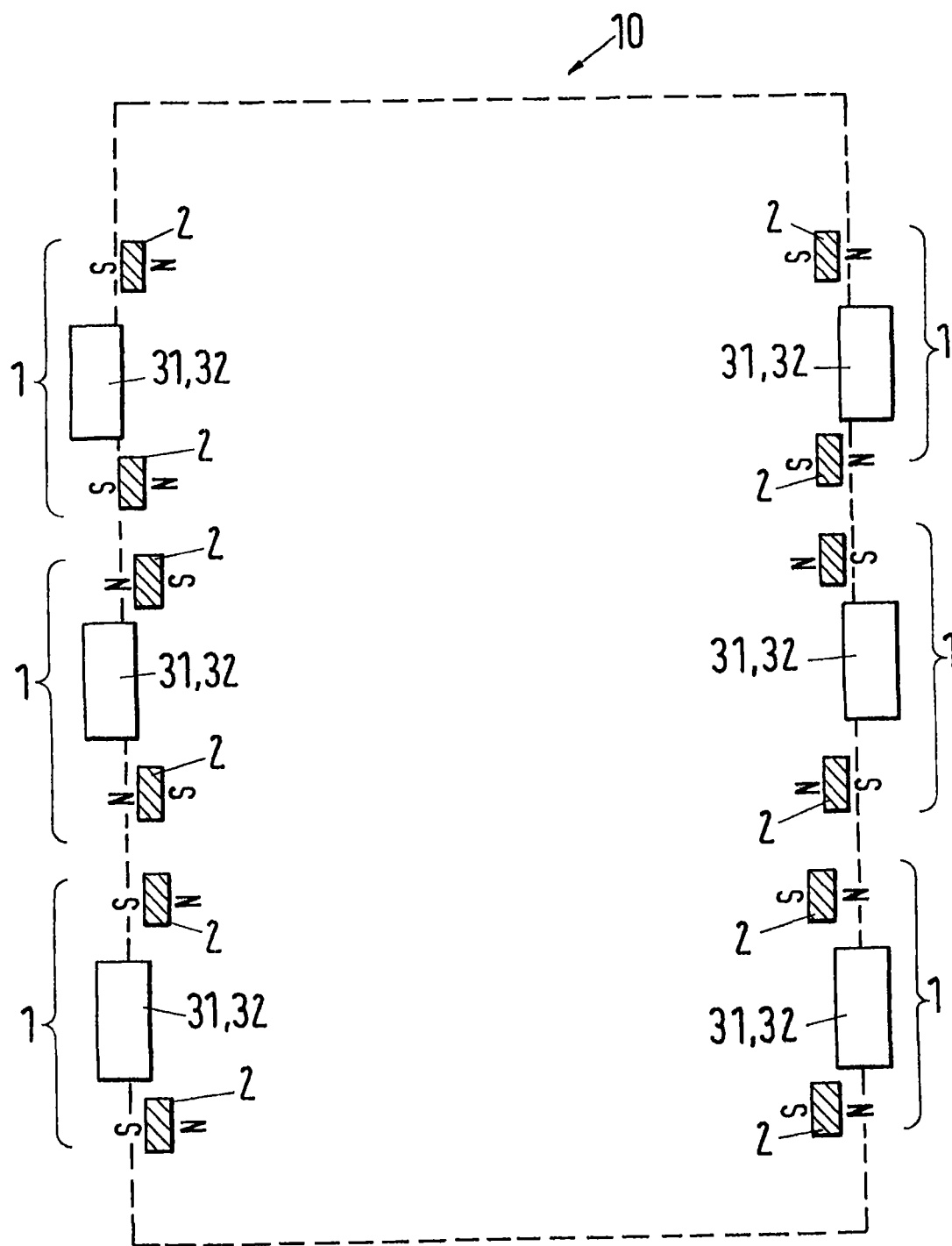


图 9

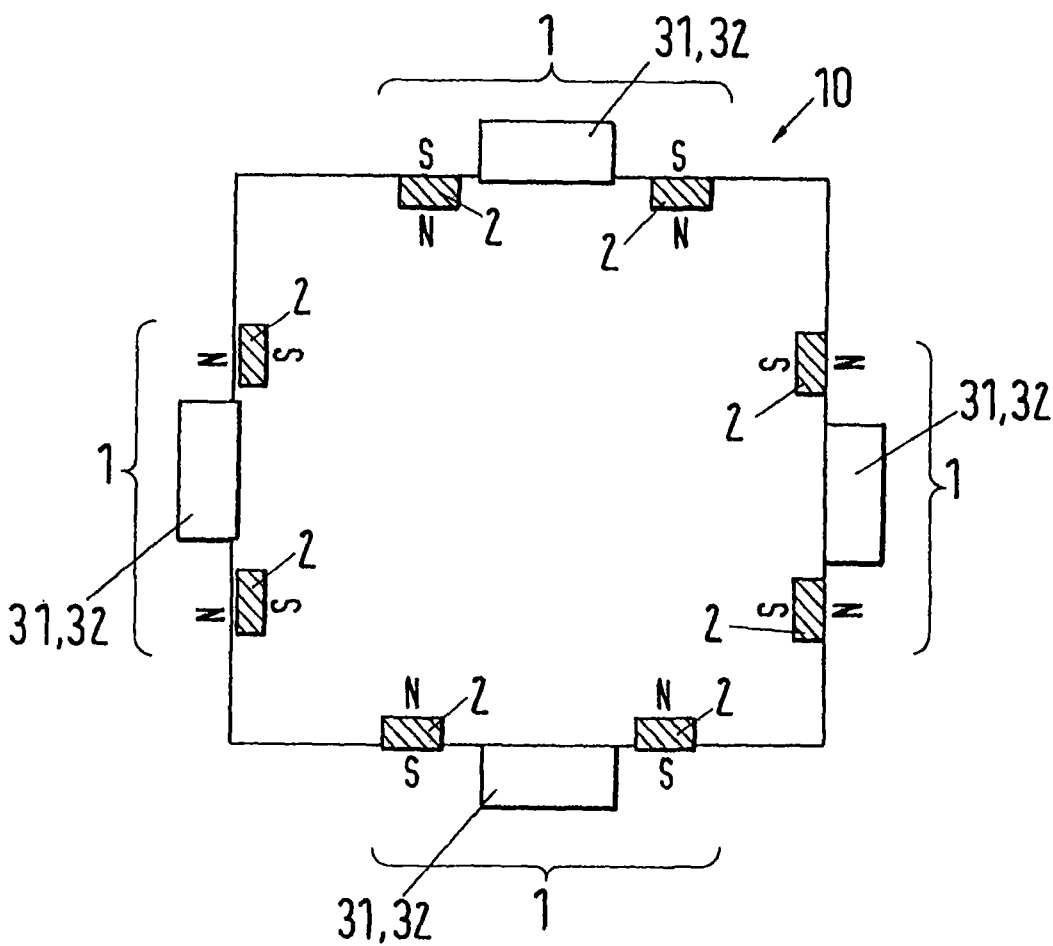


图 10