



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 90108461.1

[51] Int.Cl⁵

C25C 3/16

[43] 公开日 1991年5月29日

[22]申请日 90.10.13

[30]优先权

[32]89.10.13 [33]CA [31]2,000647

[71]申请人 艾尔坎国际有限公司

地址 加拿大魁北克省

[72]发明人 理查德·F·博伊文

让-保罗·R·胡尼

罗伯特·勒布朗

[74]专利代理机构 中国专利代理有限公司

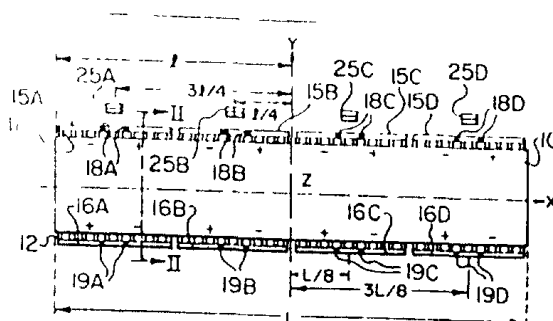
代理人 程天正 王忠忠

说明书页数: 15 附图页数: 4

[54]发明名称 铝电解槽的母线配置

[57]摘要

电解槽各侧配备至少一水平集电母线(15A-15D; 16A-16D), 沿其上有多个电流抽头(18A-18D; 19A-19D), 电流沿母线在抽头各侧反向, 使纵向加在垫上的磁场垂直分量的符号变化, 防止该垫不稳定。又, 母线电流抽头垂直配置; 将电流传至金属垫(17)液面下, 并再分配, 使有害磁效应减为最小。又, 各槽成排配置, 电流按绕端在槽下交叉配置在各槽间传送, 毗邻槽母线长水平部分(29A, 27B)紧密相靠, 电流反向, 以抵消有害磁效应。



1. 一种铝电解槽(10), 具有对置着的纵向侧壁和对置着的端壁, 还具有用以装容含熔融金属垫(17)的电解槽内容物的衬垫、通过衬垫延伸的阴极集电条(11, 12) 和从条所述纵向侧壁延伸的阴极集电条端部, 其特征在于,

至少一个通常呈水平的集电母线(15A-15D, 16A-16D) 沿各纵向侧壁延伸, 且其水平轴线大致处在所述金属垫(17)的垂直液面处; 设有连接器(13, 14), 用以将所述阴极集电条端部连接到所述集电条上; 在沿各所述纵向侧壁并间隔着一段间距的各点处设有多个电流抽头(18A-18D, 19A-19D), 用以从所述集电母线传导出电流, 所述电流抽头在这样的位置连接到所述集电母线上, 使得电流在各所述抽头的两纵向侧按相反的纵向流过所述集电母线。

2. 如权利要求1 所述的电解槽, 其特征在于, 每个电解槽纵向侧至少有三个电流抽头(18A-18D, 19A-19D) 。

3. 如权利要求1 所述的电解槽, 其特征在于, 每个电解槽纵向侧有四个电流抽头。

4. 如权利要求1 至3 中任一项所述的电解槽, 其特征在于, 所述电流抽头(18A-18D, 19A-19D) 将电流从所述集电母线(15A-15D, 16A-16D) 垂直往下导引。

5. 如权利要求1 至3 中任一项所述的电解槽, 其特征在于, 沿所述电解槽的各纵向侧延伸有单个集电母线(15A-15D, 16A-16D) 。

6. 如权利要求1 至3 中任一项所述的电解槽, 其特征在于, 沿所述电解槽的各纵向侧大致水平排列地延伸有多个集电条(15A-15D, 16A-16D) 。

7. 如权利要求1 至3 中任一项所述的电解槽, 其特征在于, 沿所述电解槽的各纵向侧延伸有四个集电母线(15A-15D, 16A-16D), 各所述集电母线在其接近中点处连接至一个分立的电流抽头(18A-18D, 19A-19D)上。

8. 如权利要求1 至3 中任一项所述的电解槽, 其特征在于, 用以将各所述集电条端部连接到所述集电母线的所述连接器(13, 14) 一般呈垂直延伸。

9. 如权利要求1 至3 中任一项所述的电解槽, 其特征在于, 其数量与所述电流抽头(18A-18D, 19A-19D) 相等且在电解槽纵向相隔一定间距配置的多个阳极立母线(25A-25D), 所述阳极立母线系配置得使它们的垂直轴线通常在电解槽的横向与所述诸电流抽头的各中心点成一直线。

10. 如权利要求1 至3 中任一项所述的一对毗邻的电解槽, 其特征在于在所述电解槽之间延伸的元件(20), 其相对的横向端在所述毗邻的电解槽上由集电母线(15A-15D, 16A-16D) 支撑着, 形成工作底板。

11. 一种铝电解槽, 具有对置着的纵向侧壁和对置着的端壁, 还具有用以装容含熔融金属垫(17) 的电解槽内容物的衬垫、通过衬垫延伸的阴极集电条(11, 12)、从各所述纵向侧壁延伸的阴极集电条端部、沿所述各侧壁延伸用以收集所述各集电条端部的电流且一般呈水平的集电母线(15A-15D, 16A-16D)、和用以传导出所述各集电母线的电流的附加母线部分(26-31), 其特征在于,

所述各附加母线部分包括垂直配置的电流抽头(18A-18D, 19A-19D), 用以将电流从所述各集电母线垂直向下传送到所述金属垫(17) 下面的垂直液面, 以便限制所述各附加母线部分的磁场对所述金属垫的影响。

12. 如权利要求11所述的电解槽, 其特征在于, 所述集电母线(11, 16) 的纵向轴线的位置大致处在与所述金属垫(17) 同一高度处。

13. 如权利要求11所述的电解槽, 其特征在于, 所述电解槽的各纵

向侧设有多个垂直电流抽头(18A-18D, 19A-19D)。

14. 如权利要求11至13中任一项所述的电解槽, 其特征在于, 所述附加母线部分(26-31) 将所述电解槽连接到一毗邻电解槽的阳极立母线(25A-25D) 上。

15. 在一排铝电解槽(10) 的各毗邻的铝电解槽之间的一种母线和阳极立母线配置方式, 该排的各电解槽通常呈矩形, 其纵向侧壁对置着, 其各端部也对置着, 且大致上对称于一中心横轴线, 这些电解槽在所述排中配置得使其各横轴线大致上成一直线, 各电解槽具有上游和下游阴极集电条(11, 12) 和至少一个阳极梁(46), 其特征在于, 所述母线和阳极立母线配置就其横轴线一侧的两半个电解槽来说, 包括:

各半个电解槽的至少两个阳极立母线(25A-25B), 该阳极立母线在沿各半个电解槽的所述至少一个阳极梁(46) 的间隔一段间距的各点处连接到所述阳极梁上, 使得各半个电解槽的一个阳极立母线更靠近该半个电解槽的纵向端, 另一个阳极立母线更靠近电解槽中心; 和

至少两个母线(15A, 15B), 用以将上游半个电解槽的上游集电条(11) 与毗邻的下游半个电解槽的阳极立母线(25A, 25B) 连接起来; 所述母线中的第一个母线(15B) 将一组毗邻所述上游电解槽中心的所述上游集电条连接到更靠近下游电解槽纵向端的阳极立母线(25A), 并围绕所述上游半个电解槽的纵向端; 所述母线中的第二个母线(15A) 将一组毗邻该半个电解槽纵向端的所述上游半个电解槽的所述集电条连接到更靠近该下游半个电解槽中心的下游半个电解槽的阳极立母线(25B), 并通过该下游半个电解槽底下;

所述第一母线(15B) 包括第一细长水平部分(27B), 在所述各集电条下面的一个垂直高度处横切相应半个电解槽与毗邻上游半个电解槽之间的电解槽排延伸;

所述第二母线(15A) 包括第二细长水平部分(29A), 在所述各集电条

下面的一个垂直高度处横切相应半个电解槽与毗邻下游半个电解槽之间的电解槽排延伸;

毗邻电解槽的所述第一和第二细长水平部分(27B, 29A) 系安置得使所述细长部分彼此相距很近, 一般彼此互相平行, 且取向得使流过第一细长部分的电流方向与流经毗邻第二细长部分的电流方向相反。

16. 如权利要求15所述的配置方式, 其特征在于, 所述第一和第二细长水平部分(27B, 29A) 毗邻着各毗邻电解槽之间的中间垂直平面配置。

17. 如权利要求15所述的配置方式, 其特征在于, 每半个电解槽有两个阳极立母线(25A, 25B) 和两个母线(15A, 15B) 。

18. 如权利要求15至17中任一项所述的配置方式, 其特征在于, 所述毗邻的第一和第二细长部分(27B, 29A) 的长度基本相同。

19. 如权利要求15至17中任一项所述的配置方式, 其特征在于, 所述毗邻的第一和第二细长部分(27B, 29A) 所载的电流基本相等。

20. 如权利要求15至17中任一项所述的配置方式, 其特征在于, 所述毗邻的第一和第二部分(27B, 29A) 彼此靠近配置, 使得各部分产生的垂直磁场大致上彼此抵消。

21. 如权利要求15至17中任一项所述的配置方式, 其特征在于, 所述第一母线(15B) 包括一绕端部分(28B, 29B, 30B), 该绕端部分一部分在所述金属垫(17) 底下的一个垂直液面处延伸, 一部分在基本上与所述金属垫同高度处延伸, 在它们之间有一个一般呈垂直的接线(29B) 。

22. 如权利要求15至17中任一项所述的配置方式, 其特征在于, 所述第二母线在半个电解槽中毗邻其纵向端的一点处在半个电解槽下面延伸。

23. 如权利要求15至17中任一项所述的配置方式, 其特征在于, 所述第二母线分为两个并联电气支路(27A, 28A), 该并联支路在连接到第二

母线之前再连接到一阳极立母线(25A) 上, 所述并联支路取这样的走线使得对所述电解槽不希望有的垂直磁效应降到最小。

24. 如权利要求15所述的配置方式, 其特征在于, 所述至少两个母线包括至少两个沿各纵向侧壁延伸且其水平轴线基本处在所述金属垫(17)的垂直液面的集电母线(15A-15D, 16A-16D)、和多个在沿各所述纵向侧壁间隔一定间距的各点处的电流抽头(18A-18D, 19A-19D), 用以从所述集电母线上导出电流, 所述电流抽头在这样的位置连接到所述集电母线, 使得流过所述集电母线的电流在各所述抽头的两纵向侧按相反的纵向流动。

25. 如权利要求24所述的配置方式, 其特征在于, 所述电流抽头(18A-18D, 19A-19D)一般呈垂直配置, 使得所述抽头所传送的电流垂直向下流向所述金属垫(17)下面的一个垂直液面, 以限制所述电流的磁场对所述金属垫的影响。

26. 如权利要求15、24和25中任一项所述的配置方式, 其特征在于下游集电条群由垂直折叠母线连接到毗邻的阳极立母线上。

27. 在一排铝电解槽的各毗邻的铝电解槽(10)之间的一种母线和阳极立母线配置方式, 该排的各电解槽一般呈矩形, 其纵向侧壁对置着, 其各端部也对置着, 且大致上对称于一中心横轴线, 这些电解槽在所述排中配置得使其各横轴线基本上成一直线, 各电解槽具有上游和下游阴极集电条(11, 12)和至少一个阳极梁(46); 其特征在于, 所述母线和阳极立母线配置就横轴线一侧的两半个电解槽来说, 包括:

各半个电解槽的至少两个阳极立母线(25A, 25B), 该阳极立母线在沿各半个电解槽的至少一个阳极梁(46)的间隔一段间距的各点连接到所述阳极梁上, 使得各半个电解槽的一个阳极立母线(25A)距该半个电解槽的纵向端较近, 另一个阳极立母线(25B)距该电解槽的中心较近 和

至少两个母线(15A, 15B), 将上游半个电解槽的上游集电条与毗邻下

游半个电解槽的阳极立母线(25A, 25B) 连接起来; 所述母线中的第一个母线(15B) 将一组毗邻所述上游电解槽中心的所述上游集电条(11) 连接到更靠近下游电解槽纵向端的阳极立母线(25A), 并围绕所述上游半个电解槽的纵向端; 所述母线中的第二个母线(15A) 将一组毗邻该半个电解槽纵向端的所述上游半个电解槽的所述集电条连接到更靠近该下游半个电解槽中心的下游半个电解槽的阳极立母线(25B), 并通过该上游半个电解槽底下;

所述第一母线包括一细长部分(31B), 在所述半个电解槽与所述下游下一个半个电解槽之间向内延伸, 所述第二母线(15A) 则包括一纵向部分(15A), 毗邻所述端部集电条组;

第一半个电解槽的所述细长部分(31B) 平行靠近下游下一个半个电解槽的所述第二母线的纵向部分(15A') 配置, 所述细长部分和所述纵向部分配置得使所述各部分中的电流方向相反。

铝电解槽的母线配置

本发明涉及传导铝电解槽电流的母线的配置。更具体地说, 本发明至少在一些方面涉及横向成排配置因而电流从一个槽传导到排中下游的下一个槽的电解槽母线的配置。

一般的铝电解槽通常呈长方形, 有一个纵轴线和一个横轴线, 还具有一个装有温度在 905°C 至 980°C 以水晶石为主要原料的熔融电解液的罐。电解液中浸渍有一些碳质阳极, 悬挂在通常由两个沿电解槽纵向延伸的阳极梁组成的阳极棒上。罐衬垫包括碳质底板, 构成电解槽阴极结构的一部分。碳质底板中埋置有集电钢条, 沿电解槽横向延伸, 沿电解槽纵向上间隔一段距离配置。铝金属系通过电解作为熔融金属池(垫) 而形成, 它覆盖住熔融电解质层底下的电解槽底板, 被定期从哪里引出。在电解的过程中, 往电解质中加入氧化铝, 使其溶解在电解质中, 并除去碳的氧化物。

这些电解槽系横向成排配置, 电流即从上游电解槽的阴极传送到下游下一个电解槽的阳极上。

“横向成排配置”一语是说, 各(通常系完全相同的) 电解槽系配置得使其横(短) 轴线平行于一排电解槽的轴线, 通常甚至与该排电解槽的轴线重合, 同时各电解槽具有一下游侧(毗邻于一排中下游的下一个电解槽) 和一上游侧。埋置在一电解槽底板中的集电条平行于该排的轴线延伸, 且终止于集电条的各端, 一半处在电解槽的下游侧, 另一半处在上游侧。位于电解槽外侧的阳极立母线和母线用以将电流从这些集电条端传导到下游的下一个电解槽的阳极梁上。

这些母线和立母线的设计必须符合各种准则。其中一个准则是，它们应配置得使电解槽中产生的磁场、特别是磁场的垂直分量最小。所产生的磁场的垂直分量与电流的水平分量在熔融金属垫中相互作用，引起一些能以不同方式影响金属垫各不同部位的水平向的力的产生，从而使金属运动，金属表面隆起，并形成波纹形。由于这些干扰，因而需保持阳极与阴极的间距比所要求的还要大些，可是这一来就增大了电解槽的内阻。

目前，加大电解槽和使它们在高电流密度下工作的倾向使上述问题更为严重，而且还产生了其它问题，例如，成本问题，和难以安装和难以充分提供通往长排大型电解槽的通路。

这些问题是众所周知的，而且迄今已有人提出母线的各种各样的配置方式以解决这些问题。一种配置方式是令部分电流从上游集电条流经绕电解槽各端（即毗邻短边）延伸的母线，其余部分的电流从上游集电条流经沿电解槽底下延伸的母线。这种配置方式可以使所产生的磁场的垂直分量减少到最小程度，并使在电解槽的整个不同部位均衡。例如，美国专利3,415,724、美国专利4,313,811、英国专利1,032,810、苏联发明证书434,135和加拿大专利1,061,745中即介绍了这类配置方式。

美国专利4,474,611介绍的是修改的配置方式，是不对称分流经各电解槽各端底下和围绕各电解槽各端底下的电流。具体的作法是将上游集电条分成不对称于电解槽横向轴线的三组，将中间（或大致中间）的一组与通过电解槽底下的各母线连接起来，并将端部各组与围绕电解槽各相应端的母线连接起来（在一个实施例中，同时还将端部一组的一些集电条与围绕电解槽的“错”端（“wrong” end）的各母线连起来以达到不对称）。据说这样做的好处是补偿了邻近各排电解槽的磁效应。

虽然在那些有两个或两个以上间距很小的电解槽排的装置中，邻排

电解槽所产生的磁效应可能是至关重要的，但各电解槽排彼此的间距适当时，在一电解槽范围内的毗邻各电解槽的磁效应对于电解槽的工作通常更为重要。

因此本发明的主要目的是将电解槽有害的磁流体动力学(magnetohydrodynamics)效应减少到最小程度，特别是当各横向电解槽按长排配置工作时。

本发明至少在一些方面的另一目的是要使各电解槽可以安置得更密一些，从而可以将安装成排的电解槽的成本降低到最低程度，同时使一排电解槽的各电解槽之间可以有足够的通道供电解槽工作、维护和检修之用。

本发明的第一方面是部分基于这样的认识提出的，即当在电解槽的整个区域中特别是沿各电解槽的纵向轴线作用到金属垫上的磁场垂直分量符号(正或负)相同时，则由于沿电解槽聚集纵向冲力，于是熔融金属表面产生不断增长的相干振荡。因此本发明在这方面的目的是使电解槽中、至少在纵向上产生垂直分量符号上的变化。

因此本发明的第一方面是对一种铝电解槽作了改进，该铝电解槽具有对置着的纵向侧壁和对置着的端壁，还具有用以装容含熔融金属垫的电解槽内容物的衬垫、通过衬垫延伸的阴极集电条和从各所述纵向侧壁延伸的阴极集电条端部，改进内容包括：沿各纵向侧壁延伸的且大致在所述金属垫的垂直液面上具有一水平轴线的至少一个通常呈水平的集流母线、将所述各阴极集电条端部连接到所述集电母线的连接器、和多个在沿各所述纵向侧壁间隔一段间距的各点处用以从所述各集电母线传导出电流的电流抽头，所述各电流抽头与所述各集电母线系在这样的位置连接，使得电流在所述各抽头相反的纵向侧上按相反的纵向流过所述各集电母线。

如果把阳极立母线配置得使其垂直轴线大致上与所述各电流抽头的

中心线重合(即大致上与电解槽的横向成一直线),则可以显著提高阴极集电条反向电流在改变 B_z 符号方面的效果。

本发明的另一个方面是旨在将母线电流对金属垫液面处磁场垂直分量的影响减少到最小程度,同时节省各电解槽之间的空间,具体作法是将电解槽的电流垂直向下引到金属垫液面之下。

这样,根据本发明的另一方面,本发明提供的是这样一种铝电解槽,该铝电解槽具有对置着的纵向侧壁和对置着的端壁,还具有用以装容熔融金属垫的电解槽内容物的衬垫、通过衬垫延伸的阴极集电条、从各所述纵向侧壁延伸的阴极集电条端部、沿所述各侧壁延伸用以收集所述各集电条端部的电流且通常呈水平的集电母线和用以传导出所述各集电母线的电流的附加母线,其中所述各附加母线包括垂直配置的电流抽头,用以将电流从所述各集电母线垂直向下传送到所述金属垫下面的垂直液面,以便限制所述各附加母线的磁场对所述金属垫的影响。

本发明的其它方面还具有这样的目的,即将母线电流对熔融垫液面处的磁场垂直分量的影响减少到最小程度,并(至少就这些其它方面中之一而言)节省各电解槽之间的空间。这个目的是这样实现的,即大致上消除平行于电解槽纵轴线的长距离母线的磁效应,具体作法是将电流往一个方向流动的一个电解槽出来的母线贴近电流大小相同而方向相反的毗邻电解槽出来的母线安置。

因此,根据本发明的另一方面,在一排铝电解槽的各相邻铝电解槽之间配置了一些母线和阳极立母线,该排的各电解槽通常呈矩形,其纵向侧壁对置着,其各端部也对置着,且大致上对称于一中心横轴线,各电解槽在所述排中配置得使其各横轴线大致上成一直线,各电解槽具有上游和下游阴极集电条和至少一个阳极梁;所述母线和阳极立母线就其横轴线一侧的两半电解槽来说,包括:

各半个电解槽的至少两个阳极立母线,该阳极立母线在沿各半个电

解槽的所述至少一个阳极梁间隔一段间距的各点处连接到该所述梁上，使得各半个电解槽的一个阳极立母线更靠近该半个电解槽的纵向端，另一个阳极立母线更靠近电解槽中心；和

至少两个母线，将上游半个电解槽的上游集电条与毗邻的下游半个电解槽的阳极立母线连接起来；所述诸母线中的第一个母线将毗邻所述上游电解槽中心的一组所述上游集电条连接到更靠近下游电解槽纵向端的阳极立母线，并围绕所述上游半个电解槽的纵向端；所述诸母线中的第二个母线将毗邻该半个电解槽纵向端的所述上游半个电解槽的一组所述集电条连接到更靠近该下游半个电解槽中心的下游半个电解槽的阳极立母线，并通过该上游半个电解槽底下：

所述第一母线包括第一细长水平部分，在所述各集电条下面的一个垂直高度处横切相应的半个电解槽与毗邻上游半个电解槽之间的电解槽排延伸；

所述第二母线包括第二细长水平部分，在所述各集电条下面的一个垂直高度处横切相应的半个电解槽与毗邻下游半个电解槽之间的电解槽排延伸；

毗邻电解槽的所述第一和第二细长水平部分系安置得使所述细长部分彼此相距很近，通常彼此互相平行，且其取向使得流过第一细长部分的电流方向与流经毗邻第二细长部分的电流方向相反。

根据本发明的又另一个方面，在一排铝电解槽中的各相邻铝电解槽之间配置了一些母线和阳极立母线，该排的各电解槽通常呈矩形，其纵向侧壁对置着，其各端也对置着，且大致上对称于一中心横轴线，各电解槽在所述排中配置得使其各横轴线大致上成一直线，各电解槽具有上游和下游阴极集电条和至少一个阳极梁，所述母线和阳极立母线就其横轴线一侧的两半电解槽来说，包括：

对于每半个电解槽的至少两个阳极立母线，该阳极立母线在沿半个

电解槽的至少一个阳极梁的间隔一段间距的各点连接到所述梁上, 使得各半个电解槽的一个阳极立母线距该半个电解槽的纵向端近一些, 另一个阳极立母线距该电解槽的中心近一些; 和

至少两个母线, 将上游半个电解槽的上游集电条与毗邻下游半个电解槽的阳极立母线连接起来; 所述诸母线中的第一个母线将毗邻所述上游电解槽中心的一组所述上游集电条连接到更靠近下游电解槽纵向端的阳极立母线, 并围绕所述上游半个电解槽的纵向端; 所述诸母线中的第二个母线将毗邻该半个电解槽纵向端的所述上游半个电解槽的一组所述集电条连接到更靠近该下游半个电解槽中心的下游半个电解槽的阳极立母线, 并通过该上游半个电解槽底下;

所述第一母线包括一细长部分, 在所述半个电解槽与所述下游下一个半个电解槽之间向内延伸, 所述第二母线则包括一纵向部分, 毗邻于所述端部集电条组;

第一半个电解槽的所述细长部分平行靠近下游下一个半个电解槽的所述第二母线的所述纵向部分配置, 所述细长部分和所述纵向部分配置得使所述各部分中的电流流向相反。

图1 是按本发明第一方面的最佳形式进行的配置的一个电解槽的平面图, 示出了各阴极集电条端部、各集电母线和各电流抽头。

图2 是图1 所示的电解槽沿图1 的II- II线截取的剖面。

图3 示出了两个毗邻的、如图1 和2 所示的那种电解槽的各部分, 并举例说明了阳极立母线将电流从上游电解槽(左边的电解槽) 传导到下游电解槽(右边的电解槽) 的情况;

图4 示出了图1 至3 中所使用的那种阴极母线和电流抽头, 并举例说明了本发明另一个方面的一最佳形式。

图5 是根据本发明的另一个方面的一个电解槽的阴极母线和一毗邻下游电解槽的阳极立母线的脚部的最佳配置方式的透视图。

图6 是与图5 相同的母线和阳极立母线的透视图，但还示出了一毗邻下游电解槽的各母线。

图7 是可用来连接电解槽各下游侧的折叠母线结构的透视图。

图8 是示出根据本发明的另一方面在两个电解槽之间配置的母线的透视图。

图9 是一半个电解槽和部分毗邻下游半个电解槽的平面图，示出了在实例中所使用的母线配置方式。

图10 是表示具图9 的母线结构的电解槽的金属垫处磁场的垂直分量 (B_z) 的透视曲线图。

在下面的公开内容中，由于电解槽的纵向轴线以X 表示，电解槽的横向轴线(和纵向排轴线) 以Y 表示，且电解槽的垂直轴线以Z 表示，因而磁场作用在电解槽上的垂直分量就称之为 B_z 。此外，“流入”一词是用以说明从电解槽的纵向端流向电解槽中心通常平行于X 轴线(或载有该电流的母线) 的电流，“流出”一词则用以说明在反方向(或载有该电流的母线) 流动的电。

另外，“较高的高度”一词是用以说明位于大致与金属垫同一垂直高度的水平母线部分，“较低的高度”一词是用以说明位于电解槽底壁下面的垂直高度的水平母线部分。较高高度和较底高度的母线部分通常是由通常为垂直的母线部分进行连接。阳极立母线的底部(称之为阳极立母线脚) 从较低高度垂直向上延伸，但也可以在较高高度处进行连接。

只要可能的话，所有各图中相似或相同的部件都用相似或相同的编号表示。当图内表示两个毗邻的电解槽或其部件时，附加的' 号(例如15') 表示该元件属于下游电解槽。

图1 和2 示出了本发明第一方面的一个最佳实施例。图中示出了一个具有上游阴极集电条11 和下游阴极集电条12 的电解槽10，各集电条的

各端从电解槽的各相应侧延伸。集电条11和12由通常是垂直的阴极集电条立母线13、14(以下称阴极软线)连接到电解槽上游侧的集电母线15A、15B、15C和15D,和电解槽下游侧的集电母线16A、16B、16C和16D。集电母线15A-D和16A-D平行于电解槽各边水平延伸,它们的纵轴线(中间垂直高度)大致安置在金属垫17的垂直液面上(即在较高的高度处,即垂直地处于金属垫17的上表面与下表面之间的位置)。

电流抽头18A-D或19A-D(见图1)将电流从各集电母线往下引出。可以看到,各集电母线有一对上述抽头(即集电母线15A有一对抽头18A,等等)。各抽头对中心在半个电解槽长度的四分之一处的各点上(即 $l/4, 3l/4$, 其中 l 是半个电解槽的长度)。最好采用成对抽头而不采用单抽头,因为这样做既更为方便,而且电流分布得更好,节省空间方面也有所改进。

如图示那样安置集电母线15A-D、16A-D并在上述各点引出它们的电流,其目的是要在金属垫17内产生其符号如图1所示那样以“+”和“-”交替地表示出来的磁场垂直分量。这是因为电流在任一集电母线中的流向是从抽头的一侧流入,从抽头的相反侧流出。

将阳极立母线25A、B、C、D(见图3、5和6)安置得使其各垂直轴线大致上与电流抽头18A、B、C、D的中心线重合,可以提高上述改变符号的效果。

在图1和2所示的具体实施例中有四个上游集电条15A至15D和四个下游集电母线16A至16D,各集电母线连接到10个阴极集电条上。可以改变集电母线的数目和连接到各集电母线的阴极集电条的数目,因为这些变量本身并不一定规定 B_z 沿电解槽的符号改变的次数。后者是由抽头的数目和电流从阴极集电条11、12至各抽头的路径确定。每个电解槽侧最好有两个以上的抽头,以便产生足够多的符号变化从而防止金属表面不稳定。另一方面,若每个电解槽侧的抽头数多于四个,则介于各零点

之间的 B_z 峰可能会小到这样的程度，以致使它们为其它导体所产生的更强大的垂直磁场所淹没。图示的那种具有40个阴极集电条11、12的电解槽，每电解槽边的抽头数看来以四个为最理想。

沿电解槽各侧设置的各集电母线可以少于四个(15A-15D和16A-16D)，每个设有多个抽头，因为电流会从集电条流向最近的抽头，从而仍然可以实现沿各电解槽侧所希望有的电流反向情况。实际上，只需要有一个沿电解槽各侧从电解槽一端至另一端敷设的集电母线，沿各电解槽侧每隔一段间距有四个抽头或抽头对。虽然沿各电解槽侧采用单个集电母线可能会有安装困难和热膨胀/收缩大的缺点，但安装问题可以通过采用在现场焊接的两半母线作为集电母线加以解决。热膨胀/收缩问题也可以通过设置中心软线部分加以解决。

从图2、特别是从图3可以清楚地看出，沿电解槽各侧在较高高度处设一个或一个以上的水平集电母线15、16还具有这样一个好处，集电母线以较为理想的方式安置，起了支撑电解槽之间工作底板20(叫做栅板)的作用，这就减除了对于该工作底板的独立支撑的花费。

B_z 按上述方式实现的符号改变应尽可能与其它导体产生的 B_z 分量隔离开来。本发明在下面即将谈到的其它方面就是要达到这个目的和其它目的。

首先，如图4中所示，电解槽上游侧各成对的电流抽头18A-18D系连接到集电母线15A-15D的底面且垂直取向，因而传送电流的方向大致上是垂直向下。但必要时各抽头的上端也可以接到集电母线的任何垂直面，但这种配置方式对于电解槽之间空间的利用方面就欠经济了。在任何情况下，通过采用垂直抽头，可以这种方式将电流传送到金属垫液面之下，最好是电解槽底部下，即传送到较低高度。

通过这种配置方式，随后的阴极母线部分就在磁场影响最小的较低高度处敷设(对于某些敷线希望在较高高度处进行的情况则例外)。

样做具有这样特别的好处，即可以避免在较高高度处敷设长的向里和向外的母线部分，因为这种母线敷设对 B_z 的影响是很大的。另一个好处是，与在较高高度处敷线和妨碍阳极立母线脚的情况相反，在较低高度处敷设随后的纵向母线部分需要较小的空间。这样，一排电解槽中毗邻的各电解槽就可以更紧密地配置在一起，因而减少罐室(pol room) 的长度，从而降低投资费用。

电流一到达电解槽上游侧较低高度处，就应该由后面的母线部分传送到下游的下一个电解槽处的阳极立母线25上。通常，阳极立母线25的数目是和垂直抽头18A 等的数目一样多，且各阳极立母线通常与那些抽头成直线配置，即它们在各毗邻电解槽之间在X 方向上以通常是等间距的方式配置。通过使各阳极立母线(特别是其水平各部分一见图3) 与各抽头成一直线，各阳极立母线的磁效应增强了集电母线 1、16 所希望有的磁效应。

附带说一下，阳极立母线25 通常有“正”的部分和“负”的部分，正立母线系连接到从上游电解槽的上游侧出来的阴极母线，负立母线则连接到从上游电解槽的下游侧出来的阴极母线。这样做是必要的，其目的是尽量将等电位往后推得远离上游电解槽，从而减小从电解槽两侧的集电母线至下游的下一个电解槽在路径长度上的差值。

本发明还采用了母线的一种“交叉”配置方式，这种配置方式是将来自端部上游集电条群的电流传送到下游下一个电解槽最里的阳极立母线，来自最里面集电条群的电流则传送到下游下一个电解槽最外的阳极立母线上。这样，来自电解槽上游侧中间区的电流就转接到下游下一个电解槽的横向区，同时来自电解槽上游侧横向区的电流转接到下游下一个电解槽的中间区。此外，还采用了母线的一种绕端在电解槽下(round-end、under-cell) 的配置方式，这种配置方式是将来自上游中间集电条群的电流围绕电解槽各端传送，从而将来自最末端的集电条群的电流

在电解槽底下传送。将交叉配置方式与绕端在电解槽下的母线走线方式结合起来具有这样的好处，即上游母线前面各路径之间在长度上的差别较小，因而各母线在横截面上的差别要求小一些，而这些横截面在给定的压降下可以制造得小一些。绕端在电解槽下的配置方式还可用以使电解槽在磁效应方面达到最优化，方法是适当配置各种母线的走线。举例说，可以通过在 B_z 中增设零点(交叉)，从而可将电解槽下的母线部分安置得使其可以减小 B_z 在各电解槽端部的分散情况。绕端电流可能要求敷设单母线，电解槽下的电流则可能要求平行敷设好几个母线，每个配置得使其可以适当方式局部改变 B_z 。流过电解槽下的大部分电流最好在靠近电解槽两端处引出，即在电解槽的四分之一处或四分之三位置处以外(根据所考虑的是哪半个电解槽而定)。此外，要抵消阳极立母线对电解槽各端部处 B_z 的有害作用需要令某些绕端电流沿电解槽在较高高度处的各端部通过。

除采用绕端和电解槽下交叉配置方式外，上游集电条部分还配置得使其可以将纵向(向里和向外)敷设的部分对 B_z 的影响减少到最小程度。这里参照图5和6所示的最佳实施例就这一点进行说明。

图5是单个电解槽母线(为简明起见，这里没有示出电解槽本身)和毗邻下游电解槽的阳极立母线各脚的透视图。图6是与图5类似的透视图，但还示出了下游电解槽的母线。

和图1实施例的情况一样，电解槽上游侧的阴极集电条也是通过它们到集电母线15A、15B、15C和15D的连接配置成四组，电流(在此情况下)由单垂直抽头18A、18B、18C和18D从这些集电母线垂直向下引出。四个阳极立母线25A、25B、25C和25D的各脚设在毗邻上游和下游电解槽之间，这些阳极立母线的上端则在沿阳极梁纵向间隔一定间距的位置连接到下游下一个电解槽的阳极梁(图中未示出，但为比较起见，可参看图3的阳极梁)上。这种配置方式意味着有两个最里的上

游集电条组(即连接到集电母线15B和15C的那一组)、两个最外的集电条组(即连接到集电母线15A和15D的那一组)、两个最里的阳极立母线25B和25C和两个最外的阳极立母线25A和25D。

电解槽横向中心平面(Y轴线的平面)两侧的连接方式是彼此互为镜像的,因此这里只说明一侧(从各图看起来是较近的一侧)。

在上述所要求的交叉配置方式中,(连接到最里集电条组的)集电母线15B系连接到最外阳极立母线的脚上的,而(连接到最外集电条组的)集电母线15A则连接到最里阳极立母线的脚上的。

来自集电母线15B的电流由垂直抽头18B传送到较低高度处,最好横向(Y方向)由短横向母线部分26B大致传送到有关电解槽与下游下一个电解槽(图中未示出)之间的中间纵向平面上,向外沿电解槽间的中间平面由母线部分27B传送到电解槽纵向端外一短距离处,横向由水平母线部分28B传送到电解槽的部分宽度处,竖向由母线部分29B传送到较高高度处,横向在较高高度处由母线部分30B最好大致传送到有关电解槽与下游下一个电解槽之间的电解槽间的中间平面,并由母线部分31B向内传送到阳极立母线25A的脚。

来自(连接到最外集电条组的)集电母线15A的电流由垂直抽头18A向下传送到较低高度,由母线部分26A向外传送,由一对母线部分27A和28A(该对母线部分并联连接,彼此稍微相隔一段距离,且如图所示取稍有不同的路径)横向传送到电解槽下面,然后向内由母线部分29A最好大致沿有关电解槽与下游下一个电解槽之间的电解槽间的中间平面传送到最里阳极立母线25B的脚上。

这种配置方式,除提供母线所要求的绕端和电解槽下的结构和上游集电条所要求的至阳极立母线的交叉连接外,还具有在考虑到两毗邻电解槽的母线连接时因而十分显著有益的好处,如图6所示。图6中还示出了图5所示的下游处电解槽的母线和阳极立母线。上述特殊好处在于

上游电解槽连接到最里阳极立母线25B 的内向母线部分29A 非常靠近且平行于下游电解槽的母线部分27B'，从最里的集电母线15B' 在较低高度处传送电流，而且这些母线部分29A 和27B' 的长度实质上相同。鉴于这些母线部分在同一个垂直高度反向传送电流(对27B' 母线部分是向外对29A 母线部分是向内)，因而这两个长的水平部分所引起的磁感应作用实质上互相抵消，从而不致在金属垫液面处对Bz 产生有害的影响。由于向内和向外母线部分的磁效应作用减少到最小程度，因而集电母线1516 所希望有的磁作用也达到最大程度。

为使抵消作用达到最佳程度，两母线的走线应尽可能近一些，在一定的电气和机械性能限制条件下，在长度上应尽可能相同，且所载送的电流尽可能一样(但高达10% 的差值并不致有太大的影响) 。

当然，集电条可以配置成使每半个电解槽多于两组，但当它们的数目(这受到集电条组数的限制) 大于2 时，纵向母线部分的磁影响就更难以抵消。同时，电流的走向问题就更为麻烦。同样，每半个电解槽的阳极母线数也可以多于两个。阳极立母线的数目是受到阳极数目和实际有关问题(例如为使操作人员能充分接近各阳极所要求的空隙) 的限制。虽然阳极立母线通常是彼此均匀间隔的，但这决不是说非这样做不可的。

从图5 和6 可以看出，下游集电母线16A-D 与阳极立母线25A-D 之间在连接上并没有交叉，即下游集电母线在各情况下都连接到最靠近的阳极立母线上。但电解槽任一侧的电阻对金属垫中的电流来说必须是相等的，否则在金属垫两端会有电流流通，而这对稳定性是有害的。由于从电解槽两侧上集电母线至阳极立母线的路径长度大不相同，要使上游和下游的电阻相等就需要大大缩小下游母线的横截面。

但母线材料有一个不能超越的最大电流密度值，而这就成了下游母线横截面的下限。因此，对下游母线而言非常重要的最小长度通常是会

使其充塞电解槽之间的空间。要克服这个缺点可以把下游母线呈垂直折叠形式配置，例如图7所示的那一种。安排母线垂直走线就可以使阳极立母线各脚之间的空间保持最小。此外，垂直折叠情况抵消了母线所产生的磁场，从而将对Bz在金属垫液面的影响减少到最小程度。图中示出了集电母线16A与阳极立母线15A之间的连接情况。这包括垂直抽头19A和垂直母线部分36A、38A和40A在顶部或底部由连接件35A、37A和39A交替互连的情况。这种配置方式形成四个垂直互连部分，但或多或少可以使其达到所要求的效果。

再参看上游母线的连接情况，若电解槽之间存在可利用的空间的话，则上游母线在电解槽两纵向端可以取与图1至6所示上游集电母线垂直引出方式不同的配置方式。这包括如图8所示的那种将最外集电母线从端部引出的配置方式。图8示出了两个毗邻的半个电解槽（以虚线表示）和半个电解槽的上游集电母线15A、15B与下游电解槽阳极立母线25A、25B的各脚之间的连接情况。该连接情况基本上与图5和6的相同，只是电流在垂直向下引到较低高度之前先传送到最外集电母线15的最外端。

在这种配置方式的情况下，将绕端电流引到下游下一个电解槽最外阳极立母线25A各脚的纵向引入母线部分31B，基本上抵消了下游下一个电解槽输出纵向集电母线部分15A'的磁场影响。这种抵消作用是否有利，取决于母线和电解槽系统的实际几何条件。

下面进一步举例说明本发明的内容。实例

构成母线设计总的如图9所示的两个电解槽，并使它们投入运行。各电解槽中心线之间的距离为6.5米。电解槽的总电流为310千安，对于总共有80个集电条和32个阳极的每四分之一电解槽，其集电条为20个（图9中只示出其中一部分），预烘阳极（图中未示出）为8个。沿电解槽的整个长度有四个负荷相等倾斜的阳极立母线组，各组包括连接到从

上游电解槽上游侧出来的阴极母线的的一个“正”立母线(25A, 25B) 和连接到从上游电解槽(25AA, 25BB) 上游侧出来的阴极母线上的一个“负”立母线。各正阳极立母线和各负阳极立母线传送来自上游电解槽10个集电条的电流。

所有的水平母线部分或者是处在电解槽槽腔高度, 或者是处在电解槽下母线的高度。

图9 示出了流过母线的实际电流的各百分比。图中的空心箭头指示沿电解槽排的电流方向。

图10 示出了 B_z 在金属垫液面处、在电解槽内的分布情况。从图中可以清楚地看到沿电解槽纵向其符号的改变情况, 而甚至在电解槽上游各角落处, B_z 在阳极阴影内(即在阳极紧底下)任何点的强度都不超过40高斯。所得到的电解槽基本上不存在金属垫不稳定的现象。

本发明的各不同方面使电解槽可以更高效地运行, 并降低投资费用

。

说明书附图

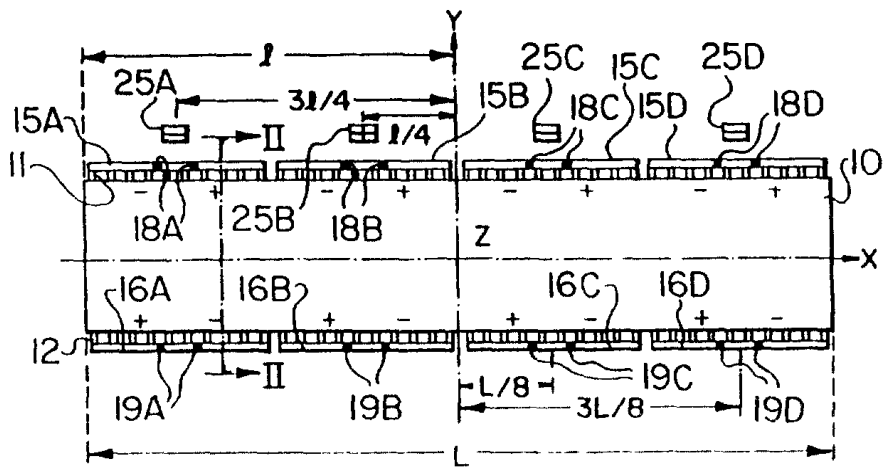


图 1

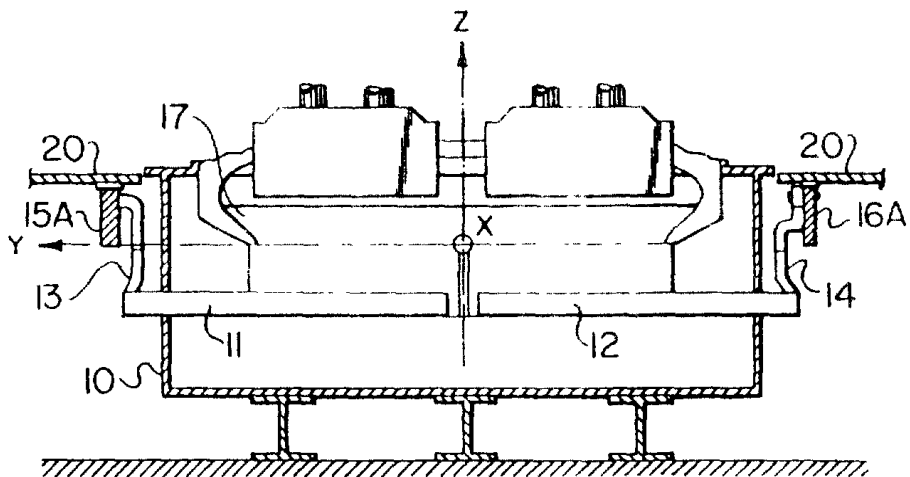


图 2

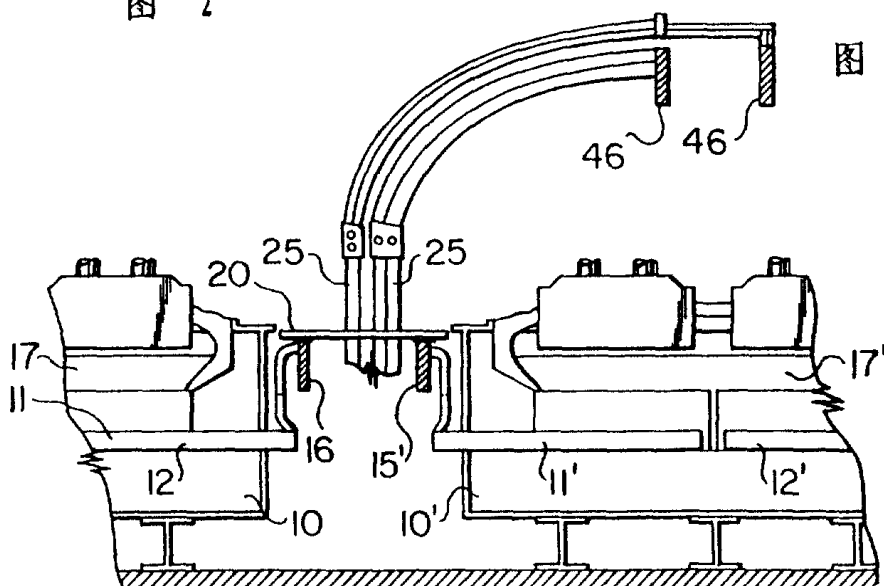


图 3

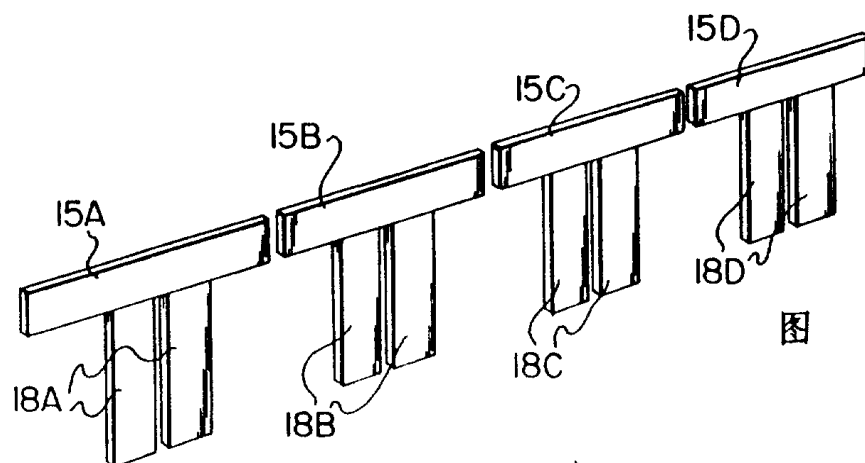


图 4

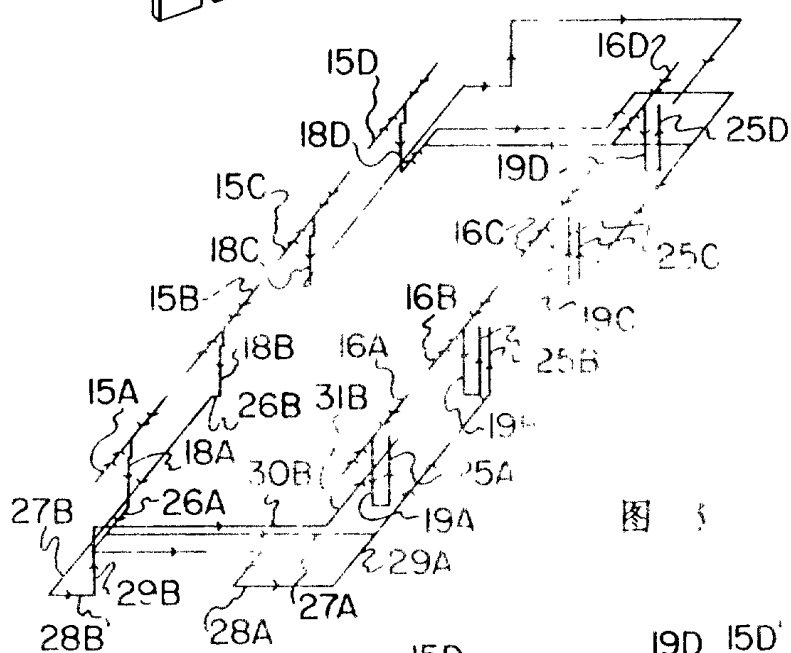


图 5

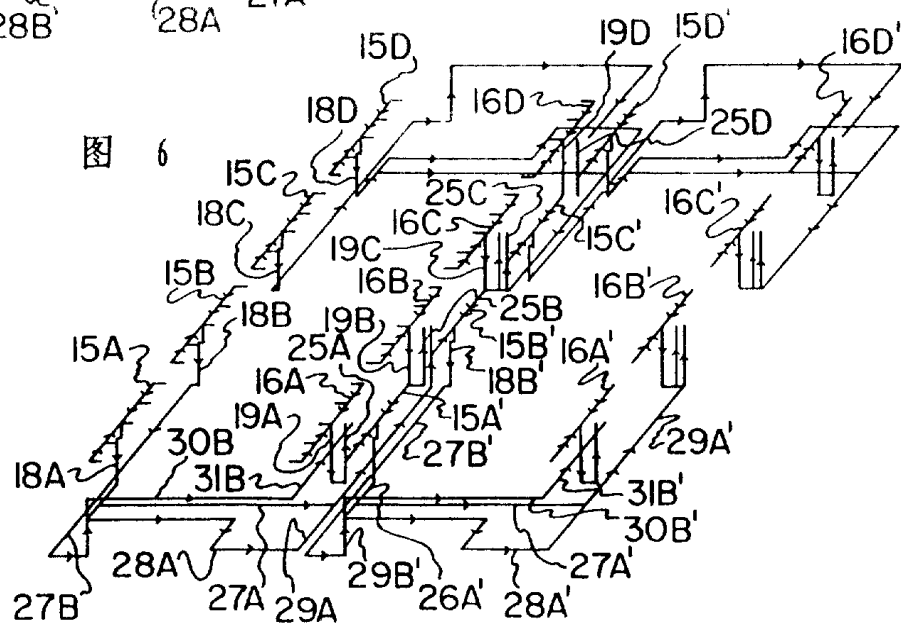
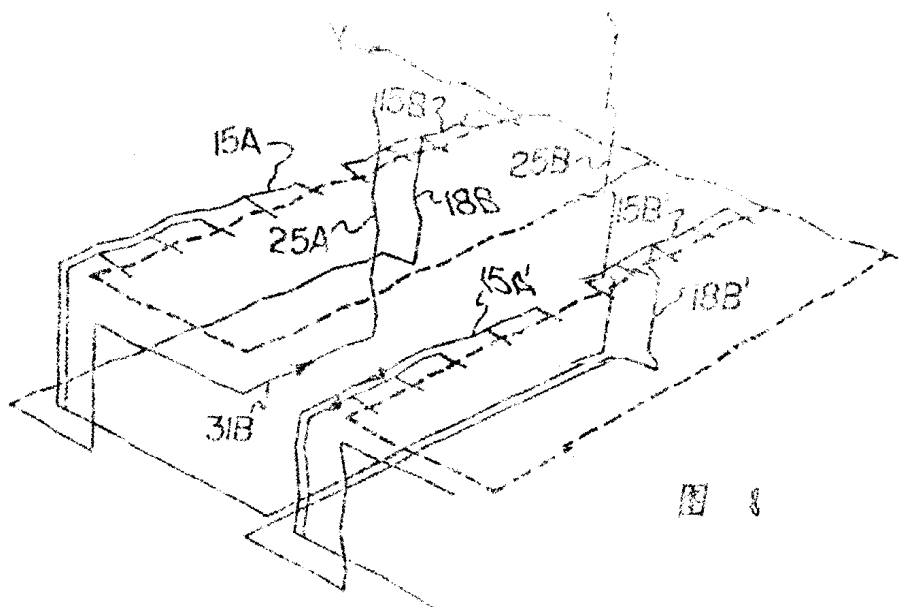
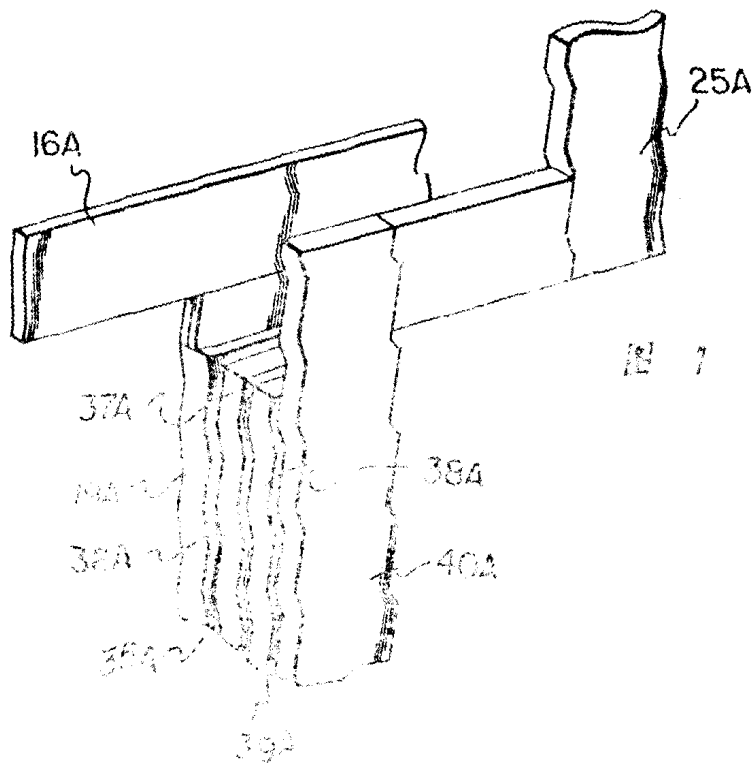


图 6



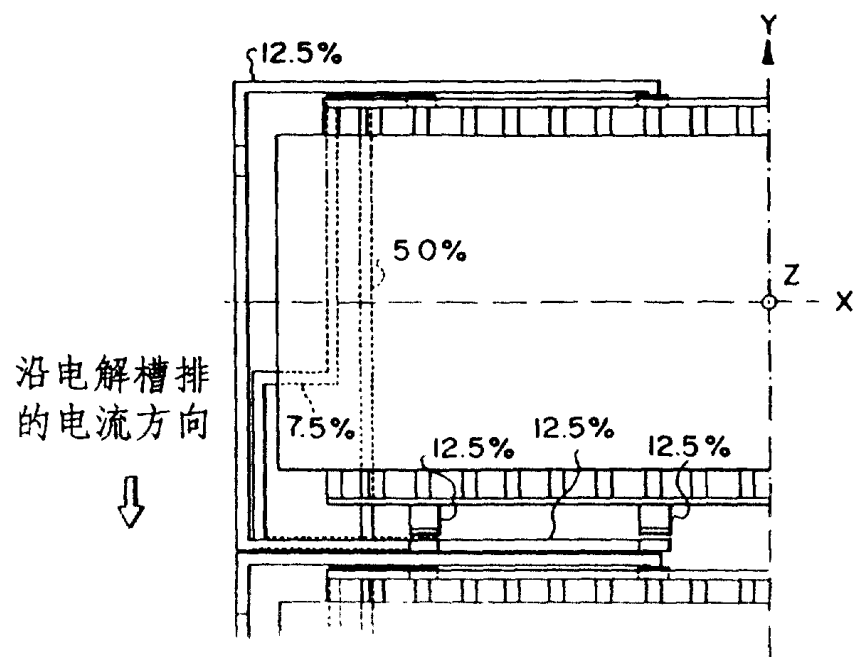


图 9

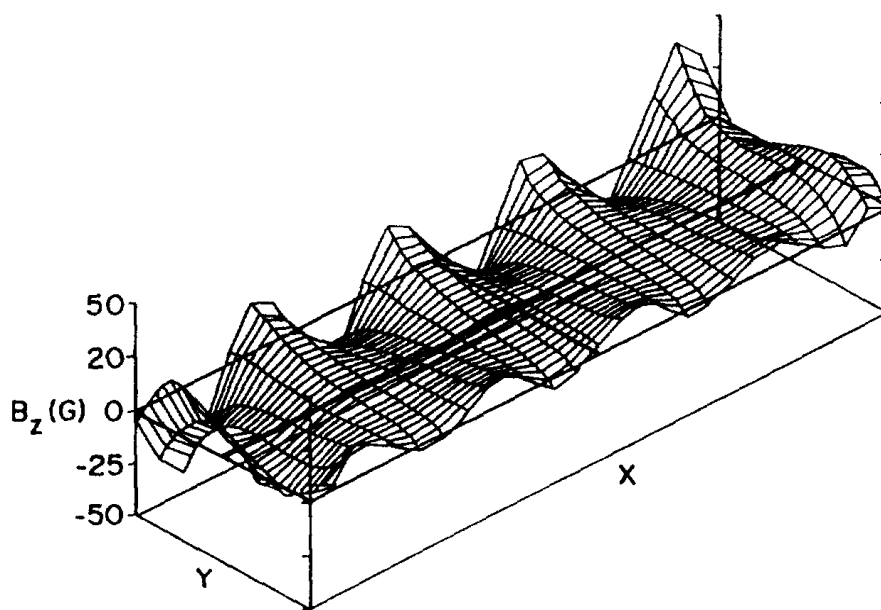


图 10