



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200310113432.5

[43] 公开日 2005 年 5 月 18 日

[11] 公开号 CN 1616707A

[22] 申请日 2003.11.11

[21] 申请号 200310113432.5

[71] 申请人 北京长城钛金公司

地址 100095 北京市海淀区北安河路 7 号北京  
市 95-020 信箱

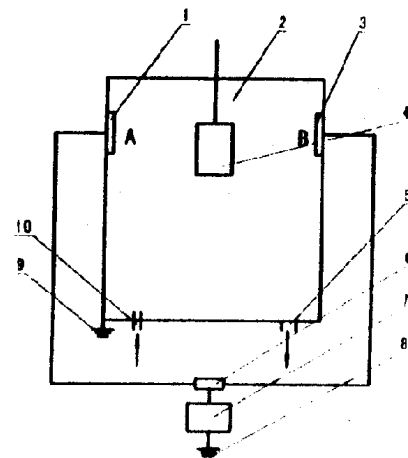
[72] 发明人 王殿儒 徐健 金佑民

权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 2 页

[54] 发明名称 用脉冲电弧等离子体蒸发离化源制备纳米多层膜的方法

### [57] 摘要

本发明采用脉冲矩形波的中频电源中的低频段，即频率范围低于 100KHZ，施加于等离子体加速器型蒸发离化源。用控制数字电路控制脉冲数的方法来控制镀材蒸发量，控制 1000 次—10000 次脉冲，相当于脉冲弧源开启 2.8 秒—28 秒之间可调，从而可在工件上沉积获得的纳米膜厚度在 5nm—50nm 之间可调。设计沿圆柱真空镀膜室的圆周，均匀分布 A、B 两种或 A、B、C 三种镀材靶，交替或顺序开启或关闭这些蒸发离化源电源，以获得 A、B、或 A、B、C 多层相间的纳米膜。即使工件转架不转动，此方法也可在工件上获得纳米多层膜。工件转架低速旋转，只是为了对各种镀材的镀膜时间段，获得较均匀的纳米膜层。



1、本发明是一种采用脉冲电弧等离子体蒸发离化源制备纳米多层膜的方法，镀制过程在真空室中进行，在真空等离子体放电镀膜时，既可不通入反应气体，也可通入反应气体，以获得纳米量级多层单质膜或多层反应膜。真空室采用截面为圆形、正方形或对称多边形的筒状对称结构，真空室壁面均匀对称分布能镀覆多种材料的几种脉冲电弧蒸发离化源。这种脉冲电弧源配置有相应的脉冲电弧电源和电子切换装置，使能交替开启及关闭其中某一种镀覆材料蒸发离化源，在开启任一种多个脉冲电弧蒸发离化源时，均可整个覆盖镀覆  $360^\circ$  范围内正对脉冲电弧蒸发源的任一位置的工件。要求在开启 2.8 秒—28 秒可调，以获得多种材料交替镀覆的纳米多层膜。

挂置被镀工件的转架上需施加负偏压，其范围在 0—1000V 可调，工件上施加负偏压以实现离子镀膜的经典定义。

2、根据权利要求 1，该方法的特征：脉冲电弧等离子体蒸发离化源的阴极接脉冲电弧电源，其输出脉冲可采用矩形波或正弦波。脉冲范围可在 0.5KHZ—100KHZ 调节，脉冲放电持续时间间隔设计在 100 次— $10^5$  次脉冲次数占空，以保证使每层同种镀膜厚度在 5nm—50nm 之间可调。

3、根据权利要求 1，该方法特征：该多个脉冲电弧等离子体蒸发离化源采用的脉冲电弧电源，其负载放电的伏安特性中的电流密度即使在脉冲放电状态下也是电弧放电。功率在 1KW—

100KW 可调。

4、根据权利要求 1，镀覆特征，可以呈现镀不同单质纳米多层膜，也可镀不同反应性纳米多层膜，真空室工作真空度一般在  $10^{-4}$  Pa—数个 Pa 量级可调。

5、根据权利要求 1，该方法特征：镀覆材料可增设为三种和三种以上，即 A、B、C 种或以上，按要求不同的膜厚来控制开启相应脉冲电源的时间，用相同的方法可获得 3 种不同材料镀膜层的纳米多层膜。

6、根据权利要求 1，其特征为：任一种脉冲弧电源沿真空室圆柱壁分布的数量和特性，足以使弧源开启时，使其镀覆范围在  $360^{\circ}$  范围全覆盖到，沿圆周没有沉积不到膜的间隙。工件转架依然可以有公转和自转，但只是为了 A 膜和 B 膜、C 膜的更加均匀，而不是脉冲电弧镀覆纳米膜之必需。

7、根据权利要求 1，其特征为：工件上需施加负偏压，这是离子镀膜之必需，偏置电压电源可以用直流偏压源 0—1000V 可调，也可采用逆变偏压电源或分高低压档或在 0—1000V 可调。

## 用脉冲电弧等离子体蒸发离化源制备纳米多层膜的方法

**技术领域** 本发明与传统的配置直流等离子体蒸发离化源的多弧离子镀膜不同，而是采用脉冲电弧等离子体蒸发离化源，通过精确控制输入到此源阴极的脉冲数，以控制纳米量级的膜厚。

本发明属于电弧等离子体离子镀的前沿技术领域，具有创新的意义。采用脉冲电弧等离子体放电，以镀覆纳米量级的多层膜。

**背景技术** 本发明采用中频脉冲电弧电源，因此种电源是当前热门的中频磁控溅射技术所选用，常用频率 10KHZ—80KHZ，见文献：《真空》2001.8 P1—7 范围。在磁控溅射强磁场情况下，采用低于 10KHZ 容易使阴极按电弧放电模式工作，对溅射不利。

但在电弧蒸发离化源的弱磁场条件下，采用宽范围的中频均可适应，故可采用 0.5KHZ—100KHZ。

中频电源的脉冲波形主要有正弦波和矩形波二种，在中频段较高频时采用正弦波频率较高，而在低于 10KHZ 时，则采用矩形波较多。

经过专利检索，国内、外均未有这种发明专利，申请号 92111980、92111981、93115804、98809989 属于同领域背景技术专利，差别较大。另外，更没有用这种方法获得纳米量级的多层膜。

**发明内容** 当今纳米工程的前沿课题，是镀制纳米量级的膜，以

及制备纳米量级的微粒粉末，在工程领域均有大量实际应用。而采用多弧兼弧柱放电，配以高速旋转的工作架，以获得纳米量级膜，是镀膜专业方面的前沿。也是本发明希突破的现有技术。

本发明不是采用传统的直流多弧及弧柱放电形式，而是采用中频脉冲实现电弧等离子体脉冲放电，如背景技术中所叙述的较宽频率范围。

这个镀覆过程在图1中的真空室2中进行，其截面为圆形、正方形或正多边形的筒形对称结构，便于使脉冲电弧等离子体蒸发离化源对称均匀分布，并与工件4相对于筒体母线上，如A种脉冲蒸发离化源1和B种脉冲蒸发离化源3。真空室通过与抽气口接真空抽气系统是镀制过程真空可在 $10^{-4}$  Pa—数个 Pa 可调。在需要镀覆反应膜时，可从通反应气接口10通入反应气体。真空室壁、壳良好接地9。A种脉冲电弧弧源1和B种脉冲电弧弧源3作为电弧放电的阴极，接至脉冲电源输出极7上，而控制A、B脉冲弧源，见图2，交替开启的电子切换装置6，实际上是一种控制一定的脉冲数输出的定向电子快速切换装置。脉冲电源的接地端8。

为了获得更多种多层纳米膜，沿真空室四周也可均布A、B、C种以上的多个蒸发离化源，见图3，同样采用电子切换控制装置，以控制一定的占空比输出，实现A、B、C三种和三种以上镀材程序镀覆，时间上很短但交替很快，以获多种多层纳米膜。

工件架低速旋转，只为了在镀某种镀材时更加均匀，而不是镀纳米膜所必需。

本发明实施的结果，会产生比现有技术优异的效果：

- (1) 由于本发明采用了数字电路控制脉冲数，使施加于镀材靶阴极的脉冲数精确控制，从而可精控所镀纳米膜的厚度。5nm—50nm 可调，再控制总镀覆时间可控纳米量级的膜厚。
- (2) 避开了常规镀膜时选用的高速旋转的工件转架，本发明即使工件不旋转也可镀制纳米膜，旋转只为改善 A 种、B 种或 C 种镀材在工件上的均匀性。
- (3) 直流蒸发离化源是本公司的传统优质产品，运行可靠。而本发明电源输入接口简易，可行性强。

#### 附图说明

图 1 说明如下：

用脉冲电弧等离子体蒸发离化源的多功能离子镀纳米膜的  
实施简图。

图 2 说明如下：

具有 A、B 镀材的蒸发离化源沿真空室径向间隔均匀分布 A、B 镀材可交替开启和关闭，使工件上获得交替的分层纳米级 A 膜和 B 膜。

图 3 说明如下:

如欲镀 A、B、C 镀材交替的多层膜可顺次沿圆周按 A、B、C 分布, 则可获得 A、B、C 三种镀材交替的多层膜。

**具体实施方式** 本发明创意新型, 而本公司前期工作均有基础。如本公司的优秀产品, 直流等离子体加速器型蒸发离化源, 本公司的二元多弧离子镀, 本公司研究金刚石膜装置采用的内靶、外靶, 本公司应用磁控溅射孪生靶采用 AE 电源的经验, 本公司应用 RF 射频溅射的经验。

以及社会工程环境制作中频脉冲电源的知识, 这些条件都帮助我们实施本发明所提供方法。

我们优选中频的低频段 10KHZ 以下, 矩形波脉冲电源, 每个蒸发源功率选用 1.6KW, 如典型的  $\phi 1250 \times 1500\text{mm}$  真空室建议优选蒸发源总功率  $1.6 \times 14 = 22.4\text{KW}$

本发明实施办法主要有两种方式: 一种是采用我公司 TG 系列产品多弧离子镀膜机, 将脉冲电弧等离子体蒸发离化源配置于真空室圆柱壁母线对称位置。图 3 中 1 示意, 数量可采用 2—26 个之多。另一种是采用我公司 TGL 系列产品长弧多功能离子镀膜机, 在该机中的相应位置配置对称的脉冲长弧等离子体蒸发离化源。其数量可沿用我公司定型机 4 个脉冲离化源。TG 系列和 TGL 系列离子镀膜机基本图形示于图 3。

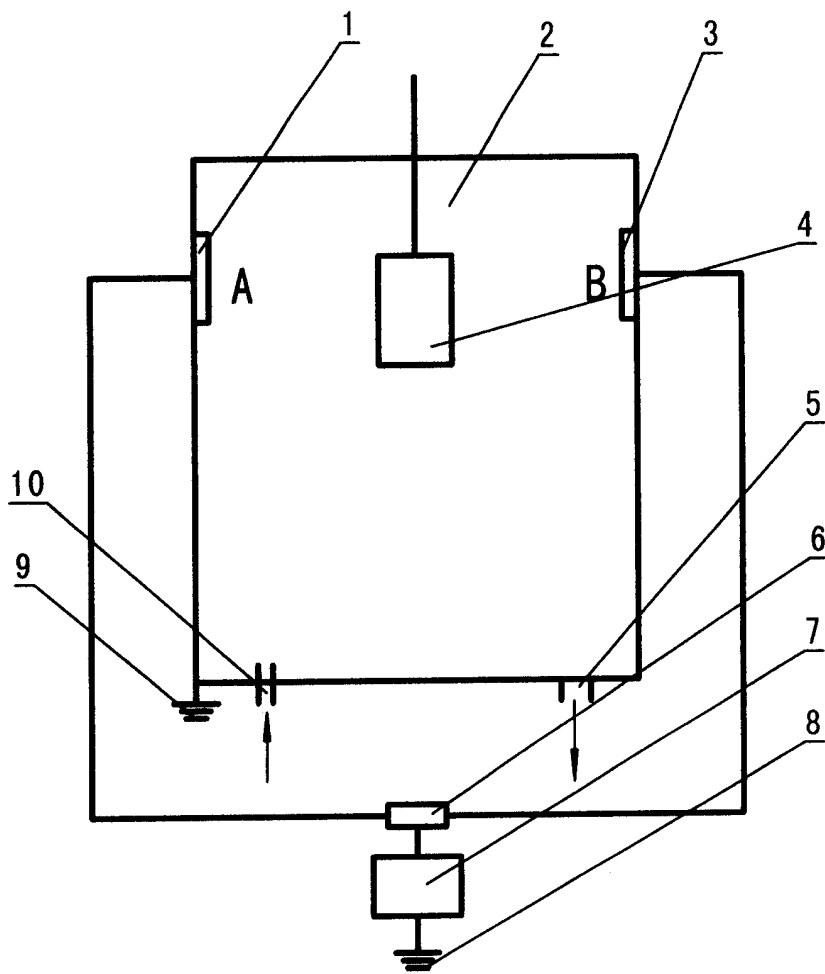


图 1



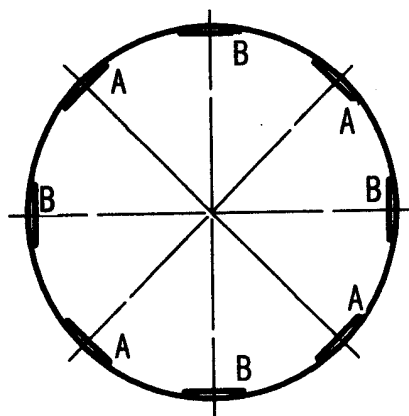


图2

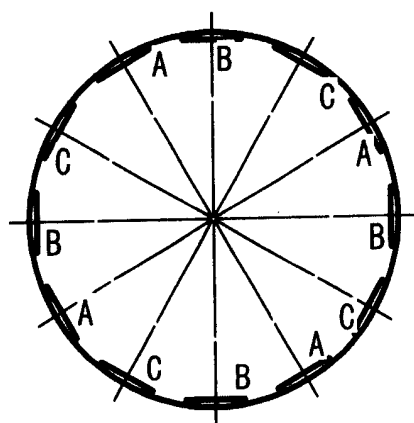


图3