



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116276619 B

(45) 授权公告日 2023.09.29

(21) 申请号 202310406995.0

(22) 申请日 2023.04.17

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 116276619 A

(43) 申请公布日 2023.06.23

(73) 专利权人 华海清科股份有限公司
地址 300350 天津市津南区咸水沽镇聚兴道11号

(72) 发明人 吴英明 田芳馨 刘杰 王超
曾羿博

(51) Int. Cl.

B24B 37/00 (2012.01)

B24B 1/00 (2006.01)

B24B 51/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 105509631 A, 2016.04.20

US 2002042243 A1, 2002.04.11

CN 206223084 U, 2017.06.06

CN 108555771 A, 2018.09.21

CN 111571423 A, 2020.08.25

审查员 张伟

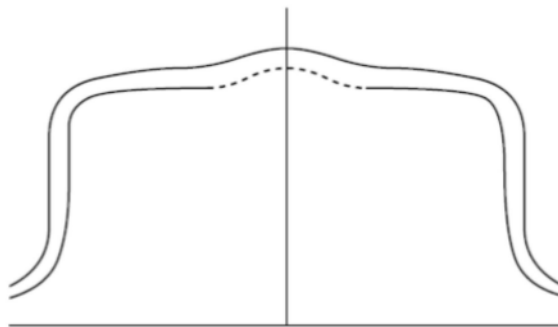
权利要求书2页 说明书7页 附图7页

(54) 发明名称

一种数据补偿方法和化学机械抛光设备

(57) 摘要

本发明公开了一种数据补偿方法和化学机械抛光设备,其中方法包括:当采集到的膜厚数据出现部分缺失时,采用趋势补偿算法和/或去除率估计补偿算法补足缺失部分的数据;其中,所述趋势补偿算法为利用缺失部分的相邻区域的真实数据的趋势拟合得到所述缺失部分的补偿数据,所述去除率估计补偿算法为利用缺失部分的相邻区域的去除率数据的趋势拟合得到所述缺失部分的补偿数据。



1. 一种数据补偿方法,其特征在于,包括:

当采集到的膜厚数据出现部分缺失时,采用趋势补偿算法和/或去除率估计补偿算法补足缺失部分的数据;

其中,所述趋势补偿算法为利用缺失部分的相邻区域的真实数据的趋势拟合得到所述缺失部分的补偿数据,所述去除率估计补偿算法为利用缺失部分的相邻区域的去除率数据的趋势拟合得到所述缺失部分的补偿数据;所述缺失部分出现在晶圆中心区域。

2. 如权利要求1所述的数据补偿方法,其特征在于,所述趋势补偿算法包括:

获取与缺失部分相邻的两端的真实数据;

拟合得到所述真实数据的趋势曲线;

根据所述趋势曲线得到缺失部分的补偿数据。

3. 如权利要求2所述的数据补偿方法,其特征在于,拟合趋势曲线包括:

建立表征真实数据映射关系的约束关系,所述真实数据包括测量信号数据和半径坐标数据;

根据所述测量信号数据及其对应的半径坐标数据求解所述约束关系。

4. 如权利要求3所述的数据补偿方法,其特征在于,所述约束关系为:

$$\begin{bmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 \\ 1 & x_2 & x_2^2 \\ 1 & \vdots & \vdots \\ 1 & \dots & x_n^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c \\ b \\ a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}$$

其中,x为半径坐标数据,y为测量信号数据,a、b和c为系数。

5. 如权利要求1所述的数据补偿方法,其特征在于,所述去除率估计补偿算法包括:

计算缺失部分的相邻区域的去除率数据;

拟合所述相邻区域的去除率数据的变化趋势;

根据所述变化趋势求解缺失部分的去除率数据;

根据所述缺失部分的去除率数据以及上一次测量获取的缺失部分的测量信号数据,得到所述缺失部分的补偿数据。

6. 如权利要求5所述的数据补偿方法,其特征在于,具体步骤包括:

$$RR_{S1} = Profile_{10} - Profile_{11}$$

$$F_{RR} = G(x)$$

其中,RR_{S1}为缺失部分的相邻区域的去除率数据,Profile₁₀为相邻区域中的上一次测量获取的测量信号数据,Profile₁₁为相邻区域中的当前测量信号数据,F_{RR}=G(x)为表示缺失部分的相邻区域的去除率数据的变化趋势的约束方程。

7. 如权利要求1所述的数据补偿方法,其特征在于,

利用所述趋势补偿算法获取缺失部分的第一补偿数据;

利用所述去除率估计补偿算法获取缺失部分的第二补偿数据;

将所述第一补偿数据和第二补偿数据加权,得到最终的补偿数据。

8. 一种化学机械抛光设备,其特征在于,包括:

抛光盘,用于覆盖有对晶圆进行抛光的抛光垫;

承载头,用于保持晶圆并将晶圆按压在所述抛光垫上;
膜厚测量装置,用于在抛光期间测量晶圆的膜厚,获得测量信号数据;
控制装置,用于实现如权利要求1至7任一项所述的数据补偿方法。

9. 一种控制装置,其特征在于,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求1至7任一项所述的数据补偿方法的步骤。

10. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至7任一项所述的数据补偿方法的步骤。

一种数据补偿方法和化学机械抛光设备

技术领域

[0001] 本发明涉及化学机械抛光技术领域,尤其涉及一种数据补偿方法和化学机械抛光设备。

背景技术

[0002] 晶圆制造是制约超/极大规模集成电路(即芯片,IC,Integrated Circuit)产业发展的关键环节。随着摩尔定律的延续,集成电路特征尺寸持续微缩逼近理论极限,晶圆表面质量要求愈加苛刻,因而晶圆制造过程对缺陷尺寸和数量的控制越来越严格。化学机械抛光(CMP,Chemical Mechanical Polishing)是晶圆制造工艺中非常重要的一个环节。抛光过程是利用承载头将晶圆压于抛光垫表面,依靠晶圆和抛光垫之间的相对运动并借助抛光液中的磨粒实现晶圆表面抛光。

[0003] 在CMP设备抛光过程中,与晶圆相接触的部件(例如抛光盘、承载头)都在以固定的周期摆动或旋转。此时安装在抛光盘中的膜厚测量装置无法保证每次测量都能够抓到晶圆中心区域的采样点,使得中心部分的测量数据缺失。在后续的压力调整工作中,中心区域的数据缺失影响到该区域的压力计算调整,使得最终抓停的晶圆形貌受到影响。

发明内容

[0004] 本发明实施例提供了一种数据补偿方法和化学机械抛光设备,旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。

[0005] 本发明实施例的第一方面提供了一种数据补偿方法,包括:

[0006] 当采集到的膜厚数据出现部分缺失时,采用趋势补偿算法和/或去除率估计补偿算法补足缺失部分的数据;

[0007] 其中,所述趋势补偿算法为利用缺失部分的相邻区域的真实数据的趋势拟合得到所述缺失部分的补偿数据,所述去除率估计补偿算法为利用缺失部分的相邻区域的去除率数据的趋势拟合得到所述缺失部分的补偿数据。

[0008] 在一个实施例中,所述缺失部分出现在晶圆中心区域。

[0009] 在一个实施例中,所述趋势补偿算法包括:

[0010] 获取与缺失部分相邻的两端的真实数据;

[0011] 拟合得到所述真实数据的趋势曲线;

[0012] 根据所述趋势曲线得到缺失部分的补偿数据。

[0013] 在一个实施例中,拟合趋势曲线包括:

[0014] 建立表征真实数据映射关系的约束关系,所述真实数据包括测量信号数据和半径坐标数据;

[0015] 根据所述测量信号数据及其对应的半径坐标数据求解所述约束关系。

[0016] 在一个实施例中,所述约束关系为:

$$[0017] \quad \begin{bmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 \\ 1 & x_2 & x_2^2 \\ 1 & \vdots & \vdots \\ 1 & \dots & x_n^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c \\ b \\ a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}$$

[0018] 其中,x为半径坐标数据,y为测量信号数据,a、b和c为系数。

[0019] 在一个实施例中,所述去除率估计补偿算法包括:

[0020] 计算缺失部分的相邻区域的去除率数据;

[0021] 拟合所述相邻区域的去除率数据的变化趋势;

[0022] 根据所述变化趋势求解缺失部分的去除率数据;

[0023] 根据所述缺失部分的去除率数据以及上一次测量获取的缺失部分的测量信号数据,得到所述缺失部分的补偿数据。

[0024] 在一个实施例中,具体步骤包括:

[0025] $RR_{S1} = Profile_{10} - Profile_{11}$

[0026] $F_{RR} = G(x)$

[0027] 其中, RR_{S1} 为缺失部分的相邻区域的去除率数据, $Profile_{10}$ 为相邻区域中的上一次测量获取的测量信号数据, $Profile_{11}$ 为相邻区域中的当前测量信号数据, $F_{RR} = G(x)$ 为表示缺失部分的相邻区域的去除率数据的变化趋势的约束方程。

[0028] 在一个实施例中,利用所述趋势补偿算法获取缺失部分的第一补偿数据;

[0029] 利用所述去除率估计补偿算法获取缺失部分的第二补偿数据;

[0030] 将所述第一补偿数据和第二补偿数据加权,得到最终的补偿数据。

[0031] 本发明实施例的第二方面提供了一种化学机械抛光设备,包括:

[0032] 抛光盘,用于覆盖有对晶圆进行抛光的抛光垫;

[0033] 承载头,用于保持晶圆并将晶圆按压在所述抛光垫上;

[0034] 膜厚测量装置,用于在抛光期间测量晶圆的膜厚,获得测量信号数据;

[0035] 控制装置,用于实现如上所述的数据补偿方法。

[0036] 本发明实施例的第三方面提供了一种控制装置,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现如上所述的数据补偿方法的步骤。

[0037] 本发明实施例的第四方面提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如上所述的数据补偿方法的步骤。

[0038] 本发明实施例的有益效果包括:能够补足缺失部分的数据,在抛光过程中实时建立完整的晶圆膜厚形貌,以便于准确地进行后续压力调节控制。

附图说明

[0039] 通过结合以下附图所作的详细描述,本发明的优点将变得更清楚和更容易理解,但这些附图只是示意性的,并不限制本发明的保护范围,其中:

[0040] 图1示出了本发明一实施例提供的化学机械抛光设备;

[0041] 图2示出了本发明一实施例提供的膜厚传感器;

- [0042] 图3示出了图2中各部件的运动方式；
- [0043] 图4示出了膜厚传感器的测量轨迹；
- [0044] 图5示出了测量数据出现缺失的现象；
- [0045] 图6和图7示出了一种数据缺失的示例以及利用实施例一中算法进行数据补偿的效果；
- [0046] 图8至图11示出了另一种数据缺失的示例以及利用实施例二中算法进行数据补偿的效果；
- [0047] 图12至图14示出了另一种数据缺失的示例以及利用实施例三中算法进行数据补偿的效果。

具体实施方式

[0048] 下面结合具体实施例及其附图,对本发明所述技术方案进行详细说明。在此记载的实施例为本发明的特定的具体实施方式,用于说明本发明的构思;这些说明均是解释性和示例性的,不应理解为对本发明实施方式及本发明保护范围的限制。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。除在此记载的实施例外,本领域技术人员还能够基于本申请权利要求书及其说明书所公开的内容采用显而易见的其它技术方案,这些技术方案包括采用对在此记载的实施例的做出任何显而易见的替换和修改的技术方案。应当理解的是,除非特别予以说明,为了便于理解,以下对本发明具体实施方式的描述都是建立在相关设备、装置、部件等处于原始静止的未给与外界控制信号和驱动力的自然状态下描述的。

[0049] 此外,还需要说明的是,本申请中使用的例如前、后、上、下、左、右、顶、底、正、背、水平、垂直等表示方位的术语仅仅是为了便于说明,用以帮助对相对位置或方向的理解,并非旨在限制任何装置或结构的取向。

[0050] 为了说明本发明所述的技术方案,下面将参考附图并结合实施例来进行说明。

[0051] 在本申请中,化学机械抛光(Chemical Mechanical Polishing)也称为化学机械平坦化(Chemical Mechanical Planarization),晶圆(wafer)也称为晶片、硅片、基片或基板(substrate)等,其含义和实际作用等同。

[0052] 如图1所示,本发明实施例提供的化学机械抛光设备的主要构成部件有用于保持晶圆w并带动晶圆w旋转的承载头10、覆盖有抛光垫21的抛光盘20、用于修整抛光垫21的修整器30、以及用于提供抛光液的供液部40。

[0053] 在化学机械抛光过程中,承载头10通过负压吸取晶圆w,并将晶圆w含有金属薄膜的一面压在抛光垫21上,并且承载头10做旋转运动以及沿抛光盘20的径向往复移动使得与抛光垫21接触的晶圆w表面被逐渐抛除,同时抛光盘20旋转,供液部40向抛光垫21表面喷洒抛光液。在抛光液的化学作用下,通过承载头10与抛光盘20的相对运动使晶圆w与抛光垫21摩擦以进行抛光。在抛光期间,修整器30用于对抛光垫21表面形貌进行修整和活化。使用修整器30可以移除残留在抛光垫21表面的杂质颗粒,例如抛光液中的研磨颗粒以及从晶圆w表面脱落的废料等,还可以将由于研磨导致的抛光垫21表面形变进行平整化。

[0054] 在化学机械抛光过程中,晶圆w被承载头20压在抛光垫21上,并随承载头20沿抛光盘10径向往复运动,同时,承载头20与抛光盘10同步旋转运动,使得与抛光垫21接触的晶圆

w表面被逐渐抛除。

[0055] 如图2所示,化学机械抛光设备还包括用于在线测量晶圆w膜厚的膜厚传感器50和控制装置。膜厚传感器50安装在抛光盘20内,位于抛光垫21下方。膜厚传感器50跟随抛光盘20旋转从而实现在抛光的同时进行膜厚在线测量。膜厚传感器50挨着抛光垫21设置,晶圆w放在抛光垫21上,因此,膜厚传感器50距晶圆w的距离即为抛光垫21的厚度。

[0056] 在CMP抛光过程中,需要实时监测晶圆w的膜厚变化以及膜厚值,以便采取相应的抛光工艺,避免出现过抛或者抛光不完全。在抛光过程中对晶圆w表面金属膜厚进行在线测量,从而通过调节承载头10的压力来精确的控制金属薄膜的去除速率,实现更好的全局平坦化。膜厚传感器50可以采用电涡流检测,电涡流检测的原理是膜厚传感器50在扫过晶圆w时,晶圆w表面的金属膜层会感生涡流而使膜厚传感器50产生的磁场发生变化,从而在通过抛光移除该金属膜层时,膜厚传感器50测量涡流变化来对金属膜层的膜厚进行测量。

[0057] 如图3所示,抛光过程中抛光盘20会以固定的速率旋转,晶圆w在承载头10的带动下,前后摆动的同时也会以固定的速率旋转。此时,受到各个部件周期性运动的影响,膜厚传感器50无法做到每次在晶圆w上的测量轨迹都经过晶圆的圆心。

[0058] 膜厚传感器50在晶圆w表面的测量轨迹如图4所示。如果以晶圆w为视角,图4中晶圆w表面画的实线表示每次膜厚传感器50的测量轨迹,图4中晶圆w表面的虚线表示晶圆w的中心线,其中距离晶圆w中心线越近的测量轨迹即可获取到更多的晶圆w中心区域的数据,反之获取到中心区域的数据越少。如果将图4中的极坐标系下的电涡流测量信号转换到图5所示的直角坐标系中,图5中的曲线即表示直角坐标系下的电涡流实际测量轨迹,图5中示意出了两次测量获得的晶圆膜厚的测量信号数据,其中,横坐标表示采样点所在的半径坐标,纵坐标表示测量信号的大小。从图5可以直观地看到曲线中心部分的缺失情况。

[0059] 为了解决上述采集到的测量信号缺失的问题,本发明实施例提供了一种数据补偿方法,包括:当采集到的膜厚数据出现部分缺失时,采用趋势补偿算法和/或去除率估计补偿算法补足缺失部分的数据。

[0060] 其中,所述趋势补偿算法为利用缺失部分的相邻区域的真实数据的趋势拟合得到所述缺失部分的补偿数据,所述去除率估计补偿算法为利用缺失部分的相邻区域的去除率数据的趋势拟合得到所述缺失部分的补偿数据。

[0061] 如图5所示,缺失部分出现在晶圆中心区域,换句话说,使用膜厚传感器50进行测量时容易发生中心数据缺失的情况,利用本发明实施例提供的数据补偿方法可以补偿中心缺失的部分。当然,如果发生其他区域数据缺失的情况,利用本数据补偿方法也可以实现数据补偿,也应当落入本发明的保护范围之内。

[0062] 本发明实施例能够补足缺失部分的数据,在抛光过程中实时建立完整的晶圆膜厚形貌,以便于准确地进行后续压力调节控制。

[0063] 下面具体介绍实现数据补偿方法的具体实施例。

[0064] 实施例一

[0065] 利用趋势补偿算法补足缺失部分的数据,包括:

[0066] 步骤1,获取与缺失部分相邻的两端的真实数据;

[0067] 步骤2,拟合得到所述真实数据的趋势曲线;

[0068] 步骤3,根据所述趋势曲线得到缺失部分的补偿数据。

[0069] 在一个实施方式中,步骤2中拟合趋势曲线包括:

[0070] 建立表征真实数据映射关系的约束关系,所述真实数据包括测量信号数据和半径坐标数据;

[0071] 根据所述测量信号数据及其对应的半径坐标数据求解所述约束关系。

[0072] 如图6所示,以一个具体示例为例,采集到的真实数据如图6中曲线所示,此时缺失部分两端的连续数据L1、L2是可以明显表述出中间缺失部分的数据走势,可以利用曲线L1、L2部分的真实数据变化趋势修复中心部分的缺失数据。其中,缺失部分的数据定义为每次采集到实际中心部分的缺口宽度。缺失部分的相邻区域(例如图6中曲线L1、L2),也就是与缺失部分相邻的两端的真实有效数据按照缺失部分的两端各选取固定个数坐标点为选取范围。

[0073] 此时,可以建立以下约束关系:

$$[0074] \begin{bmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 \\ 1 & x_2 & x_2^2 \\ 1 & \vdots & \vdots \\ 1 & \dots & x_n^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c \\ b \\ a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad (1)$$

[0075] 其中,x为半径坐标数据,y为测量信号数据。 $[x_1, x_2, \dots, x_n]$ 、 $[y_1, y_2, \dots, y_n]$ 为曲线L1、L2两处真实采集到的半径坐标数据和测量信号数据。

[0076] 将曲线L1、L2两处真实采集到的半径坐标数据和测量信号数据代入上式(1),可以求解得到系数a、b、c。

[0077] 然后构建趋势曲线,可以表示为:

$$[0078] \hat{y} = aX^2 + bX + c \quad (2)$$

[0079] 利用上式(1)求解得到的系数a、b、c以及缺失部分的半径坐标X,代入上式(2)可以求解得到缺失部分的电涡流信号的补偿数据 \hat{y} 。

[0080] 使用趋势补偿算法补偿之后的效果如图7所示,缺失部分的补偿数据(虚线L3所示)较好的描述了晶圆形貌的真实变化状态。

[0081] 实施例二

[0082] 如图8所示,如果中心缺失部分的缺失数据较多,真实数据部分无法体现出中心缺失部分的数据走势,则利用实施例一中的趋势补偿算法无法得到一个较好的补偿效果。例如图8所示,曲线L5的中心部分趋势应当与曲线L4相同,但此时利用趋势补偿算法得到的补偿数据(虚线L6所示)明显与曲线L4的起伏趋势区别很大,不能真实表述缺失部分的晶圆形貌。

[0083] 因此,针对图8中所示的数据缺失情况,实施例二使用去除率估计补偿算法是一个较好的解决方案。去除率估计补偿算法可以较好的规避因数据缺失范围较大而导致补偿困难的情况。去除率估计补偿算法是利用一条测量信号曲线的趋势以及实时的膜厚去除率作为参考,恢复缺失的数据。

[0084] 在一个实施例中,去除率估计补偿算法包括:

[0085] 步骤(1),计算缺失部分的相邻区域的去除率数据;

[0086] 步骤(2),拟合所述相邻区域的去除率数据的变化趋势;

[0087] 步骤(3),根据所述变化趋势求解缺失部分的去除率数据;

[0088] 步骤(4),根据所述缺失部分的去除率数据以及上一次测量获取的缺失部分的测量信号数据,得到所述缺失部分的补偿数据。

[0089] 如图9所示,为了便于理解,以一个具体应用场景为例说明去除率估计补偿算法的具体步骤。

[0090] 如图9所示,相邻区域S1中的曲线L11代表了当前获取的测量信号,曲线L11所对应的当前测量信号数据用Profile_{e₁₁}表示,相邻区域S1中的曲线L10代表了上一次测量获取的测量信号,曲线L10所对应的上一次测量获取的测量信号数据用Profile_{e₁₀}表示。中心缺失区域以S2表示。

[0091] 参照图9,当对中心缺失区域S2进行数据补偿时,首先计算缺失部分的相邻区域S1的去除率数据RR_{S1},并根据相邻区域S1的去除率数据的变化趋势恢复缺失部分的去除率,然后再用缺失部分的去除率去恢复缺失部分的补偿数据。

[0092] 具体步骤如下:

[0093] 1.计算相邻区域S1的去除率数据RR_{S1}: $RR_{S1} = Profile_{e_{10}} - Profile_{e_{11}}$ 。

[0094] 2.将RR_{S1}转换到直角坐标系表示出来,如图10所示。

[0095] 3.根据RR_{S1}构建表示其变化趋势的约束方程 $F_{RR} = G(x)$ 。

[0096] 4.利用 $F_{RR} = G(x)$ 方程的解估计中心缺失部分数据的变化趋势,得到缺失部分的去除率数据RR_{S2}。

[0097] 5.利用上一次测量获取的测量信号数据Profile_{e₁₀}以及缺失部分的去除率数据RR_{S2}便可以得到缺失部分的补偿数据,如图11中的虚线所示。

[0098] 实施例三

[0099] 如图12中所示,如果当前测量曲线L7的靠近中心部分的趋势与上一条测量曲线L8的趋势明显不同,则使用实施例二中的去除率估计补偿算法恢复中心缺失部分数据的效果如图12中虚线所示。可见,恢复部分的数据趋势明显与实际变化趋势不同,因此在中心部分变化趋势突变时采用实施例二中的去除率估计补偿算法无法有效的恢复中心部分的缺失数据。

[0100] 实施例三提供了一种将趋势补偿算法与去除率估计补偿算法相结合的数据补偿方法,包括:

[0101] 步骤1,利用所述趋势补偿算法获取缺失部分的第一补偿数据;

[0102] 步骤2,利用所述去除率估计补偿算法获取缺失部分的第二补偿数据;

[0103] 步骤3,将所述第一补偿数据和第二补偿数据加权,得到最终的补偿数据。

[0104] 为了便于理解,以一个具体应用场景为例说明。当采用实施例三中的结合两种补偿算法的方式进行缺失部分的数据补偿时,具体步骤包括:

[0105] 1.利用实施例一中的趋势补偿算法计算得到缺失部分的第一补偿数据F₁;

[0106] 2.利用实施例二中的去除率估计补偿算法计算得到缺失部分的第二补偿数据F₂;

[0107] 3.构建综合补偿函数 $F_y = H(\lambda_1 F_1, \lambda_2 F_2)$,代入第一补偿数据F₁和第二补偿数据F₂即可求解出最终的补偿数据。

[0108] 采用实施例三所述将趋势补偿算法与去除率估计补偿算法相结合的数据补偿方法的实际补偿效果如图13和图14所示。图13中所示为中心区域缺失面积较大时的补偿效

果,其中虚线所示的补偿结果部分的形貌较好的体现了缺失部分数据的真实形貌。图14中所示为在区域的形貌趋势突变情况下的补偿效果,其中虚线所示的补偿结果部分的形貌同样较好的体现了缺失部分数据的真实形貌。

[0109] 本发明实施例还提供了一种控制装置,其包括:处理器、存储器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序。所述处理器执行所述计算机程序时实现如上所述数据补偿方法的步骤。所述控制装置是指具有数据处理能力的终端,包括但不限于计算机、工作站、服务器,甚至是一些性能优异的智能手机、掌上电脑、平板电脑、个人数字助理(PDA)、智能电视(Smart TV)等。控制装置上一般都安装有操作系统,包括但不限于:Windows操作系统、Linux操作系统、安卓(Android)操作系统、Symbian操作系统、Windows mobile操作系统、以及iOS操作系统等等。以上详细罗列了控制装置的具体实例,本领域技术人员可以意识到,控制装置并不限于上述罗列实例。

[0110] 本发明实施例还提供了一种计算机可读存储介质,计算机可读存储介质存储有计算机程序,计算机程序被处理器执行时实现如上所述数据补偿方法的步骤。所述的计算机程序可存储于一计算机可读存储介质中,该计算机程序在被处理器执行时,可实现上述各个方法实施例的步骤。其中,所述计算机程序包括计算机程序代码,所述计算机程序代码可以为源代码形式、对象代码形式、可执行文件或某些中间形式等。所述计算机可读介质可以包括:能够携带所述计算机程序代码的任何实体或装置、记录介质、U盘、移动硬盘、磁碟、光盘、计算机存储器、只读存储器(ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、电载波信号、电信信号以及软件分发介质等。

[0111] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0112] 以上所述实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围,均应包含在本发明的保护范围之内。

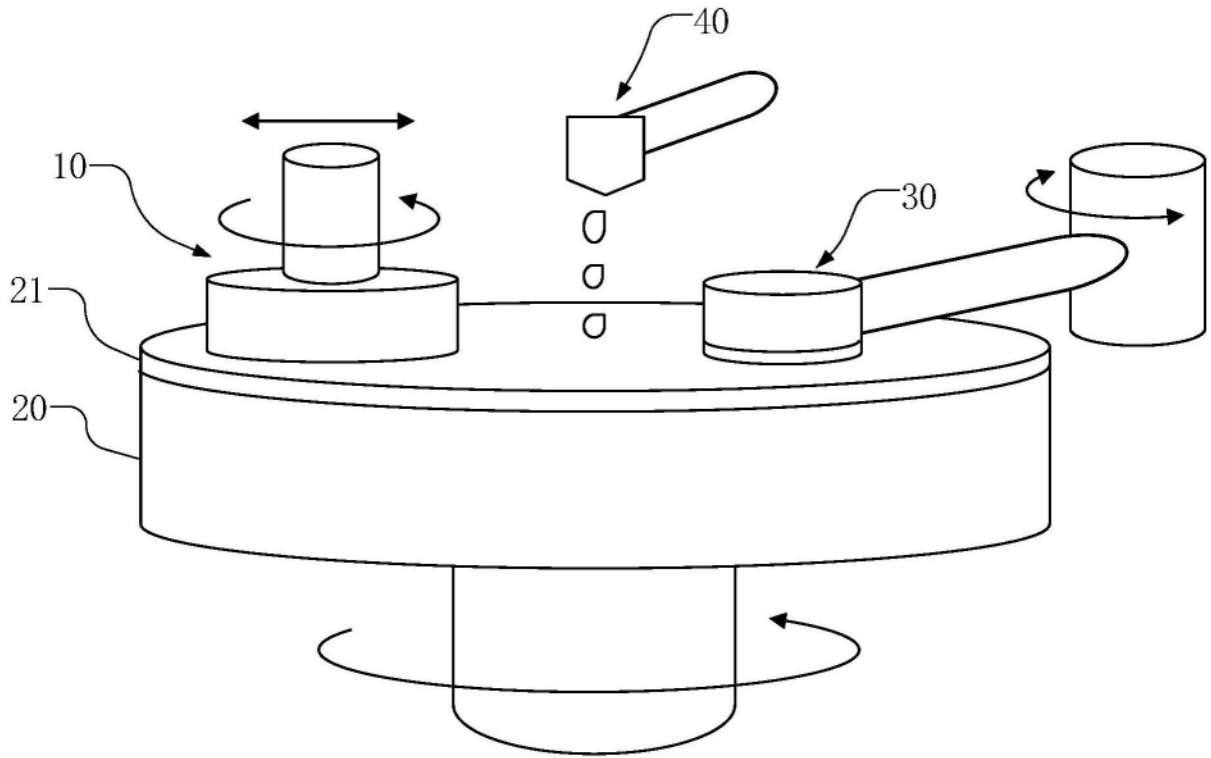


图1

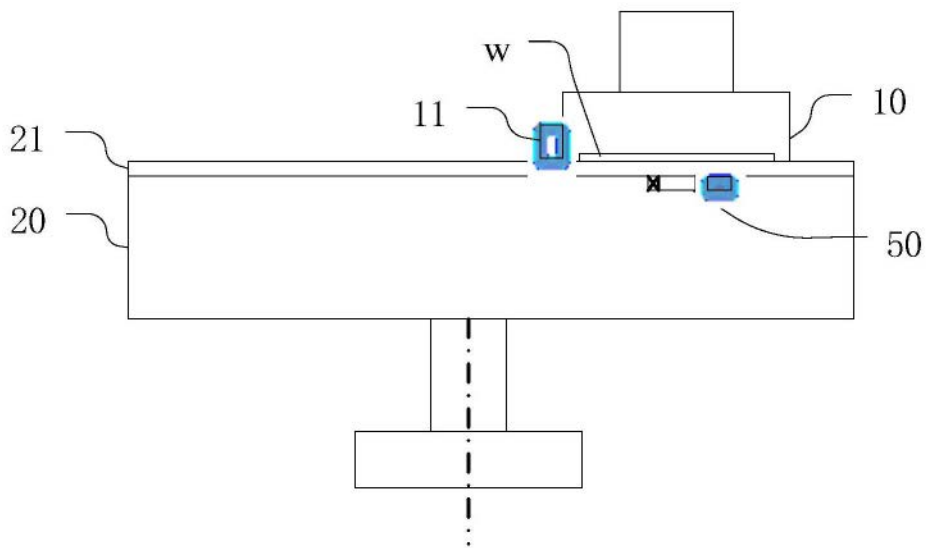


图2

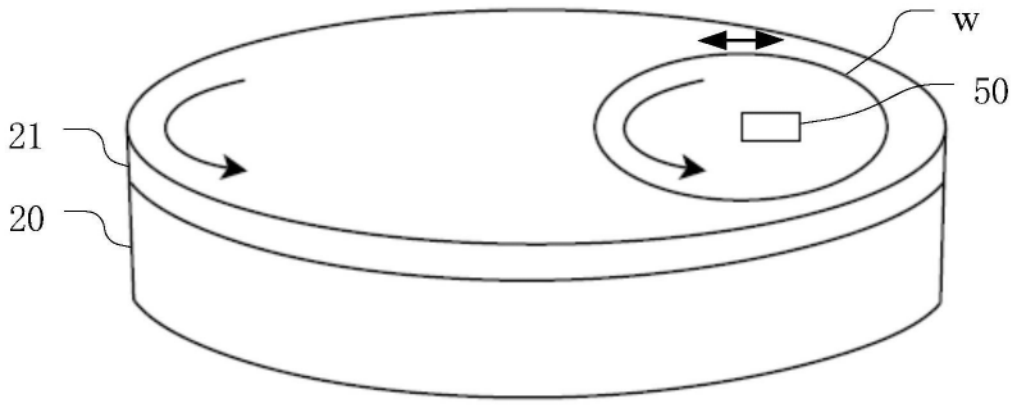


图3

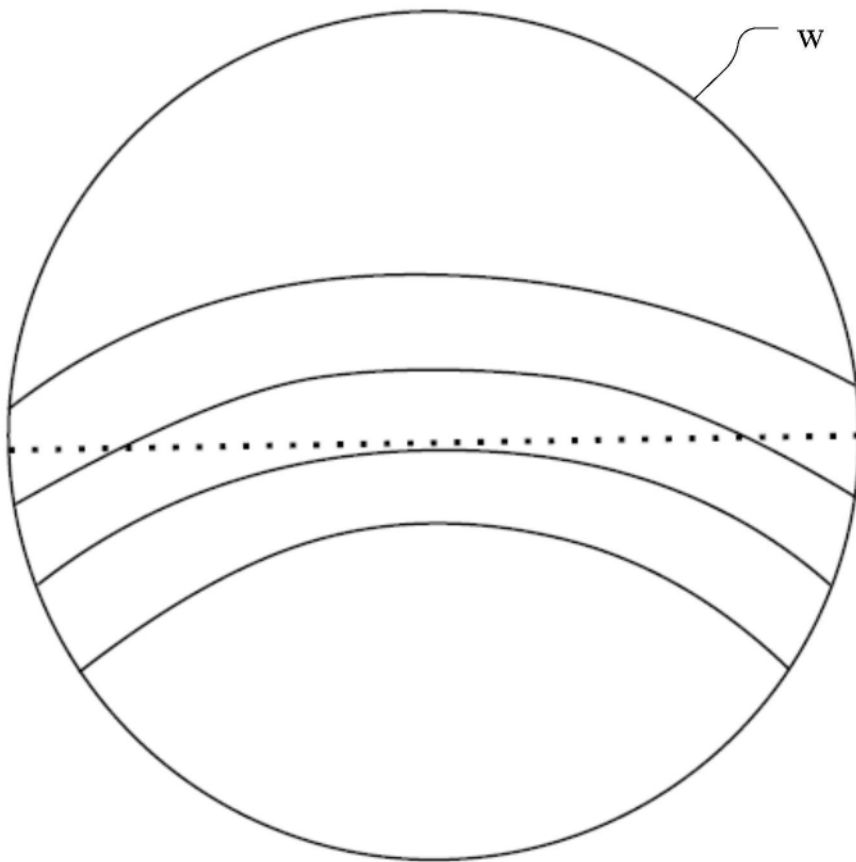


图4

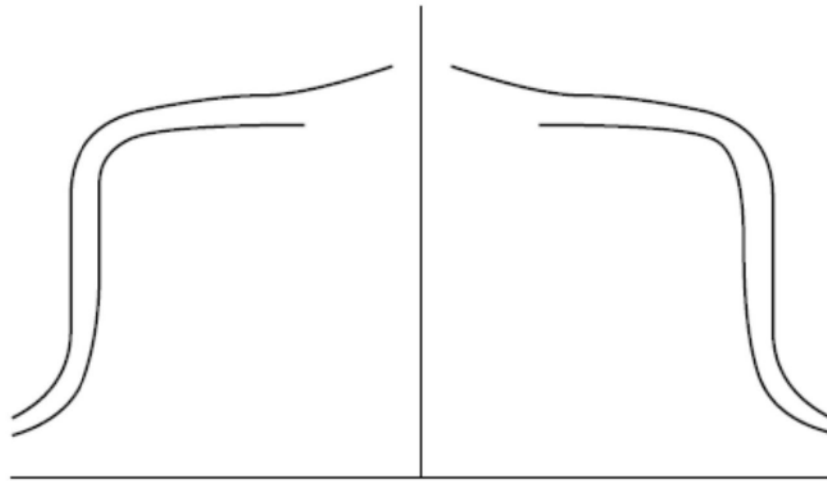


图5

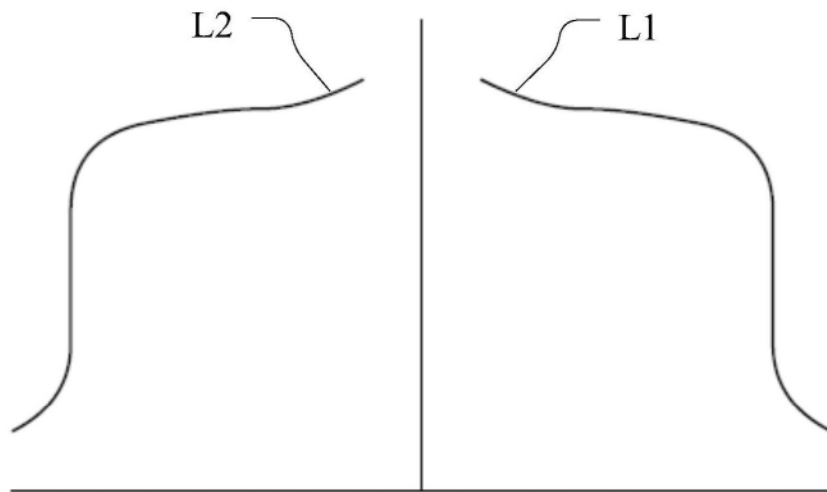


图6

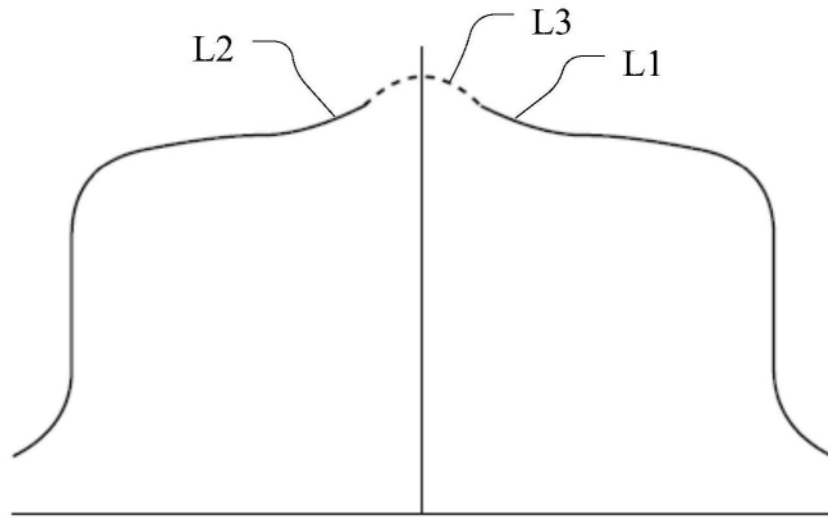


图7

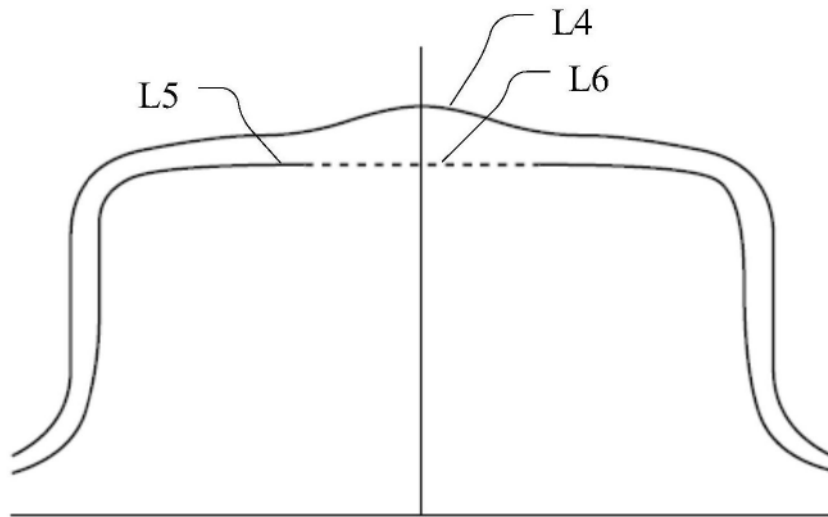


图8

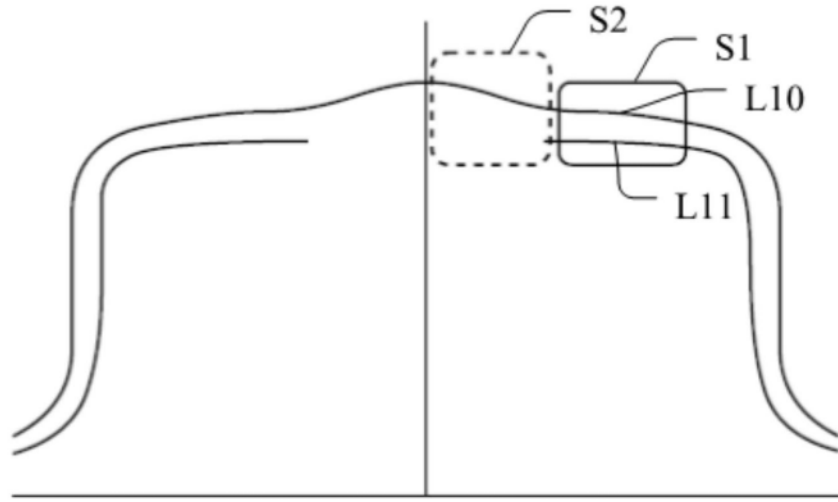


图9

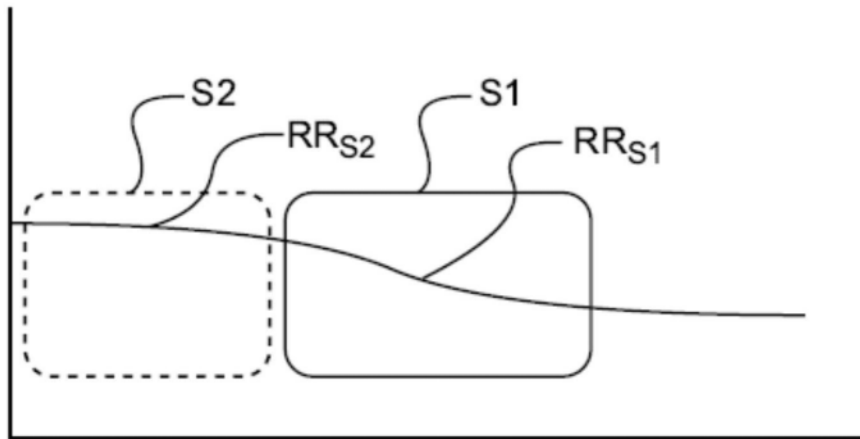


图10

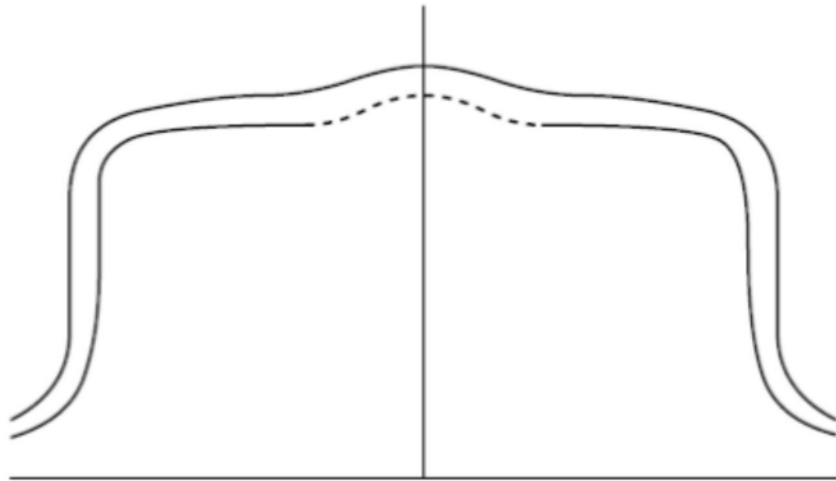


图11

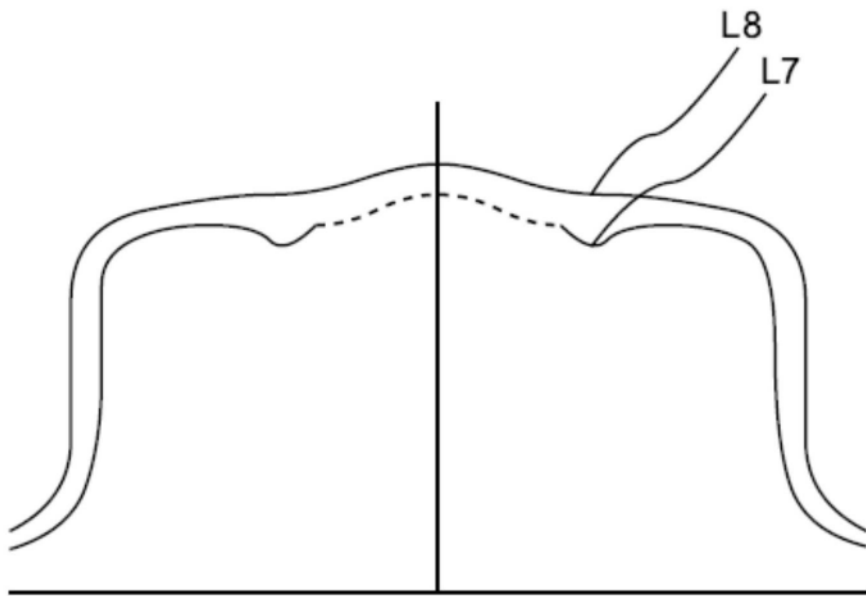


图12

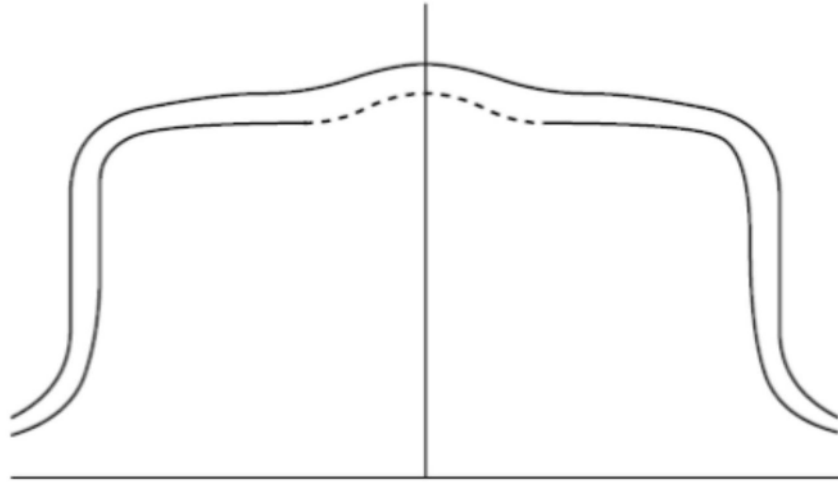


图13

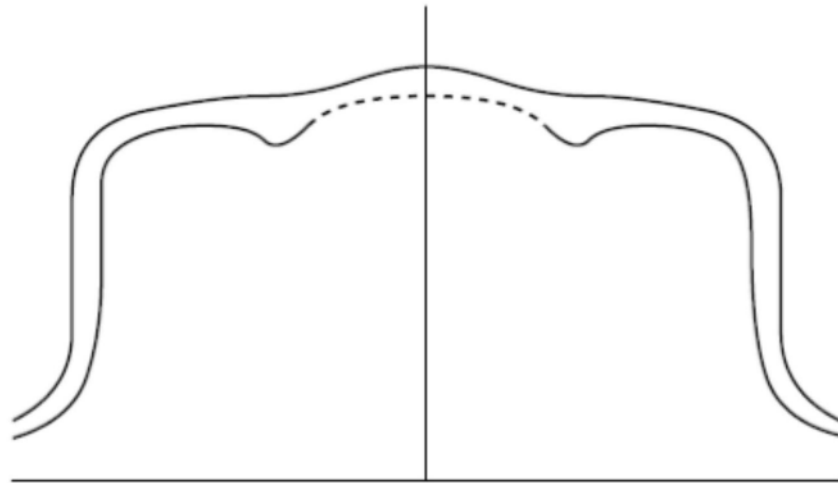


图14