

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102049329 A

(43) 申请公布日 2011. 05. 11

(21) 申请号 200910209071. 1

(22) 申请日 2009. 10. 30

(71) 申请人 株式会社井上制作所  
地址 日本神奈川县

(72) 发明人 井上芳隆 初谷长治

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001  
代理人 朱美红 杨楷

(51) Int. Cl.

B02C 4/02 (2006. 01)

B02C 4/28 (2006. 01)

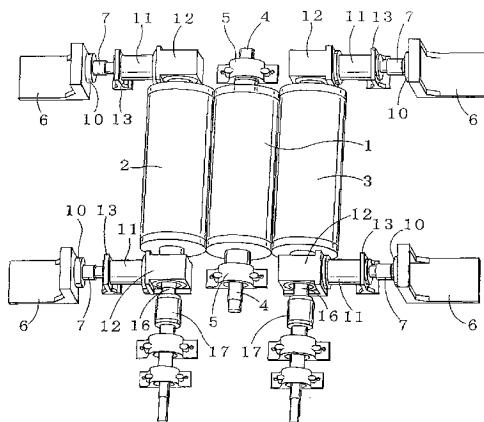
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 6 页

(54) 发明名称

辊式磨机

(57) 摘要

提供一种在墨、涂料、陶瓷、药品、食品、电子材料及其他各种产品的制造工序中、将处理材料中的微粉体 - 纳米粒子等物质混匀 - 分散处理的辊式磨机中、使得能够自动地控制辊间的距离的全自动电子控制的辊式磨机。辊式磨机在架台上具有能够在伺服马达和滚珠丝杠作用下沿该辊的直角方向相对于中辊 1 微小移动的前辊 (2) 和后辊 (3)。在中辊与前辊间以及中辊与后辊间设有测量辊间距离的激光传感器 (18) 并设有测量上述辊间推压的测力传感器 (10)。具备将来自各传感器的检测信号反馈而管理为一定距离、一定推压的电子自动控制机构，驱动上述伺服马达来调节移动辊的位置。



1. 一种辊式磨机,是为了将处理材料中的微粉体 - 纳米粒子等物质混匀 - 分散处理而使用的辊式磨机,其特征在于,具有固定在架台上的固定辊、和可接触分离地设在该固定辊上的移动辊,将该移动辊可在伺服马达和滚珠丝杠作用下沿该辊的直角方向微小移动地设置,在上述固定辊与移动辊之间设有测量辊间距离的激光传感器并设有测量上述辊间推压的测力传感器,具备将从各传感器随着时间经过带来的检测信号反馈而将固定辊与移动辊之间管理为一定距离以及一定推压力的电子自动控制机构,通过该电子自动控制机构驱动上述伺服马达而依次调节移动辊的位置。

2. 如权利要求1所述的辊式磨机,其特征在于,上述辊式磨机是具有沿横向并列的3根辊的3根辊式磨机,将固定在架台的中央的中辊作为固定辊,将设在该中辊的前后的前辊和后辊作为移动辊,做成了能够在伺服马达和滚珠丝杠作用下沿中辊的直角方向移动、以便能够使在中辊和前辊、中辊和后辊之间产生的各辊间的接触线推压力在接触线上的哪个位置上都相等的移动辊。

3. 如权利要求2所述的辊式磨机,其特征在于,在前辊、中辊、后辊上设有凸面,将伴随着通过前辊与中辊、中辊与后辊的各对辊间的旋转差产生的摩擦力的差异的推压力的变化也合计而反馈给电子自动控制机构。

4. 如权利要求3所述的辊式磨机,其特征在于,上述电子自动控制机构是一边通过测力传感器监视载荷一边通过激光传感器控制辊间距离的变位控制。

5. 如权利要求4所述的辊式磨机,其特征在于,上述电子自动控制机构是一边通过测力传感器监视载荷一边通过激光传感器控制辊间距离的变位控制,设为在发生了虽然不是紧急停止的程度但较大的干扰时临时从变位控制向根据测力传感器的载荷控制切换的程序,设为在干扰收敛后直接从载荷控制向变位控制返回的程序。

6. 如权利要求4或5所述的辊式磨机,其特征在于,上述辊间距离由考虑到工作中的辊的接触面的压扁的轴间距离 D、通过辊间的捏持部的处理材料的膜厚 e<sub>1</sub> 和膜厚 e<sub>2</sub> 的沿着时间变化的时间的函数 e(t) 规定。

7. 如权利要求2或3所述的辊式磨机,其特征在于,上述移动辊的前辊和后辊的各辊轴分别连结在驱动马达上,在该驱动马达与各辊的辊轴之间设有容许与辊轴直角方向的移动的施密特联接器。

## 辊式磨机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及在湿式分散中使用的辊式磨机,更具体地讲,涉及在墨、涂料、陶瓷、药品、食品、电子材料及其他各种产品的制造工序中、为了将处理材料中的微粉体 - 纳米粒子等物质混匀 - 分散处理而使用的辊式磨机。

### 背景技术

[0002] 作为用来将处理材料中的微粉体 - 纳米粒子等物质混匀 - 分散处理的装置,广泛地使用使转速不同的多个辊、例如前辊、中辊、后辊沿横向并列 3 个的 3 根辊式磨机。并且,在该辊式磨机中,例如如实开平 1-83438 号公报所示,用测力传感器(测力计)检测作用在辊间的载荷,通过用手动操控使前辊和后辊移动来调节辊间的距离。如果想要代替这样的手动操控而单单通过伺服马达等自动控制,则会产生下述那样的各种问题,仅通过测力传感器进行的载荷控制难以准确地自动控制。

[0003] 一般,用来将处理材料混匀 - 分散的辊式磨机如图 1 所示,在架台(框架)上可移动地设有后辊、前辊,各辊在两端部具有辊轴,在辊轴上安装有省略了图示的轴承,经由该轴承被施加推压力。位于上述后辊与前辊之间的中辊的辊轴的轴承固定在架台上。因而,在两辊的推侧辊接触线上有“推压力 b”,在固定侧辊接触线上产生“反作用力 a”。在辊的表面上设有凸面 R1、R2,以使该推压力(接触反作用力)如图 2 中那样在接触线上不是如 c 或 d 那样的曲线而为一定值的分布(平坦的一条线)。此外,推侧辊与固定侧辊以相互不同的转速旋转,它们被驱动以使得在两辊间也产生摩擦力,该摩擦力也承担分散效果的一部分。

[0004] 上述推压力(或反作用力)与辊表面上的凸面处于具有某种相关的微妙的关系,该相关关系必须用恰当的原因与结果的关系在理论上建立关联。此外,施加在两辊间的摩擦力对该推压力(或反作用力)带来影响,可知该影响是作为推压力的变动量所不能忽视的存在。即,成为( $\text{外插推压 } ; P_1, P_2 = (\text{接触线上推压}) + (\text{因为摩擦力带来的变动量})$ ),外插推压力不会原样成为接触线上的推压力。

[0005] 对于这样的现象,基本上制作这些接触的两个辊的组合的有限要素解析模型,进行在接触线上暂时增加载荷的同时接触部分扩大的非线性解析,基于该解析而具体地得到来自后辊的推压  $P_1$ 、来自前辊的推压  $P_2$ 、后辊的凸面  $R_1$ 、中辊的凸面  $R_2$ 、前辊的凸面  $R_3$  及后辊与中辊的距离  $\delta_1$ 、中辊与前辊的距离  $\delta_2$  的关系。

[0006] 此外,关于辊间的摩擦,如上所述,已知如果存在摩擦,则其作为变动量参与,将所需的“推压力”向不正确的方向拖拉。因而,上述各辊的推压及辊间距离只要维持没有摩擦时的  $P_1, P_2, \delta_1, \delta_2$  的关系就可以。为此,可知只要将除去了  $P_1, P_2$  后剩下的  $\delta_1, \delta_2$  用作控制的指标就可以。鉴于此,只要进行变位控制、即进行辊式磨机的控制运转以维持在加工开始时决定的辊间距离  $\delta_1, \delta_2$  就可以。

[0007] 更详细地讲,关于辊式磨机,有一定的辊尺寸,并且有使用者要求的分散加工方面的推压力。使用这些首先实施一次辊的静解析。根据其结果可知然后对辊附加的凸面的曲线形状和曲线峰值(通常处于中央)为怎样的值。接着,编入该解析结果,向附加了凸面的

辊解析模型变更。使用两个该模型,做成最初仅使中央的凸面顶峰部分接触的接触解析模型。以将 1 个辊作为固定辊、从支承辊两端部的另一个辊的两端部分作用相同负荷的程序按照载荷增量法实施有限要素法非线性接触解析。因而,载荷被按照各步骤细致地分割,最终达到 P1 或 P2。其结果是大致图 2 中处于“一定反作用力”那样的形状。根据该结果得到在接触线上具有一定推压力(或反作用力)的分布,此时作为相关数值而得到 R1、R2、R3、P1、P2、 $\delta_1$ 、 $\delta_2$ 。其中的 R1、R2、R3 被用作辊设计时的凸面量,其余的 P1、P2、 $\delta_1$ 、 $\delta_2$  成为在自动控制中使用的数值。

[0008] 如上所述,辊式磨机的自动控制基本上优选的是通过传感器检测辊的位置而变位控制,但由于仅通过变位控制具有下述那样的问题,所以除了变位控制以外需要一边监视载荷一边进行部分的修正。首先,因为辊左右端的载荷的不平衡会发生如下的不良状况。如图 3 所示,通常,在辊与辊的接触线压与对辊附加的凸面形状平衡的地方,几乎为平坦的分布载荷。但是,实际上,如果在图 3 中设 A、B 为辊的支点、设 C 为中央点、设 AC = L2、CB = L1,则在分布载荷中,AB/2 = L1 = L2 的中央点 C 稍稍变大。

[0009] 此外,将该分布载荷替换为解析上 C 中的集中载荷考虑更简单,所以这里考虑作用着集中载荷 P2(P1)。于是,可知在辊上在 C 点的两侧作用有力矩  $P2 \times L1$ 、 $P2 \times L2$ 。但是,有因某种干扰而接触线压分布如图的最下段那样倾斜的情况。此时有 P2 的位置从中央点 C 偏离的、例如成为  $L1 > L2$ (当然也有  $L2 > L1$ )的情况。此时如果是载荷控制则总 P2 不变化,所以结果上述力矩成为  $P2 \times L1 > P2 \times L2$ ,产生左右的力矩差。这样,P2 被向用于该力矩差的 L1 侧(B 侧)、即力矩较大侧拉伸。此外在相反时被向 A 侧拉伸。由此,具备总是作用有要使 P2 留在中央点 C 的力、所谓的自调节力。

[0010] 但是,如果控制上设为只有变位控制的反馈控制,则成为没有作用有上述自调节力的机构。具体而言,根据变位控制,虽然也应当矫正辊左右端的负荷不平衡,但如果实际上运转,则仅通过变位控制,可以看到屡次有当在辊的两端部发生了微妙的不平衡时、即使在变位上的数值误差中没有表现、但作为载荷能够检测到微妙的不平衡的现象。

[0011] 进而,如果研究实际工作运转时的“载荷与变位的关系”、和静态载荷时的“载荷与变位的关系”,则在如上述那样在辊上作用有推压 P2(P1) 时,如图 4 所示,当然接触部分在截面中观察会成为有点压扁的圆。即,在图 4 中,如果设辊的半径为 R、辊轴间距离为 D,则为  $2R > D$ 。此时的压扁量如果设为  $2R - D = 2d$ ,则在 1 个辊中可以将该 d 称作压扁量。此时的上述辊间距离  $\delta_1$ ( $\delta_2$ ) 被作为 D 控制。

[0012] 那么,是不是说在投入了材料时作为辊轴间距离 D 开始实际工作变位控制运转呢,其实并非如此,而是将考虑到了夹着材料带来的间隙 e 的“D+e”作为变位控制的实际数值运转。因而,在工作中的变位控制运转时需要调节载荷是否与静态求出的 P2(P1) 一致,此时需要检测测力计的监视值而以与 P2(P1) 一致的“D+e”运转。因此,在这样的情况下,上述辊间距离  $\delta_1$ ( $\delta_2$ ) 被作为 D+e 控制。

[0013] 在辊式磨机中,一般将该“e”称作捏持部(nip),将材料投入侧(第 1 间隙)的捏持部特别称作进给捏持部(feed nip),将拨出侧(第 2 间隙)的捏持部称作挡板捏持部(apron nip),但在本说明书中以下将两者统称而称作捏持部。

[0014] 此外,已知:由于在混匀-分散过程中在辊间夹着处理材料,所以通过捏持部的处理材料的初始的膜厚与间隙 e 相同而为膜厚 e,而如果混匀-分散继续进行则该膜厚 e 减

少。在将该膜厚  $e$  的时间性变化作为时间的函数  $e(t)$  经验上掌握时, 将上述  $e$  程序化, 上述辊间距离  $\delta_1$  ( $\delta_2$ ) 被作为  $D+e(t)$  控制。

[0015] 进而, 在将处理材料投入到 3 根辊式磨机中时, 根据材料本来的性质、随着分散继续进行而有材料的粘度下降的倾向是周知的事实。如果设想将该机械多路 (パス) 次循环使用, 则有可能随着粘度下降, 如果仅维持“变位控制”则每当路次数增加时对材料施加的负荷减少。当前, 在业界中几乎都是将 3 根辊式磨机多次路使用的例子。在这样的情况下, 需要进行测力计 (负荷) 监视, 如果做成当在某个宽度下材料的粘度下降变得显著时、即使不从外部施加干预也能够在程序上执行该修正的机构, 则用户能够通过 1 个工序的分散处理实现想要的分散。这样, 具备虽然运转控制是变位控制但通过测力计 (测力传感器) 监视载荷、通过程序调节其变动量的机构。

[0016] 此外, 还有发生了异常负荷时的问题。假设在运转 3 根辊式磨机过程中在辊间误混入了比通常大的物体时, 如果只是“变位控制”, 则控制机构想要维持其变位而产生巨大的负荷, 结果也可以想象损失机械的功能的状况。为了对应于此, 将推压测量用的测力计 (测力传感器) 插入到控制系统中, 可以采用在发生了不可避免触发性的急剧的变位的状况的瞬间通过迅速的反馈避免巨大的负荷、保护机械的程序。在将所谓的“避免异常负荷的安全对策”组装到系统中的方面测力计也是有效的。进而, 除了如上述那样夹入比通常大的物体的异常情况以外, 也有因一定的显著的粘度的不均匀、或辊上的处理材料的偏倚等而出现较大的变位的差异的情况。此外, 在这些连续地发生的情况下, 在使该差异收敛的控制的时间效率方面, 可知变位控制与载荷控制相比稍差。

[0017] 所以, 为了避免该冗长性而进行迅速的控制, 更优选的是, 设为在发生了虽然不是紧急停止的程度、但较大的干扰时临时将变位控制切换为载荷控制的程序, 设为在干扰收敛后直接从载荷控制向变位控制返回的程序。

## 发明内容

[0018] 本发明的目的是解决上述那样的变位控制或载荷控制的各缺点、提供一种能够通过全自动控制控制辊间距离、使分散品质提高的辊式磨机。

[0019] 根据本发明, 提供一种辊式磨机, 是为了将处理材料中的微粉体 - 纳米粒子等物质混匀 - 分散处理而使用的辊式磨机, 其特征在于, 具有固定在架台上的固定辊、和可接触分离地设在该固定辊上的移动辊, 将该移动辊可在伺服马达和滚珠丝杠作用下沿该辊的直角方向微小移动地设置, 在上述固定辊与移动辊之间设有测量辊间距离的激光传感器并设有测量上述辊间推压的测力传感器, 具备将从各传感器随着时间经过带来的检测信号反馈而将固定辊与移动辊之间管理为一定距离以及一定推压力的电子自动控制机构, 通过该电子自动控制机构驱动上述伺服马达而依次调节移动辊的位置。

[0020] 并且, 提供一种辊式磨机, 作为上述辊式磨机, 是具有沿横向并列的 3 根辊的 3 根辊式磨机, 将固定在架台上的中央的中辊作为固定辊, 将设在该中辊的前后的前辊和后辊作为能够分别自动控制的移动辊。

[0021] 此外, 上述自动控制以一边通过测力传感器监视载荷一边通过激光传感器控制辊间距离的变位控制为基础。并且, 做成了当发生了较大的干扰时临时从变位控制切换为载荷控制而进行控制、在干扰收敛后直接从载荷控制返回变位控制的程序。此外, 提供将辊间

距离作为对考虑到工作中的辊的压扁的辊轴间距离 D 加上表示通过捏持部的处理材料的膜厚的时间性变化的时间的函数  $e(t)$  的值编程的上述自动控制。

[0022] 本发明如上述那样构成，同时采用变位控制和载荷控制，通过反馈控制自动控制以随着时间经过而维持规定的辊间距离，所以能够得到使用带有凸面的辊的接触线上一定的推压力（反作用力）分布，并且不会失去来自因辊的旋转差产生的摩擦力的分散效果，能够得到对应于自调节及辊的压扁量、处理材料的粘度变化、异常载荷的发生等而总是在预先设定的一定的辊接触力下工作的 3 根辊式磨机等辊式磨机，通过将该辊式磨机作为分散机，能够响应较高的分散品质（精度）要求。换言之，分散后的粒度分布也为比以往的辊式磨机窄的幅度，并且通过设为自动控制，能够将依赖于人的控制技术的操作从人向机械转移。

## 附图说明

[0023] 图 1 是表示固定辊与推侧辊（移动辊）在一定的推压力下接触时的凸面曲线和辊接触线等的概略图。

[0024] 图 2 是表示辊接触状态下的接触线上的分布推压力（反作用力）的说明图。

[0025] 图 3 是说明接触线上的推压力分布和自调节力关系的说明图。

[0026] 图 4 是表示伴随着作用有推压时的辊的压扁量的辊间距离的说明图。

[0027] 图 5 是表示本发明的一实施例的辊式磨机的俯视图。

[0028] 图 6 是表示移动辊的向架台的安装部分的主视图。

[0029] 图 7 是表示移动辊的向架台的安装部分的另一例的主视图。

## 具体实施方式

[0030] 本发明可以应用到在墨、涂料、陶瓷、药品、食品、电子材料及其他各种产品的制造工序中、为了将处理材料中的微粉体 - 纳米粒子等物质混匀 - 分散处理而使用的各种辊式磨机中，而在图 5、图 6 中，作为本发明的辊式磨机的一实施例，表示了将中央的中辊 1 固定、在其横向的前后可接触分离地并列设有前辊 2 和后辊 3 的 3 根辊式磨机。在图 5 中，支承中辊 1 的辊轴 4 的轴承 5 固定在架台（框架）（图示略）上，前辊 2 和后辊 3 位于其两侧。

[0031] 前辊 2 和后辊 3 以大致相同的安装构造向架台安装，图 6 表示安装部分的一实施例，在图中，在左侧有固定在架台上的伺服马达托架 6，在其上设有变位驱动专用伺服马达（图示略），该伺服马达的旋转力被向滚珠丝杠联接器 7 传递。与传递旋转力同时，也受到经由滚珠丝杠 8 传递来的反作用力，将其向马达托架 6 传递。因此，在两者间组装有轴承 9，同时在托架 6 与轴承 9 之间安装有用于反作用力测量的测力计（测力传感器）10。

[0032] 滚珠丝杠 8 与滚珠丝杠联接器 7 通过键结合牢固地结合，将旋转力向滚珠丝杠传递。在滚珠丝杠内，旋转力被向前进力（推进力）变换，经由滚子推杆 11 向滚子轴承保持器 12 传递前进力（推进力）。

[0033] 滚珠丝杠 8 和滚子推杆 11 安装在相同的丝杠固定板 13 上，在该丝杠固定板上安装有 LM（直线运动）导引部 14。此外，在滚子轴承保持器 12 上也安装有同样的 LM 导引部 15，这两个 LM 导引部被制作为使其在共通的两条轨道上移动，保持两者的直进性。

[0034] 在图 6 所示的实施例中，作为可沿轴向移动地支承滚珠丝杠 8 的构造，将滚珠丝杠

8 固定在丝杠固定板 13 上, 将该丝杠固定板 13 经由 LM( 直线运动 ) 导引部 14 可移动地安装在框架上。图 7 表示将保持板固定在框架上的实施例, 保持板 13a 固定在框架上, 滚珠丝杠 8 经由圆筒滚子径向轴承等轴承 20 插通在保持板 13a 中。通过该结构, 滚珠丝杠能够在被保持板支承的状态下沿轴向移动。

[0035] 在滚子轴承保持器 12 内的轴承上组装有后辊(前辊)主体的辊轴 16。在该辊轴 16 上, 经由施密特联接器 17 分别连结着驱动马达(图示略)。该施密特联接器 17 是在轴心不同的动力传递中能够在旋转中进行轴的平行移动的机构, 所以通过该机构, 能够在对辊轴 16 容许直角方向的移动的同时、将来自驱动马达的旋转驱动力等速地传递给该辊轴 16。

[0036] 为了准确地测量伺服马达托架 6 与辊之间的距离, 在伺服马达托架 6 上固定有激光变位仪(激光传感器)18, 对存在于辊的端部上的辊凸缘部分直接照射激光光来测量距离。

[0037] 由于上述伺服马达托架 6 固定在架台上, 上述中辊 1 的辊轴 4 的轴承 5 也固定在架台上, 所以通过测量伺服马达托架 6 与辊(凸缘)之间的距离, 能够测量中辊的辊轴 4 与后辊 3(前辊 2)的辊轴 16 之间的距离。该伺服马达托架 6 与辊(凸缘)之间的距离在辊静止状态下由初始推压(静态)决定, 以后在辊驱动中进行反馈控制以使其成为一定。为了该控制而使用根据伺服马达旋转力的滚珠丝杠推进力。此外, 设有电子自动控制机构, 以使其通过反馈控制瞬间驱动上述伺服马达而管理为一定距离、一定推压。

[0038] 如图 5 所示, 图 6、图 7 所示的控制系统装备在前辊 2 的左右两端、后辊 3 的左右两端的共计 4 处, 它们经由 LM 导引部固定在同一平面上的架台上, 中辊的左右两端固定在架台上。因而, 如果上述辊式磨机运转, 则通过上述激光传感器 18 及测力传感器(测力计)10 瞬间带来辊间距离及瞬间带来作用在辊上的辊间推压, 所以通过将来自该传感器的检测信号反馈而驱动上述伺服马达、使辊轴 16 沿与辊直角方向微小移动, 能够全自动地最佳运转为一定距离、一定推压, 能够提高分散效果。此时, 自动控制如上所述, 以一边通过测力传感器监视载荷一边通过激光传感器控制辊间距离的变位控制为基础。并且, 设为当发生较大的干扰时临时从变位控制切换为载荷控制而控制、在干扰收敛后直接从载荷控制回到变位控制的程序。此外, 也采用将辊间距离作为对考虑到工作中的辊的压扁的辊轴间距离 D 加上了表示通过捏持部的处理材料的膜厚的时间性变化的时间的函数  $e(t)$  的值而编程的上述自动控制。

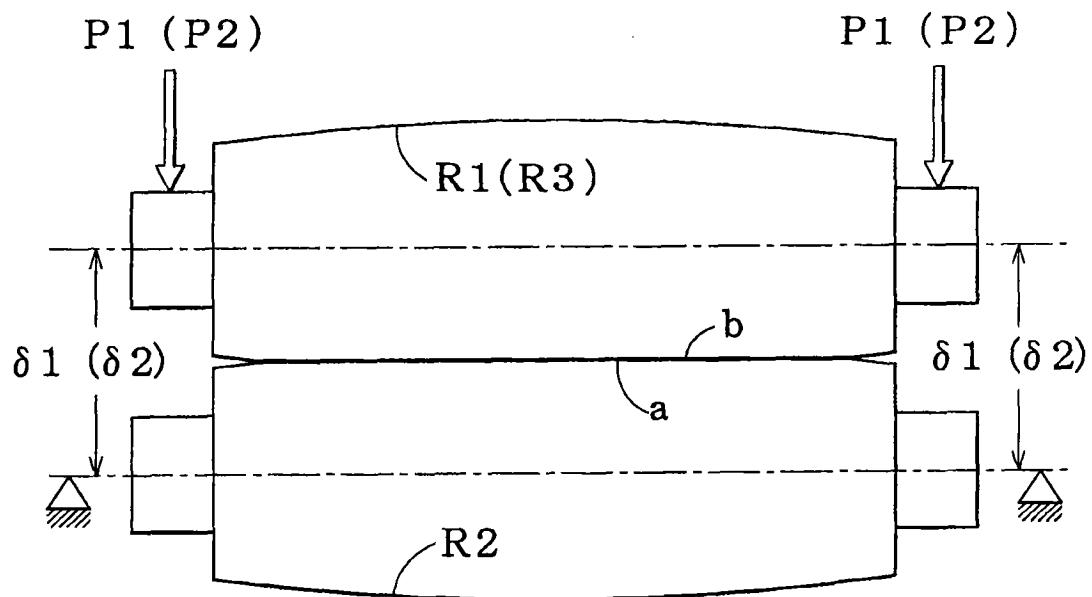


图 1

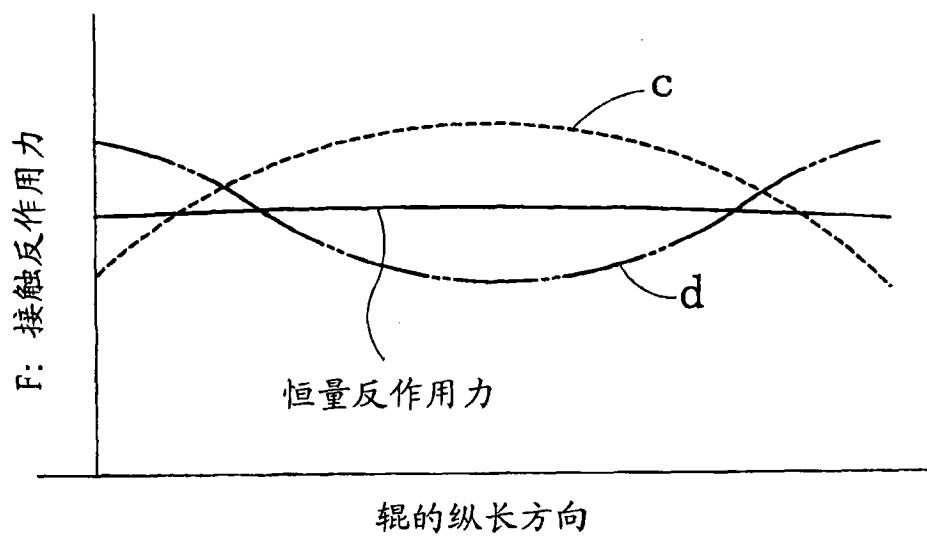


图 2

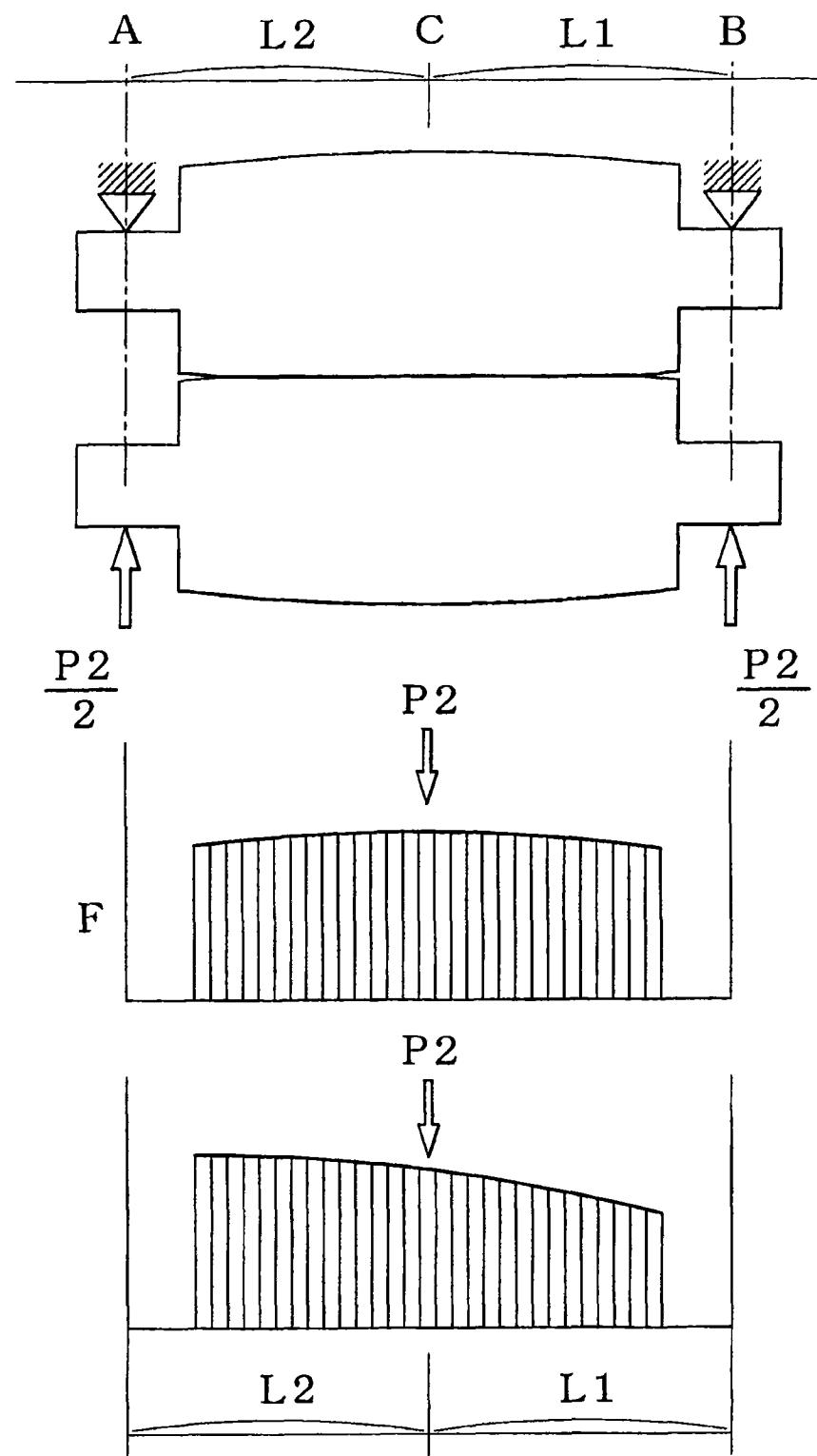


图 3

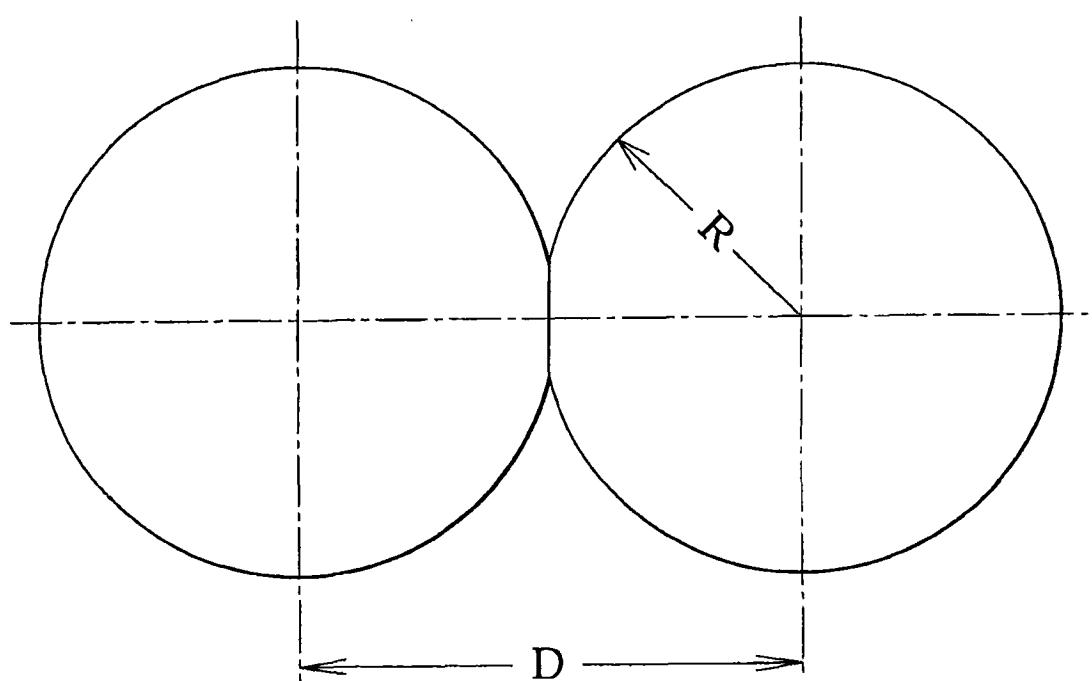


图 4

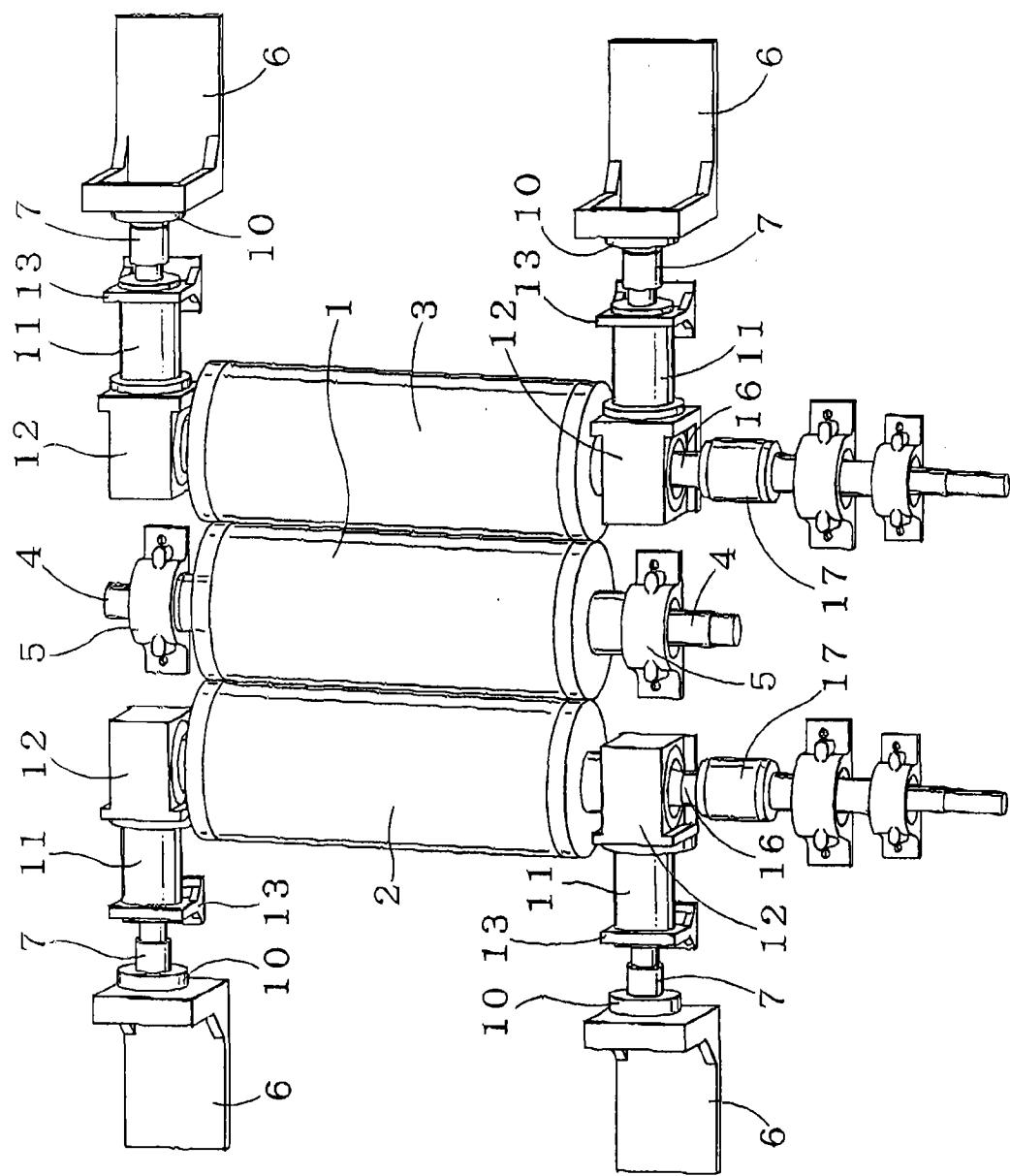


图 5

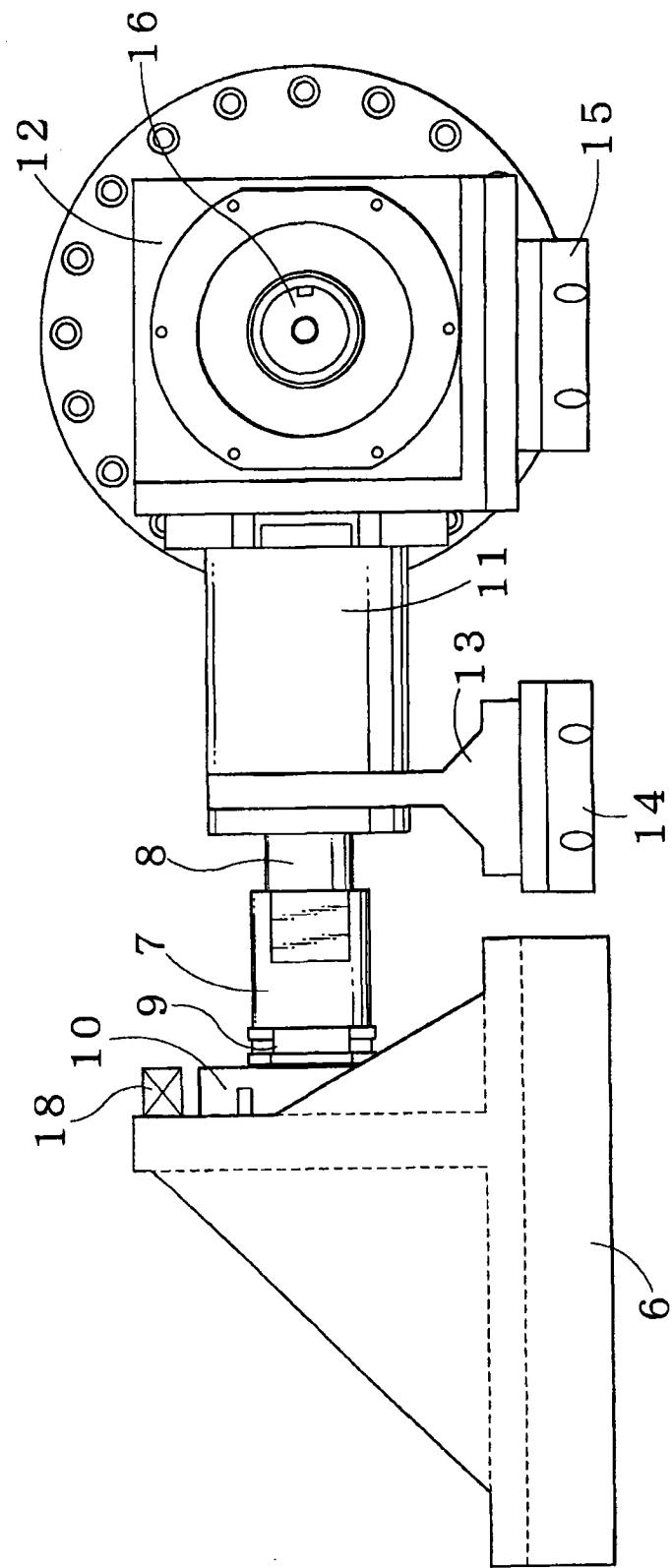


图 6

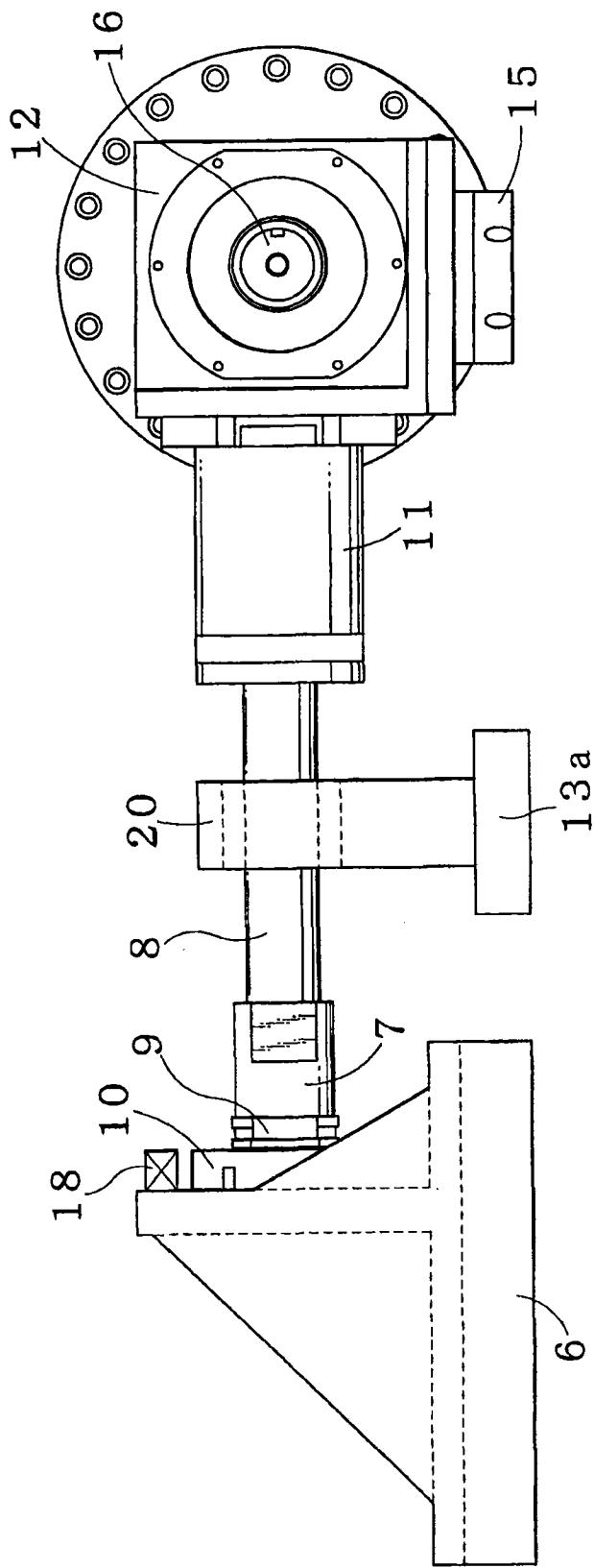


图 7