

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F26B 3/347

F26B 25/22



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96198059.1

[45] 授权公告日 2003 年 12 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 1131983C

[22] 申请日 1996.9.12 [21] 申请号 96198059.1

[30] 优先权

[32] 1995.9.15 [33] GB [31] 9518885.0

[86] 国际申请 PCT/GB96/02250 1996.9.12

[87] 国际公布 WO97/10482 英 1997.3.20

[85] 进入国家阶段日期 1998.5.4

[71] 专利权人 微波干燥有限公司

地址 英国格罗斯特郡

[72] 发明人 P·格里思 F·瓦克费尔德

R·舒特

审查员 杨祥钧

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

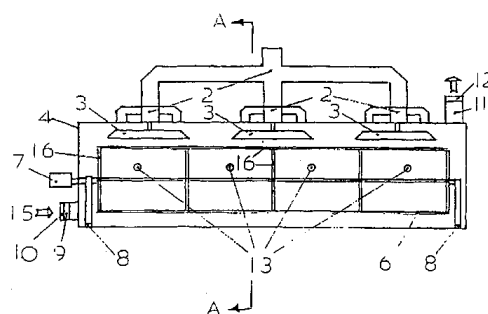
代理人 王勇 张志醒

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

[54] 发明名称 木材干燥装置和方法或所谓的风干处理

[57] 摘要

一种木材干燥装置，包含一限定用于包含一定数量木材的微波干燥腔的壳体、耦合到该壳体的用于产生微波能量引入干燥腔的微波发生器(1)、检测在干燥腔内的木材温度的温度检测装置(13)和/或检测在干燥腔内的木材重量的重量检测装置，以及一响应于检测的温度和/或重量信号而改变微波发生器的功率输出的控制装置。还可以检测在干燥腔内的湿度和/或空气温度。木材可以在干燥腔内摆动。



1. 一种木材干燥装置，包含：一包含一定数量木材的壳体，用于检测在壳体内部的木材温度的温度检测装置、用于加热在壳体内部包含的木材的装置和用于响应所检测的温度改变用于加热木材的装置的控制装置；其特征在于，该壳体包含：一干燥腔（4）；该加热装置是微波发生器（1），其通过至少两个波导（2）耦合到干燥腔（4），用以将微波能量引入干燥腔（4）；至少一个温度检测装置，配置为用于检测干燥腔内的木材表面温度；重量检测装置（8），用于检测在干燥腔（4）内的木材重量；以及控制装置，将检测温度和检测重量联系起来，以调节微波能量的引入。

2. 根据权利要求1所述的装置，其特征在于还包括通风装置（10、11），其配置用以使空气移动通过干燥腔（4），以便调节包含干燥腔（4）中的空气湿度和空气温度的组别中的至少一个。

3. 根据权利要求2所述的装置，其特征在于所述通风装置（10、11）包含湿度传感器（9、12），用于提供代表传感器附近空气湿度的信号输出，该输出信号用作调节通风装置（10、11）的工况的输入信号。

4. 根据权利要求1-3之一所述的装置，其特征在于包含木材支架（16），其配置用以支承在干燥腔（4）内部的木材。

5. 根据权利要求4所述的装置，其特征在于用于支架（16）的装置（7），其能使干燥腔（4）内的支架（16）上支承的木材产生选自包含摆动和旋转的组别中的一个动作。

6. 根据权利要求1-3之一所述的装置，其特征在于包含微波搅动装置（3），其在干燥腔（4）内部可以改变在干燥腔（4）内的微波能量的空间分布。

7. 根据权利要求1-3之一所述的装置，其特征在于，设有一开口和一封闭门（5），封闭门（5）是可打开的，以便经过该开口通到干燥腔（4）的内部，因此可将木材送入干燥腔内。

8. 根据权利要求1-3之一所述的装置，其特征在于具有多个开口和封闭门（5）以及一装置，用于以连续方式调节每一开口的封闭门（5），以便周期性地经过开口将木材提供。

9. 根据权利要求 1-3 之一所述的装置, 其特征在于温度检测装置 (13) 包含至少一个红外高温计, 其用于测量在干燥腔内木材的表面温度。

5 10. 根据权利要求 1-3 之一所述的装置, 其特征在于温度检测装置 (13) 包含至少一个光纤温度检测器。

11. 根据权利要求 1-3 之一所述的装置, 其特征在于控制装置 (8) 可进行操作, 以便由检测的重量得出在干燥腔内的木材重量变化速度的测量值, 从而得出木材干燥速度的测量值。

10 12. 根据权利要求 11 所述的装置, 其特征在于控制装置控制微波源 (1) 的输出功率, 以保证在干燥腔 (4) 内的木材的干燥速度保持低于一预定最大值。

13. 根据权利要求 11 所述的装置, 其特征在于控制装置用于在至少下列情况的其中之一下:

当木材干燥速度在预定时间内为 0 与一预定最大值之间时;

15 或者在干燥过程中木材重量降低的总量至少等于一预定最小重量损失时, 则指示该木材已充分干燥。

14. 根据权利要求 1-3 之一所述的装置, 其特征在于微波发生器 (1) 可以产生选自包含连续的功率输出或断续的功率输出的组别中的至少一个功率输出。

20 15. 一种干燥壳体中的木材的方法, 所述壳体包含一定数量木材, 用于检测包含在该壳体内部的木材温度的温度检测装置, 用于加热在该壳体内部包含的木材的装置, 连同用于响应于检测的温度改变木材加热装置的控制装置, 该方法的特征在于包含的步骤有: 使该壳体适于用作一微波干燥腔 (4), 通过检测木材的表面温度测量木材的温度; 利用微波发生器 (1) 向干燥腔 (4) 注入微波能量并进而注入其中放置的木材中, 重复检测在干燥腔 (4) 内部的木材的重量和温度, 以及响应于检测的干燥腔 (4) 中的木材的重量和温度, 控制由发生器 (1) 向干燥腔 (4) 中注入的微波功率。

25

木材干燥装置和方法或所谓 的风干处理

5 本发明涉及木材的干燥。

刚砍伐的木材水份含量（以干燥重量为基准按重量计）约为 80 %。如果将这种木材立即用于制造木制品例如成件家俱，随着木材逐渐变干将会产生变形，因此使木制品变形。为了解决这一问题，在将木材用于制成木制品之前，木材应当干燥，对于软木和硬木水份含量应分别在 20 % 到 8 % 的范围内。

按传统方式，通过将砍伐的木材堆放，令其在空气中干燥持续几年使之风干，故木材已经干燥。另外利用烘干炉可以将木材在几周之内干燥。

上述两种方法都不令人满意。由于利用空气干燥或烘干炉干燥法干燥木制品要花相当的时间，为了保证干燥木材的供应量恒常，必须保存大量的木材库存。在很长的时间内存放大量的木材费用是很高的。此外，这两种方法通常需要周期性地重新堆放木材，再者由于开裂和严重变形，大量的木材在干燥之后不能再使用。例如利用上述任一种方法桦木木材通常废品率在 30 % - 40 % 之间。

20 本发明的目的是提供一种改进的木材干燥装置和方法。

根据本发明的第一个方面，提供一种木材干燥装置，其包含：用于包含一定数量木材的壳体，用于检测在壳体内部的木材温度的温度检测装置，用于加热壳体内部包含的木材的装置和用于响应于所检测的温度改变木材加热装置的控制装置；其特征在于，壳体包含一干燥腔（4），该加热装置是微波发生器（1），其利用至少两个波导（2）耦合到干燥腔（4），用以将微波能量引入干燥腔（4）；以及重量检测装置（8），用于检测在干燥腔（4）内部的木材重量。

根据本发明的第一个方面中的第一优选型式的装置，其特征在于，配置有通风装置（10、11），输送空气通过干燥腔（4），以便调节在干燥腔（4）内的湿度和/或温度。通常该通风装置（10、11）包含在干燥腔的空气入口（10）处或空气出口（11）处的湿度传感器（9、12），该湿度传感器（9、12）适于提供代表在传感器附近空气湿度

的输出信号, 该输出信号用作调节通风装置 (10 、 11) 的工况的一个输入量。

根据本发明的第一方面中的第一或第二优选型式的装置, 其特征在于, 配置有木材支承架 (16), 以支承在干燥腔 (4) 内部的木材。

5 根据本发明的第一方面中的第三优选型式的或其前述任一优选型式的装置, 其特征在于, 一用于支承架 (16) 的装置 (7) 可以使由在干燥腔 (4) 内的支承架 (16) 支承的木材产生摆动和/或旋转。

根据本发明的第一方面中的第四优选型式或其前述任一优选型式的装置, 其特征在于, 在干燥腔 (4) 内设有可控制的微波搅动装置
10 (3), 用于改变在干燥腔 (4) 内的微波能量的空间分布。

根据本发明的第一方面中的第五优选型式或其前述任一优选型式的装置, 其特征在于, 设有开口及其封闭门 (5), 该封闭门是可打开的, 以便经过该开口可以通到干燥腔 (4) 的内部, 因此可以将木材送入干燥腔或从其取出。通常, 可形成多个开口及其封闭门 (5), 以及
15 提供一以连续方式调节每个开口的封闭门开闭的装置, 以便利用一或多个开口周期性地向干燥腔送入木材和/或由该干燥腔取出木材。最好, 在干燥腔的每一入口或出口设有微波阻波器以限制微波能量逸失到周围环境

根据本发明的第一方面中的第六优选型式的或其前述任一优选型式的装置, 其特征在于, 温度检测装置 (13) 包含至少一个红外高温
20 计, 用于测量干燥腔内部的木材表面温度。

根据本发明的第一方面中的第七优选型式的或其前述任一优选型式的装置, 其特征在于, 控制装置 (8) 可进行控制以便根据检测到的重量得到装在干燥腔内的木料重量的变化速度的测量值, 从而得到木材
25 干燥速度的测量值。

根据本发明的第一方面中的第八优选型式的或其前述任一优选型式的装置, 其特征在于, 控制装置控制微波源 (1) 的功率输出, 以保证在干燥腔 (4) 内的温度而不是木材的干燥速度保持在一预定最大值之下。

30 根据本发明的第一方面中的第九优选型式的或其前述第七或第八优选型式的装置, 其特征在于, 控制装置用于在下列条件下指示干燥腔 (4) 中的木材已充分干燥, 例如当在预定时间范围内木材干燥速度已

为 0 或小于一预定最大值时；或者在干燥过程中总重量的下降等于或大于一预定最小重量损失时。

根据本发明的第一方面中的第十优选型式的或其前述任一优选型式的装置，其特征在于，微波发生器（1）是可控的，产生几种不同的连续的或断续的功率输出。

根据本发明的第一方面中的第十一优选型式的或其前述任一优选型式的装置，其特征在于，温度检测装置（13）包含至少一个光纤温度检测器。

根据本发明的第二方面的一种木材干燥方法，其中一壳体，包含有一定数量的木材；以及温度检测装置，用于检测在壳体内部的木材温度；以及用于加热包含在壳体内部的木材的装置，连同用于响应检测的温度改变木材加热装置的控制装置，其特征在于，包含的步骤有：使该壳体适于用作微波干燥腔，利用微波发生器向干燥腔注入微波能量因此注入到其中放置的木材，重复检测在干燥腔内部的木材的重量和/或温度，并响应于在干燥腔内的木材的检测重量和/或温度，控制由发生器向干燥腔中注入的微波功率。

该支承架最好包含多个辐条架，其具有由中心毂部以放射形径向配置的各支承臂。需干燥的木材可以安放在支承臂的远端，而该毂部最好以可旋转方式安装到一轴上。通过将需干燥的木材安放在这样两个辐条架之间，木材可以方便地在微波干燥腔内旋转。沿木材的长度方向可以装设一或更多个辐条架，以便在干燥过程中降低长的木材下垂的可能性。

该干燥腔最好具有一可开闭的开口，用以送入需干燥的木材和将其取出。干燥腔可以配置有多个开口，以及该装置通过例如利用传送带将新的一批批木材规则地送入干燥腔而连续地进行控制。

温度检测装置最好包含用于测量木材表面温度的装置。这些装置最好包含至少一个红外线高温计，它们按常规方式配置，测量在木材中心和距木材两端三分之一长度处的温度。由于在每种类型木材的内部和表面温度之间存在预定的关系（其利用内部温度探针结合表面温度测量加以确定），表面温度测量对内部温度测量也是有效的。内部温度本身是很重要的，这是由于其在很大程度上能确定木材的内部压力，这种压力是由于在木材微孔中的水份被加热时产生的。温度检测装置可以按取代

或附加方式包含一或多个光纤温度检测器。在本发明中的这两种类型的检测器已发现具有特殊的优点，因为它们是非金属的并且对微波辐射很少产生或不产生掩蔽作用。此外，在使用高温计的情况下，检测装置可以安装在干燥腔外侧。

5 检测的温度信号可以用作对于控制装置的控制输入信号，以便在干燥过程中能维持预定的温度时间曲线。例如，可使某些木料在相对恒定的温度下被充分干燥。检测的温度单独或与检测的重量相结合用于确定微波发生器的功率输出。最好该温度/时间曲线保持低于预定最大值温度以避免木材变形。

10 通过精确地控制微波发生器的输出功率，可以避免对木材进行不可控微波照射所存在的很多问题。不进行这种控制，木材中的水分可能太快地除去，使得木材的微孔结构破坏。这样会导致木材以开裂方式以“蜂窝”形状（在木材的内部结构中形成很大的空间）以及以“塌陷”方式（其中蜂窝变得如此严重以致引起木材结构塌陷）产生总体变形。

15 最好微波（能量）的频带范围为高于 100 兆赫和/或小于 300 千兆赫。通常频率（它们是政府批准的频率）为 434 兆赫、896 兆赫、915 兆赫、2.45 千兆赫和 4.75 千兆赫。较长的波长能保证更好地穿透木材结构，对于大块木料是优选的。通常，896 兆赫的频率能使总厚度高达 200 毫米的加厚木料干燥。在 2.45 千兆赫下，可以干燥累计厚度至少 100 毫米的木料。木料越大干燥越慢，因为水分仅在端部趋于散失，因此在木料中心形成的压力对于大件木料是很大的。

最好，控制装置可以根据检测的重量得到木料重量变化速度的测量值，因此得到木料干燥速度的测量值（假定重量因水分由木料蒸发而降低可以得出干燥速度）。已经发现，不同类型木料具有一特定最大干燥速度，超过它木材会发生明显变形。因此，最好设有控制装置，以控制微波源的功率输出，保证木材干燥速度保持低于预定最大值。重量变化速度还可以用于确定木材何时基本变干。例如，当木材充分干燥时通常重量变化降为零或十分接近零，装置可以这样安排，即当在预定时间内重量变化为零或小于预定最大值，或者在干燥过程中总重量的降低等于或大于预定最小重量损失时指示木料已充分干燥。最好微波发生器可产生几种不同的功率输出。另外，微波发生器可产生固定的功耗输出以及断续地作通断转换。

根据本发明的方法方面,该利用微波能量干燥木材的方法,包含将木料放入微波干燥腔,重复检测木材的重量和/或温度并根据所检测的重量和/或温度信号控制耦合到干燥腔的微波发生器的功率输出。

参照附图通过举例的方式下面介绍本发明,其中:

5 图1是根据本发明的木材干燥装置的侧视图;

图2是沿图1中的断面线A-A所取的断面图;以及

图3是木材温度和重量与时间的关系曲线图,用于示范性地描述在图1中所示装置中干燥木材时的定量关系。

10 参阅图1和图2,木材干燥装置包含一微波发生器1,用于按896到915兆赫带宽产生辐射能量。该发生器利用波导2耦合到一多波模干燥腔4。产生的能量利用各按常规方式操作的波模式微波搅动器耦合到干燥腔。

15 干燥腔4具有空气入口10和空气出口11。利用分别在入口和出口处的湿度传感器9、12检测通过入口10和出口11的空气的湿度。为迫使空气通过干燥腔4,在空气入口10中安装风扇。

各红外探测器13安装在干燥腔4的壁上。在所示实施例中,在侧壁上安装4个探测器13。然而,探测器的位置可以改变,并应进行选择,以便提供在干燥腔4内的木材表面温度的经常和精确的测量值。

20 另外参阅图2,干燥腔4的侧壁有可打开的门5,以便使木材支承架能送入干燥腔4和由干燥腔4取出。该支承架包含由中心毂部17沿径向向放射状引出的4个支承臂16。木材支承在各臂16上并利用电动机7使之围绕中心毂部17旋转。各支承臂16支承在负荷传感器8上,根据该负荷传感器8可以检测木材和支承架的重量,因此使得在干燥过程中能够监测木材重量的变化。在所示实施例中,除了在干燥腔的每一端
25 的支承臂16以外,在干燥腔的中心还有一组支承臂,以在干燥过程中沿支承臂长度方向支承木材。通过将支承架基本沿水平面和/或基本沿竖直平面往复移动,可以替代木材旋转,即以摆动方式慢慢移动。以附加或替代方式,通过旋转木材可以使木材最好围绕中心毂部17旋转摆动,沿一个旋转方向然后再沿另一旋转方向交替旋转。这样有助于实现木材
30 的均匀照射。利用一些装置例如波模式微波搅动器3、相位变换器和功率调节器来调节在干燥腔内的微波能量分布。

作为用于改变通过干燥腔的空气流量的控制装置的控制输入装

置，除了湿度传感器 9、12 以外，可以使用重量传感装置 8。

图 3 表示对约 205 毫米×320 毫米×30 毫米的槐木块进行重量和温度检测的结果。上部曲线表示随着水分的除去木块的重量降低。在这一特定实验中，在 13 分时出现的温度峰值对应于由木材发出的爆裂声音。

- 5 这种声音是由于木块的结构破坏引起的。这种峰值是不希望产生的，最好对产生功率进行控制，以使温度曲线与图 3 中的“Temp 5”曲线相似。这一峰值还对应于干燥速度的上升（如由在 10 - 15 分之间的更陡峭的重量曲线所示）。通过绘制对特定木材的这一曲线，可以确定最大安全干燥速率，然后可将其输入到控制装置，以确保对微波发生器的功率输出进行适当的控制，对后续的各批木材进行干燥。
- 10

应注意，随着木材变干所有的温度曲线急剧上升。这种急剧上升可用于测定何时木材已干燥。

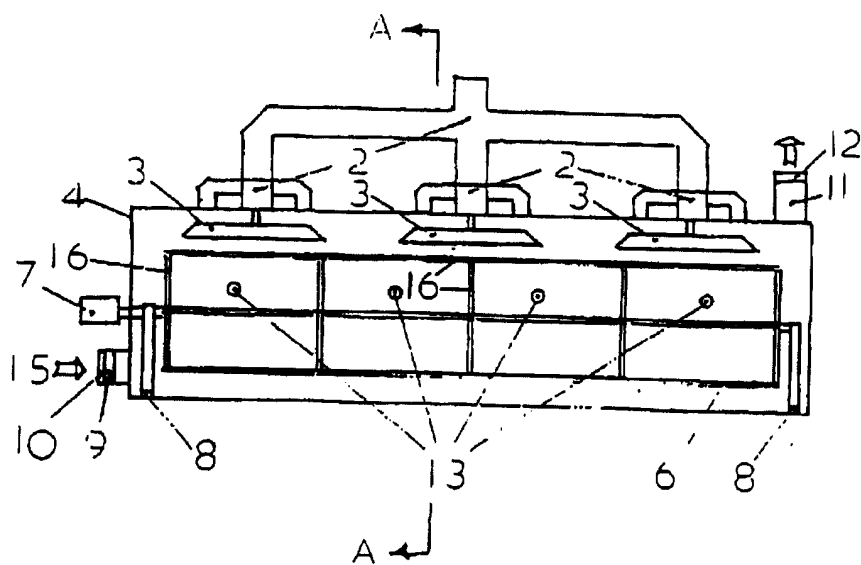
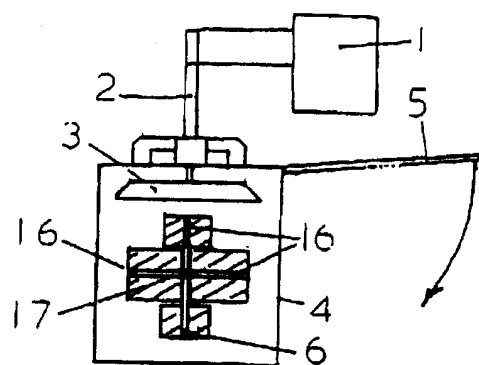


图 1



沿'AA'所取断面

图 2

