



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104955858 B

(45)授权公告日 2017.04.26

(21)申请号 201480006467.5 专利权人 米其林研究和技术股份有限公司
(22)申请日 2014.01.28 (72)发明人 D·杜瓦诺
(65)同一申请的已公布的文献号 (74)专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限公司 11314
申请公布号 CN 104955858 A 代理人 程伟 唐瑞庭
(43)申请公布日 2015.09.30
(30)优先权数据 (51)Int.Cl.
1350716 2013.01.29 FR G08G 4/00(2006.01)
(85)PCT国际申请进入国家阶段日 G09D 161/12(2006.01)
2015.07.29 G09J 161/12(2006.01)
(86)PCT国际申请的申请数据 (56)对比文件
PCT/EP2014/051608 2014.01.28 CN 103748186 A,2014.04.23,
CN 1751082 A,2006.03.22,
(87)PCT国际申请的公布数据 审查员 张晓默
W02014/118163 FR 2014.08.07
(73)专利权人 米其林集团总公司
地址 法国克莱蒙-费朗 权利要求书2页 说明书8页

(54)发明名称

用于粘合木材的水性粘合剂组合物

(57)摘要

水性粘合剂组合物,其包含:-酚-醛树脂,所述酚-醛树脂基于:-带有至少两个醛基官能团的芳族多醛,所述芳族多醛包含至少一个芳香环,以及基于-包含一个或多个芳香环的多酚,其中:在单个芳香环的情况下,芳香环在相对于彼此的间位上带有两个或三个羟基官能团,芳香环的剩余未被取代,在多个芳香环的情况下,至少两个芳香环中的每一个在相对于彼此的间位上带有两个或三个羟基,应理解这些羟基官能团中的至少一个的两个邻位未被取代;-小于16重量%的不饱和的二烯弹性体胶乳。

1. 水性粘合剂组合物,其特征在于,所述水性粘合剂组合物包含:

-酚/醛树脂,所述酚/醛树脂基于:

-至少一种带有至少两个醛基官能团并包含至少一个芳香环的芳族多醛,以及

-至少一种包含一个或多个芳香环的多酚:

在仅一个芳香环的情况下,芳香环在相对于彼此或相对于互相的间位上带有两个或三个羟基官能团,芳香环的剩余部分未被取代,

在多个芳香环的情况下,至少两个芳香环中的每一个在相对于彼此或相对于互相的间位上带有两个或三个羟基官能团,这些羟基官能团中的至少一个的两个邻位未被取代,

-小于16重量%的不饱和的二烯弹性体胶乳。

2. 根据权利要求1所述的组合物,其包含至多10重量%的不饱和的二烯弹性体胶乳。

3. 根据前述权利要求中任一项所述的组合物,其中所述芳族多醛的芳香环带有两个醛基官能团。

4. 根据权利要求1所述的组合物,其中所述芳族多醛的芳香环为苯环。

5. 根据权利要求1所述的组合物,其中芳族多醛选自1,2-苯二甲醛、1,3-苯二甲醛、1,4-苯二甲醛、2-羟基苯-1,3,5-三甲醛和这些化合物的混合物。

6. 根据权利要求1所述的组合物,其中芳族多醛选自1,3-苯二甲醛、1,4-苯二甲醛和这些化合物的混合物。

7. 根据权利要求1所述的组合物,其中芳族多醛为1,4-苯二甲醛。

8. 根据权利要求1所述的组合物,其中在包含仅一个芳香环的多酚的情况下,所述芳香环为苯环。

9. 根据权利要求1所述的组合物,其中在多酚包含多个芳香环的情况下,相对于彼此或相对于互相的间位上带有两个或三个羟基官能团的每个环为苯环。

10. 根据权利要求1所述的组合物,其中多酚选自间苯三酚、2,2',4,4'-四羟基二苯基硫化物和这些化合物的混合物。

11. 一种粘合剂组合物用于粘接两个木材元件的用途,所述粘合剂组合物包含酚/醛树脂和小于16重量%的不饱和的二烯弹性体胶乳,所述酚/醛树脂基于:

-至少一种带有至少两个醛基官能团并包含至少一个芳香环的芳族多醛,以及

-至少一种包含一个或多个芳香环的多酚:

在仅一个芳香环的情况下,芳香环在相对于彼此或相对于互相的间位上带有两个或三个羟基官能团,芳香环的剩余部分未被取代,

在多个芳香环的情况下,至少两个芳香环中的每一个在相对于彼此或相对于互相的间位上带有两个或三个羟基官能团,这些羟基官能团中的至少一个的两个邻位未被取代。

12. 用于制造根据权利要求1所述的水性粘合剂组合物的方法,其中所述多酚和所述芳族多醛在水性溶液中进行混合。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中水性溶液显示出pH在9至13的范围。

14. 用于粘接两个木材元件的方法,其中:

将根据权利要求1所述的水性粘合剂组合物的层施用至两个木材元件中的至少一个,以及

通过水性粘合剂组合物的层将两个木材元件彼此结合。

15. 两个木材元件的经粘接的组件,所述组件包含将两个木材元件彼此结合的根据权利要求1所述的水性粘合剂组合物的层。

用于粘合木材的水性粘合剂组合物

技术领域

[0001] 本发明涉及旨在使木材元件彼此粘合的水性粘合剂组合物,涉及水性粘合剂组合物的用途以及用于制造这种组合物的方法,本发明涉及通过这些组合物用于装配木材元件的方法以及涉及使用这些组合物制造组件。

背景技术

[0002] 使用水性粘合剂组合物使两个木材元件彼此粘接是长期已知的。多种类型的组合物是已知的,其包括如在US 2360376中所描述的酚/醛类型的组合物。这种组合物包括基于甲醛和苯酚的酚/醛树脂。甲醛与苯酚的摩尔比在2至3.5的值的范围内。

[0003] 这种组合物在用于粘接胶合板制品的方法中使用,所述胶合板制品包括多个木材板层。在这种方法的过程中,一个或多个板层用组合物的层涂覆,板层通过组合物的层彼此结合,并且由此结合的板层在压力下进行烘干。由此获得的经粘接的组件借助于组合物优异的粘合性质而显示出高的内聚力。

[0004] 然而,甲醛的使用且相对于苯酚过量的使用不仅在压力下烘干的过程中,而且在储藏以及经粘接的组件的使用过程中导致甲醛的释放。实际上,由于近期法规(特别是欧洲法规)关于这种类型化合物的更改,需要尽可能的限制(实际上甚至消除)甲醛或甲醛前体的使用。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供用于粘接木材的水性粘合剂组合物,其显示出提升的粘合性质并且不使用甲醛。

[0006] 事实上,在他们的研究过程中,本申请人公司已经发现有可能实现上述目标的不使用甲醛的水性粘合剂组合物。

[0007] 因此,本发明的第一个主题涉及水性粘合剂组合物,所述水性粘合剂组合物包含:

[0008] -酚/醛树脂,所述酚/醛树脂基于:

[0009] -至少一种带有至少两个醛基官能团并包含至少一个芳香环的芳族多醛,以及

[0010] -至少一种包含一个或多个芳香环的多酚,应理解:

[0011] 在仅一个芳香环的情况下,芳香环在相对于彼此或相对于互相的间位上带有两个或三个羟基官能团,芳香环的剩余部分未被取代,

[0012] 在多个芳香环的情况下,至少两个芳香环中的每一个在相对于彼此或相对于互相的间位上带有两个或三个羟基官能团,应理解这些羟基官能团中的至少一个的两个邻位未被取代,

[0013] -小于16重量%的不饱和的二烯弹性体胶乳。

[0014] 本发明的另一主题涉及如上所述的粘合剂组合物用于粘接两个木材元件的用途。

[0015] 本发明还涉及用于制造如上定义的水性粘合剂组合物的方法,其中多酚和芳族多醛在水性溶液中混合。

[0016] 本发明还涉及用于粘接两个木材元件的方法,其中:

[0017] -施用如上定义的水性粘合剂组合物的层至两个木材元件中的至少一个,以及

[0018] -通过水性粘合剂组合物的层将两个木材元件彼此结合。

[0019] 本发明还涉及两个木材元件经粘接的组件,其包括如上定义的将两个木材元件彼此结合的水性粘合剂组合物的层。

具体实施方式

[0020] 根据如下描述和实施例将易于理解本发明及其优点。

[0021] I-本发明的水性粘合剂组合物

[0022] 在本说明书中,除非另外明确指出,所示的所有百分比(%)均为重量%。

[0023] 此外,由表述“在a和b之间”表示的任何数值范围代表从大于a延伸至小于b的数值范围(即不包括极限a和b),而由表述“a至b”表示的任何数值区间意指从a延伸直至b的数值范围(即包括严格极限a和b)。

[0024] 表述“组合物基于”当然应被理解为意指包含用于该组合物的各个基本组分的混合物和/或反应产物的组合物,在组合物或组件的各个制造阶段的过程中,特别是在烘干阶段(任选地在压力下)的过程中,一些基本组分有可能至少部分地旨在反应或能够与彼此或与其接近的化学环境反应。

[0025] I.1-芳族多醛

[0026] 酚/醛树脂的第一个必要组分为带有至少两个醛基官能团并包含至少一个芳香环的芳族多醛。

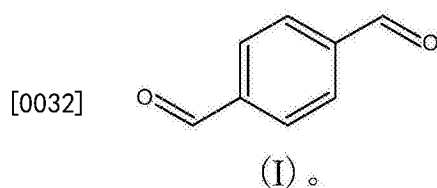
[0027] 优选地,芳香环带有两个醛基官能团,醛基官能团有可能在芳香环的邻位、间位或对位上。

[0028] 有利地,芳族多醛的芳香环为苯环。

[0029] 优选地,芳族多醛选自1,2-苯二甲醛、1,3-苯二甲醛、1,4-苯二甲醛、2-羟基苯-1,3,5-三甲醛和这些化合物的混合物。

[0030] 优选地,芳族多醛选自1,3-苯二甲醛、1,4-苯二甲醛和这些化合物的混合物。

[0031] 还更优选地,所使用的芳族多醛为1,4-苯二甲醛,也被称为对苯二甲醛,作为提示,其展开化学式为:



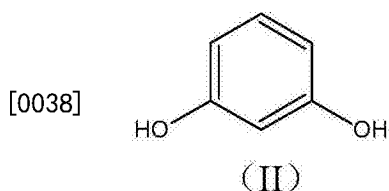
[0033] I.2-多酚

[0034] 酚/醛树脂的第二个必要组分为包含一个或多个芳香环的多酚。

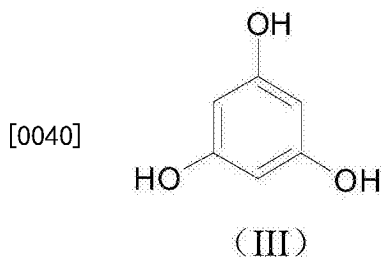
[0035] 在包含仅一个芳香环的多酚的情况下,芳香环在相对于彼此(在两个官能团的情况下)或相对于互相(在三个官能团的情况下)的间位上带有两个或三个羟基官能团,芳香环的剩余部分根据定义为未被取代的;这可以被理解为意指芳香环的剩余部分的其它碳原子(不同于带有羟基官能团的碳原子的那些碳原子)带有单个氢原子。

[0036] 优选地,在包含仅一个芳香环的多酚的情况下,芳香环为苯环。

[0037] 作为包含仅一个芳香环的多酚的优选的实例,可以特别地提及间苯二酚,作为提示,其展开式为:



[0039] 作为包含仅一个芳香环的多酚的甚至更优选的实例,可以提及间苯三酚,作为提示,其展开式为:

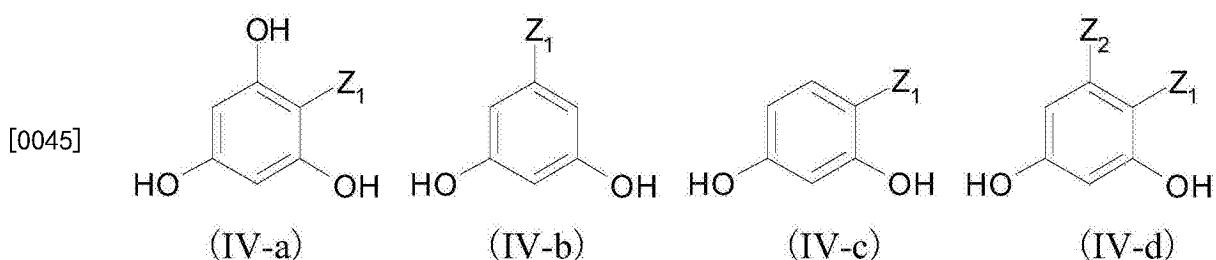


[0041] 应注意,在多酚的这两个实施例(II)和(III)中,有利地芳香环为苯环。在其它实施方案中,芳香环不同于苯环。

[0042] 在包含多个(两个或多于两个)芳香环的多酚的情况下,至少两个芳香环中的每一个在相对于彼此(在两个官能团的情况下)或相对于互相(在三个官能团的情况下)的间位上带有两个或三个羟基官能团,应理解这些羟基官能团中的至少一个的两个邻位未被取代;这被理解为意指位于羟基化碳原子(即带有羟基官能团)的任一侧(邻位)的两个碳原子带有单个氢原子。

[0043] 优选地,在包含多个芳香环的多酚的情况下,相对于彼此或相对于互相的间位上带有两个或三个羟基官能团的每个环为苯环。

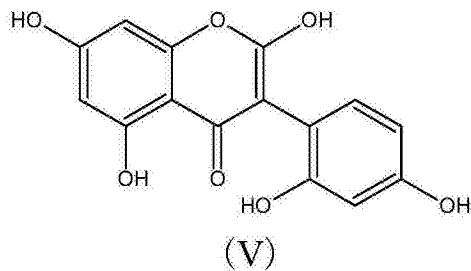
[0044] 作为优选的实例,在多酚分子包含多个芳香环的情况下,这些相同或不同的芳香环中的至少两个选自如下通式的那些:



[0046] 其中,符号 Z_1 和 Z_2 为相同或不同(如果在相同的芳香环上存在多个)并表示原子(例如碳、硫或氧)或键合基团,所述键合基团根据定义为至少二价的并且将至少这两个芳香环连接至多酚分子的剩余部分。

[0047] 根据本发明特别的和优选的实施方案,多酚为例如类黄酮,作为提示,类黄酮的特征在于由经由三个碳原子连接的两个苯环形成的基于15个碳原子的结构。更特别地,所使用的类黄酮为也被称为桑色素的下式(V)的2',4',3,5,7-五羟基类黄酮:

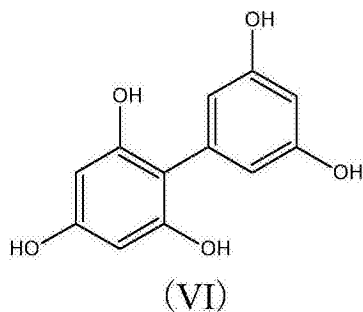
[0048]



[0049] 应注意该化合物为包含两个芳香环(分别为上式IV-c和IV-d)的多酚,所述芳香环中的每一个实际上在相对于彼此的间位上带有两个羟基官能团,这两个羟基官能团中的至少一个的两个邻位未被取代。

[0050] 根据本发明的另一个特别和优选的实施方案,多酚为例如如下展开式的也被称为2,4,6,3',5'-联苯基五醇的五羟基联苯。

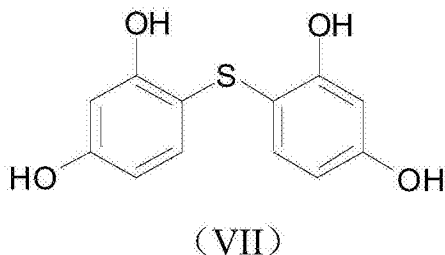
[0051]



[0052] 应注意该化合物为包含两个芳香环(分别为上式IV-a和IV-b)的多酚,所述芳香环中的每一个实际上在相对于彼此的间位上带有至少两个(在这种情况下,一个带有两个而另一个带有三个)羟基官能团,这两个羟基官能团中的至少一个的两个邻位未被取代。

[0053] 根据本发明的另一特别和优选的实施方案,多酚为例如如下展开式的2,2',4,4'-四羟基二苯基硫化物。

[0054]



[0055] 应注意,在包含多个芳香环的实施例(V)、(VI)和(VII)中,相对于彼此或相对于互相的间位上带有两个或三个羟基官能团的每个环为苯环。在其它实施方案中,芳香环不同于苯环。

[0056] 在优选的实施方案中,多酚选自间苯三酚(III),2,2',4,4'-四羟基二苯基硫化物(VII)以及这些化合物的混合物。

[0057] I.3-不饱和的二烯弹性体胶乳

[0058] 根据本发明的组合物包含小于16重量%(不包括端值)的不饱和的二烯弹性体胶乳。组合物的重量百分比理解为意指以全部组合物重量计的百分比,即胶乳的重量相对于干燥成分的重量加上水的重量。

[0059] 优选地,组合物包含至多10重量%,优选至多5重量%,更优选至多1重量%的不饱

和的二烯弹性体胶乳。

[0060] 不饱和(即,带有碳-碳双键)的二烯弹性体胶乳对本领域技术人员是已知的。应记住胶乳为一种或多种弹性体微粒在水性溶液中悬浮的稳定分散体。

[0061] 不饱和的二烯弹性体胶乳以小于16重量%的量存在,其优选选自聚丁二烯、丁二烯共聚物、聚异戊二烯、异戊二烯共聚物和这些弹性体的混合物。还更优选选自丁二烯共聚物、乙烯基吡啶/苯乙烯/丁二烯三元聚合物、天然橡胶和这些弹性体的混合物。

[0062] “二烯”弹性体(或无区别地橡胶)被理解为意指至少部分(亦即均聚物或共聚物)得自一种或多种二烯单体(即带有两个共轭或非共轭碳-碳双键)的弹性体。“异戊二烯弹性体”被理解为意指异戊二烯均聚物或共聚物,换言之,选自天然橡胶(NR)、合成聚异戊二烯(IR)、各种异戊二烯共聚物和这些弹性体的混合物的二烯弹性体。

[0063] I.4-添加剂

[0064] 在一个实施方案中,组合物包含至少一种碱。碱为例如,氨、氢氧化钠、氢氧化钾或氢氧化铵。

[0065] 当然,水性粘合剂组合物包含全部或部分的用于水性粘合剂组合物的常规添加剂。例如,可以提及着色剂、填料、抗氧化剂或其它稳定剂。

[0066] II.-用于制造本发明的水性粘合剂组合物的方法

[0067] 通常地,在第一制造阶段过程中,水性溶液通过逐渐将水和碱进行混合而制备。优选地,水性溶液显示出pH在9至13,优选10至12的范围。

[0068] 然后将多酚与水性溶液进行混合。随后,添加芳族多醛。由此形成的混合物在20℃下搅拌1至30min,例如5min。

[0069] 在组合物包含严格小于16%的非零量的一种或多种不饱和的二烯弹性体的一种或多种胶乳的实施方案中,预缩合的酚/醛树脂通常在添加至一种或多种胶乳之前在水中进行稀释。在组合物基本上不包含不饱和的二烯弹性体胶乳的实施方案中,水性粘合剂组合物直接获得。

[0070] 组合物的浓度可以随着其具体使用(开放时间,粘度)的变化来调整。组合物可以立即使用或者储藏到熟化时间,所述熟化时间在组合物最终使用之前通常为一小时至数小时,甚至为数天。

[0071] III-本发明的经粘接的组件

[0072] 如上所示,本发明还涉及如上所述的水性粘合剂组合物用于粘接两个木材元件的用途。

[0073] 因此,根据本发明的两个木材元件的经粘接的组件包括如上所述的将两个木材元件彼此结合的水性粘合剂组合物的层。

[0074] 木材理解为意指源自木本植物的植物组织。植物组织的实施例为树干、树枝和树根。例如,植物组织所来源的木本植物为橡木、栗树、白蜡木、胡桃木、山毛榉木、白杨木、杉木、松木、橄榄树,桤木或桦木。

[0075] 元件理解为意指任何的整块或颗粒。元件的实施例为旨在形成胶合板组件的板层、旨在形成板条组件的板条、以形成刨花板组件的颗粒(如碎片、锯屑、粉末或薄片),无论颗粒是否是取向的、旨在形成纤维组件的纤维(如高或中密度面板)、旨在形成组件(如家具或框架)的实木部件(也称为木料)。

[0076] IV.-用于制造本发明的经粘接的组件的方法

[0077] 本发明的经粘接的组件可以根据用于粘接两个木材元件的方法而制备,其中:

[0078] -施用如上所述的水性粘合剂组合物的层至两个木材元件中的至少一个,以及

[0079] -通过水性粘合剂组合物的层将两个木材元件彼此结合。

[0080] 将粘合剂组合物施用至木材元件中的一个或多个木材元件的步骤可以根据任何合适的方法进行,特别是通过任何已知的涂覆技术,如例如,在压力下喷涂、浸渍或注射或通过一个或多个这些技术的组合。

[0081] 优选可以使用的水性粘合剂组合物的含量为70至250gr.m⁻²。

[0082] 在施用粘合剂组合物的步骤之后,在30℃至200℃,优选80℃至160℃的温度下(根据施用的目标)加热经粘接的组件。

[0083] 优选地,经粘接的组件保持在压力下,例如在达到18kg.cm⁻²的压力下。更优选地,保持在压力下的步骤与加热步骤同时进行。

[0084] 加热和/或保持在压力下步骤的持续时间为几分钟至几小时(根据可能的情况而定,特别的根据所使用的温度/压力)。

[0085] V-本发明的实施例以及对比测试

[0086] 这些测试表明在由根据本发明的水性粘合剂组合物的层结合的多个木材元件之间的粘合与使用甲醛和苯酚的常规粘合剂组合物获得的粘合相比基本上是等同的,实际上甚至在一些情况下有所改善。

[0087] 为此,如上所述制备多种水性粘合剂组合物,多种根据本发明(下文标记为C-2至C-6),一种不根据本发明(对照组合物,下文标记为C-1)。它们的配方(以重量表示)表示在附表1中。在该表中列出的量为成分以干燥状态的量。

[0088] 组合物C-1为现有技术已知的通常用于粘接木材的对照组合物。该粘合剂组合物基于甲醛和苯酚。

[0089] 每个组合物C-2至C-6包含芳族多醛,所述芳族多醛包含至少一个带有至少两个醛基官能团的芳香环。在这种情况下,芳香环为苯环。

[0090] 组合物C-2至C-6的芳族多醛选自1,2-苯二甲醛、1,3-苯二甲醛、1,4-苯二甲醛、2-羟基苯-1,3,5-三甲醛和这些化合物的混合物。

[0091] 组合物C-2至C-5的芳族多醛选自1,3-苯二甲醛、1,4-苯二甲醛和这些化合物的混合物。

[0092] 组合物C-2至C-4的芳族多醛为1,4-苯二甲醛。组合物C-5的芳族多醛为1,3-苯二甲醛。组合物C-6的芳族多醛为1,2-苯二甲醛。

[0093] 每个组合物C-2、C-4和C-5包含多酚,所述多酚包含在相对于彼此或相对于互相的间位上带有两个或三个羟基官能团的芳香环,芳香环的剩余部分未被取代。在这种情况下,芳香环为苯环。

[0094] 每个组合物C-2和C-5的多酚为间苯三酚。组合物C-4的多酚为间苯二酚。

[0095] 每个组合物C-3和C-6包含多酚,所述多酚包含多个芳香环,其中至少两个芳香环中的每一个在相对于彼此或相对于互相的间位上带有两个或三个羟基官能团,应理解这些羟基官能团中的至少一个的两个邻位未被取代。在这种情况下,相对于彼此或相对于互相的间位上带有两个或三个羟基官能团的每个环为苯环。

[0096] 组合物C-3和C-6的多酚为2,2',4,4'-四羟基二苯基硫化物。

[0097] 每个粘合剂组合物C-1至C-6进一步包含小于16重量% (不包括端值) 的不饱和的二烯弹性体胶乳。由此,每个粘合剂组合物C-1至C-6包含至多10重量%,优选至多5重量%,更优选至多1重量%的不饱和的二烯弹性体胶乳。在此情况下,不饱和的二烯弹性体胶乳的重量含量基本上为零。

[0098] 每个粘合剂组合物C-1至C-6包含碱,在此情况下为氢氧化钠。

[0099] 在木材元件之间粘接的质量通过测试而确定,在测试中测量通过破坏结合两个元件的层而使两个木材元件彼此分离所需的力。

[0100] 更特别地,每个测试试样包括两个木材元件,在这种情况下为具有密度等于 $0.83\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 的山毛榉木,每个木材显示出具有 $70\text{cm} \times 25\text{mm} \times 3\text{mm}$ 尺寸的平行六面体普通形状。施用水性粘合剂组合物的层至元件的每一端,遍及元件的整个宽度(在此情况下25mm)和1cm的长度。然后通过施用至每个木材元件的组合物的层结合两个元件。由两个木材元件形成的测试试样的总表面积为 5cm^2 ,所述木材元件在其上铺展有粘合剂。由此形成的测试试样的组合物在 140°C 下烘干3小时。

[0101] 在烘干结束后,由粘接而结合的两个元件构成的测试试样插入至拉伸测试设备的钳口中,然后以给定的速率和给定温度(例如在本发明的情况下,以 $10\text{mm}/\text{min}$ 的速率和在 20°C 下)下拉伸试样。

[0102] 粘合的水平通过测量称为“拉脱强度”的力(表示为 F_{max})来表征,所述力通过粘接层的断裂而将两个元件彼此分离。大于对照测试试样(任意地设定为100)的值表明改善的结果,即比对照测试试样更大的拉脱强度。在测试试样上进行的测试的结果汇总在表1中。

[0103] 发现使用根据本发明的粘合剂组合物C-2、C-3和C-5所粘接的组件显示出的拉脱强度 F_{max} 与使用组合物C-1粘接的对照组件上测量的参照拉脱强度相比特别的高,并且对本领域技术人员而言是意想不到的,因为拉脱强度 F_{max} 非常显著地增加(在22%和27%之间)。关于使用组合物C-4和C-6粘接的组件,它们显示出的拉脱强度 F_{max} 无可否认地低于组合物C-1的拉脱强度,但是足够用来提供木材元件有效地粘接。

[0104] 不同于脂肪族多醛,组合物的芳族多醛由于芳香环的相对失活而通过醛基官能团来保持稳定。芳香环的这种相对失活通过多酚的高活性而补偿。这是因为多酚的芳香环带有的两个或三个羟基官能团位于相对于彼此或相对于互相的间位上,通过未被取代的邻位的双活化作用赋予多酚特别的活性。

[0105] 最后,这些不同测试的结果清晰地显示出根据本发明的粘合剂组合物构成了使用常规粘合剂组合物的有利替代(这是不使用甲醛的情况)。

[0106] 表1

| | | | | | | | |
|--------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | 粘合剂组合物 | C-1 | C-2 | C-3 | C-4 | C-5 | C-6 |
| | 醛 | | | | | | |
| | 甲醛 (1) | 0.75 | - | - | - | - | - |
| | 1,4-苯二甲醛 (2) | - | 3.35 | 3.35 | 3.35 | - | - |
| | 1,3-苯二甲醛 (3) | - | - | - | - | 3.35 | - |
| | 1,2-苯二甲醛 (4) | - | - | - | - | - | 3.35 |
| [0107] | 多酚 | | | | | | |
| | 苯酚 (5) | 4.7 | | | | | |
| | 间苯二酚 (6) | - | - | - | 5.5 | - | - |
| | 间苯三酚 (7) | - | 6.3 | - | - | 6.3 | - |
| | 2,2',4,4'-四羟基二苯基 硫化物 (8) | - | - | 11.7 | - | - | 11.7 |
| | 碱 | | | | | | |
| | 氢氧化钠 (9) | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 2 | 2 | 2 |
| [0108] | 粘合剂组合物固体内 容物的总重量 | 14.6 | 14.6 | 14.6 | 14.6 | 14.6 | 14.6 |
| | 水的重量 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.4 |
| | 粘合测试 | | | | | | |
| | 在 20°C 下的 F_{\max} | 100 | 122 | 127 | 97 | 123 | 91 |

- [0109] (1) 甲醛 (来自Caldic; 稀释至36%)
- [0110] (2) 1,4-苯二甲醛 (来自ABCR; 纯度为98%)
- [0111] (3) 1,3-苯二甲醛 (来自ABCR; 纯度为98%)
- [0112] (4) 1,2-苯二甲醛 (来自ABCR; 纯度为98%)
- [0113] (5) 苯酚 (来自Aldrich, 纯度为99%)
- [0114] (6) 间苯二酚 (来自Sumitomo; 纯度为99.5%)
- [0115] (7) 间苯三酚 (来自Alfa Aesar; 纯度为99%)
- [0116] (8) 2,2',4,4'-四羟基二苯基硫化物 (来自Alfa Aesar, 纯度为98%);
- [0117] (9) 氢氧化钠 (来自Aldrich; 稀释至30%)