

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C09D 5/00 (2006.01)

B05D 7/14 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03807825.2

[45] 授权公告日 2007 年 12 月 26 日

[11] 授权公告号 CN 100357368C

[22] 申请日 2003.1.28 [21] 申请号 03807825.2

[30] 优先权

[32] 2002. 2. 6 [33] DE [31] 10204829.0

[86] 国际申请 PCT/DE2003/000222 2003.1.28

[87] 国际公布 WO2003/066746 德 2003.8.14

[85] 进入国家阶段日期 2004.10.8

[73] 专利权人 建筑研究及技术有限责任公司

地址 德国特洛斯特贝格

[72] 发明人 格尔德·雨果

[56] 参考文献

CN1323858A 2001.11.28

US5154768A 1992.10.13

US5540998A 1996.7.30

审查员 曹赞华

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 刘维升 马崇德

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 5 页

[54] 发明名称

金属平面构件

[57] 摘要

本发明涉及一种金属平面构件，其外表面经涂敷，以使其在近红外范围反射阳光，并且其内表面对热辐射有低的发射率。

1. 金属平面构件, 其特征在于,

a. 在其第一外表面上提供第一涂层, 该涂层保护金属不受腐蚀, 并反射平均达 60% 的波长范围为 320-1200 nm 的阳光

b. 在其第一外表面上提供第二涂层, 该涂层反射平均小于 60% 的可见光 400-700 nm 波长范围的光和反射平均大于 60% 的近红外 700-1200 nm 波长范围的光

c. 在其第二内表面上提供第一涂层, 该涂层保护金属不受腐蚀

d. 在其第二内表面上提供第二涂层, 该涂层在热红外 5-25 μm 的波长范围是低发射的, 其发射率小于 0.75。

2. 权利要求 1 的金属平面构件, 其特征在于, 该第一外表面的第一涂层反射平均 70% 的在 320-1200 nm 波长范围内的阳光。

3. 权利要求 1 的金属平面构件, 其特征在于, 该第一外表面的第二涂层在可见光 400-700 nm 波长范围内的反射平均小于 50%。

4. 权利要求 1 的金属平面构件, 其特征在于, 该第一外表面的第二涂层在近红外 700-1200 nm 波长范围内的反射平均大于 70%。

5. 权利要求 1 的金属平面构件, 其特征在于, 该第二内表面的第二涂层在 5-25 μm 的波长范围内的发射率小于 0.65。

6. 权利要求 1 的金属平面构件, 其特征在于, 该涂层的粘合剂选自含溶剂的粘合剂, 它包括丙烯酸酯、苯乙烯-丙烯酸酯、聚乙烯、聚苯乙烯和苯乙烯共聚物、醇酸树脂、饱和的和非饱和的聚酯、羟基官能聚酯、三聚氰胺甲醛树脂、聚异氰酸酯树脂、聚氨酯、环氧树脂、氟聚合物和硅氧烷、氯磺化聚乙烯、氟化聚合物、氟化丙烯酸-共聚物、氟硅氧烷、增塑溶胶、PVDF 和其混合物; 选自含水粘合剂, 它包括水溶性粘合剂, 选自醇酸、聚酯、聚丙烯酸酯、环氧化物和环氧酯, 选自含水分散液和乳液, 它包括基于丙烯酸酯、苯乙烯-丙烯酸酯、乙烯-丙烯酸-共聚物、甲基丙烯酸酯、乙烯吡咯烷酮-乙烯醋酸酯-共聚物、聚乙烯吡咯烷酮、聚丙烯酸异丙酯、聚氨酯、硅氧烷的分散液和乳液、基于聚乙烯、聚丙烯、Teflon[®]、合成蜡、氟化聚合物、含水溶液中的氟化丙烯酸-共聚物的蜡分散液、氟硅氧烷和其混合物。

7. 权利要求 1 或 2 的金属平面构件, 其特征在于, 用于该第一外表面的第一涂层的防腐蚀颜料选择使其在 400-1200 nm 的阳光波长

范围内是透明的, 并且选择其粒度使其在 320-1200 nm 的阳光波长范围内的反向散射平均大于 60%。

8. 权利要求 7 的金属平面构件, 其特征在于, 该防腐蚀颜料选自白色防腐蚀颜料。

9. 权利要求 8 的金属平面构件, 其特征在于, 该白色防腐蚀颜料的粒度为 1-3 μm 。

10. 权利要求 1 或 2 的金属平面构件, 其特征在于, 用于该第一外表面的第一涂层的第一白色颜料和填料选自无机白色颜料和填料, 即选自金属氧化物, 选自金属硫酸盐、金属硫化物、金属氟化物、金属硅酸盐、金属碳酸盐和其混合物。

11. 权利要求 10 的金属平面构件, 其特征在于, 该第一白色颜料和填料选自可分解的材料, 即选自碳酸钙、碳酸镁、硅酸锆、氧化铝、硫酸钡和其混合物。

12. 权利要求 1、3 或 4 的金属平面构件, 其特征在于, 用于该第一外表面的第二涂层的第一颜料选自有机颜料, 该颜料在可见光 400-700 nm 的波长范围内有光谱上的选择性吸收, 并在近红外 700-1200 nm 的波长范围内的透射率平均大于 60%。

13. 权利要求 12 的金属平面构件, 其特征在于, 该第一颜料在近红外 700-1200 nm 的波长范围内的透射率平均大于 70%。

14. 权利要求 12 的金属平面构件, 其特征在于, 该第一颜料选自偶氮颜料类, 即选自单偶氮颜料、双偶氮颜料、 β -萘酚颜料、萘酚 AS-颜料、成漆偶氮颜料、苯并咪唑酮颜料、双偶氮缩合颜料、金属络合物颜料、异吲哚啉酮和异吲哚啉颜料; 选自聚环颜料类, 即选自酞菁颜料、喹吖啶酮颜料、茈颜料和 Perinon 颜料、硫靛颜料、葱醌颜料、葱素嘧啶颜料、黄烷士酮颜料、皮葱酮颜料、二苯并茈二酮颜料、二噁嗪颜料、三芳基碳𬝵颜料、奎啉并酞酮颜料、二酮-吡咯并-吡咯-颜料。

15. 权利要求 1、3 或 4 的金属平面构件, 其特征在于, 用于该第一外表面的第二涂层的第二颜料选自无机颜料, 该类颜料在可见光 400-700 nm 的波长范围内有光谱上的选择性吸收, 并在近红外 700-1200 nm 的波长范围内的反射率平均大于 50%。

16. 权利要求 15 的金属平面构件, 其特征在于, 该第二无机颜

料在近红外 700-1200 nm 的波长范围内的反射率平均大于 60%。

17. 权利要求 15 的金属平面构件, 其特征在于, 该第二无机颜料选自金属氧化物和金属氢氧化物, 选自镉颜料、铋颜料、铬颜料、佛青颜料和铁蓝颜料; 选自金红石和尖晶石混合相颜料以及涂敷过的小片状的云母颜料。

18. 权利要求 1 或 5 的金属平面构件, 其特征在于, 对第二内表面的第二涂层选用小片状的金属颜料, 它在热红外 3-50 μm 的波长范围内的反射率均为 60%。

19. 权利要求 18 的金属平面构件, 其特征在于, 该小片状颜料选自铝、铁、钢、黄铜、铜、镀银铜和镍。

20. 权利要求 18 的金属平面构件, 其特征在于, 该小片状颜料的最大长度尺寸为 25-50 μm 。

21. 权利要求 1 或 5 的金属平面构件, 其特征在于, 对第二内表面的第二涂层选用白色颜料和填料, 其在热红外 3-50 μm 的波长范围内的透射率平均大于 50%。

22. 权利要求 21 的金属平面构件, 其特征在于, 该第二白色颜料和填料选自硫化锌、氧化锌; 选自碳酸钙; 选自聚合物颜料类。

23. 权利要求 1 的金属平面构件, 其特征在于, 该第一外表面的反射在自 700 nm 起的近红外范围内呈陡的上升, 在 800-1000 nm 范围内大于 60%。

24. 权利要求 1 或 5 的金属平面构件, 其特征在于, 对第二内表面的第二涂层选用白色颜料和填料, 其在热红外 5-25 μm 的波长范围内的透射率平均大于 50%。

金属平面构件

发明领域

本发明涉及一种具有外表面及内表面的金属平面构件，该外表面面临阳光，其甚至在较深着色下还比通常的着色反射更多的阳光，该内表面在热辐射的波长范围内具有低的发射率。这种平面构件特别是在通常没有附加隔热的牲口棚或贮存室情况下可用作屋顶构件或墙壁部件。通过外涂层的较少的阳光吸收和内涂层的低的发射率使得少量的热传入内室，并建立较好的室内气候环境。在冬天，由内部的低发射的涂层使部分在室内产生的热又反射回到室内。

背景技术

通常农村的建筑物，如牲口棚或贮存室的薄金属板屋顶和墙壁构件均呈较深的色调。正如在美国，由薄钢板件构成的牲口棚和马棚特别在其南方非常普遍，其屋顶通常的色调为砖红色、蓝色、绿色和灰色。

虽然建筑物的白色在阳光吸收方面至少在一开始是明显有利的，但这并不是人们的爱好，因为人人都知道，白色经短时间后会由于污染而变成灰色。另外，军事器械库和贮存库也必须保持深色调以达掩蔽的目的。

对牲口棚，该较深色调特别有缺点。在夏天必须要采用通风机和部分甚至用洒水装置来为动物冷却。在冬天甚至在南方的州如得克萨斯州可特别冷。当然建筑物的隔热是一种好的解决办法，但也是一种昂贵的解决办法，因为这种建筑物通常都非常大。

在 DE 19849330 中提供了一种平面防热构件，它例如可用作防阳光卷。这种防热构件有反射阳光的面和低发射的面。其缺点是所述的涂层不能用于金属上，因为该金属经太短时间后就被腐蚀。另一个缺点是在偏转阳光的涂层中使用了二氧化钛。然而，因为二氧化钛在 UV-范围有强的吸收带，所以在该波长范围内太阳光能的吸收高达 15%。

在 DE 19501747 A1 中描述了用于屋顶覆盖物和房屋外层装饰的涂覆的金属材料，该材料备有反射少和高耐腐蚀的金属涂层。这样涂覆

的金属材料特别甚至是在飞机场区域和在军事装备中应用，在这些应用中不希望使用强反射的涂层。然而，在这里缺点是，其屋顶用这种金属材料覆盖的建筑物在阳光下会强烈升温。

本发明的目的在于提供金属平面构件，其外部按使用者的美感来着色，或在军用目的情况下，相应涂以乡村景色的颜色，尽管是较深色但比通常的颜色吸收更少的阳光。按本发明通过一种具有下列特征的金属平面构件来达到：

a. 在其第一外表面上提供第一涂层，该涂层保护金属不受腐蚀，并反射平均达 60% 的波长范围为 320-1200 nm 的阳光

b. 在其第一外表面上提供第二涂层，该涂层反射平均小于 60% 的可见光 400-700 nm 波长范围的光和反射平均大于 60% 的近红外 700-1200 nm 波长范围的光。

本发明设想的有利的扩展实施方案由从属权利要求给出。本发明设想的一个有利的扩展实施方案是形成平面构件的内表面，以使少量的热辐射进内室，并且在夜间或者在冬天部分在室内产生的热会再反射到室内。这通过下列事实实现：

a. 在金属构件的第二内表面上提供第一涂层，该涂层保护金属不受腐蚀

b. 在金属构件的第二内表面上提供第二涂层，该涂层在热红外 5-25 μm 的波长范围是低发射的，其发射率小于 0.75。

本发明设想的一个有利的扩展实施方案是，该第一外表面的第一涂层反射平均达 70% 的波长范围为 320-1200 nm 的阳光。

本发明设想的一个有利的扩展实施方案是，该第一外表面的第二涂层反射平均小于 50% 的可见光 400-700 nm 波长范围的光。

本发明设想的一个有利的扩展实施方案是，该第一外表面的第二涂层反射平均大于 70% 的近红外 700-1200 nm 波长范围的光。

本发明设想的一个有利的扩展实施方案是该第二内表面的第二涂层在 5-25 μm 的波长范围内的发射率小于 0.65。

本发明设想的另一有利的扩展实施方案是，该涂层的粘合剂选自含溶剂的粘合剂，它包括丙烯酸酯、苯乙烯-丙烯酸酯、聚乙烯、聚苯乙烯和苯乙烯共聚物、醇酸树脂、饱和的和非饱和的聚酯、羟基官能

聚酯、三聚氰胺甲醛树脂、聚异氰酸酯树脂、聚氨酯、环氧树脂、氟聚合物和硅氧烷、氯磺化聚乙烯、氟化聚合物、氟化丙烯酸-共聚物、氟硅氧烷、增塑溶胶、PVDF 和其混合物；选自含水粘合剂，它包括水溶性粘合剂，选自醇酸、聚酯、聚丙烯酸酯、环氧化物和环氧酯，选自含水分散液和乳液，它包括基于丙烯酸酯、苯乙烯-丙烯酸酯、乙烯-丙烯酸-共聚物、甲基丙烯酸酯、乙烯吡咯烷酮-乙酸酯-共聚物、聚乙烯吡咯烷酮、聚丙烯酸异丙酯、聚氨酯、硅氧烷的分散液和乳液、基本聚乙烯、聚丙烯、Teflon[®]、合成蜡、氟化聚合物、含水溶液中的

氟化丙烯酸-共聚物 (Acryl-Copolymer) 的蜡分散液、氟硅氧烷和其混合物。

本发明设想的一个有利的扩展实施方案是, 该第一外表面的第一涂层的防腐蚀颜料选择使其在 400-1200 nm 的阳光波长范围内是透明的, 并且选择其粒度使其在 320-1200 nm 的阳光波长范围内的反向散射平均大于 60%。

本发明设想的一个有利的扩展实施方案是, 该防腐蚀颜料选自白色防腐蚀颜料, 特别是选自钙-锌-钼酸盐化合物, 选自镉-锌-磷硅酸盐化合物。

本发明设想的一个有利的扩展实施方案是, 该白色防腐蚀颜料的粒度为 1-3 μm 。

本发明设想的另一个有利的扩展实施方案是, 用于该第一外表面的第一涂层的第一白色颜料和填料选自无机白色颜料和填料, 即选自金属氧化物, 特别是氧化锆, 选自金属硫酸盐、金属硫化物、金属氟化物、金属硅酸盐、金属碳酸盐和其混合物。

本发明设想的一个有利的扩展实施方案是, 该第一白色颜料和填料选自可分解的材料, 即选自碳酸钙、碳酸镁、硅酸锆、氧化铝、硫酸钡和其混合物。

本发明设想的一个有利的扩展实施方案是, 用于该第一外表面的第二涂层的第一颜料选自有机颜料, 该颜料在可见光 400-700 nm 的波长范围内有光谱上的选择性吸收, 并在近红外 700-1200 nm 的波长范围内的透射率平均大于 60%。

本发明设想的一个有利的扩展实施方案是, 该第一颜料在近红外 700-1200 nm 的波长范围内的透射率平均大于 70%。

本发明设想的一个有利的扩展实施方案是, 该第一颜料选自偶氮颜料类, 即选自单偶氮颜料、双偶氮颜料、 β -萘酚颜料、萘酚 AS-颜料、成漆偶氮颜料、苯并咪唑酮颜料、双偶氮缩合颜料、金属络合物颜料、异吲哚啉酮和异吲哚啉颜料; 选自聚环颜料类, 即选自酞菁颜料、喹吖啶酮颜料、茈颜料和 Perinon 颜料、硫靛颜料、葱醌颜料、葱素啉酮颜料、黄烷士酮颜料、皮葱酮颜料、二苯并茈二酮颜料 (Anthanthron-Pigment)、二噁嗪颜料、三芳基碳𬝓颜料、奎啉并酞酮颜料、二酮-吡咯并-吡咯-颜料。

本发明设想的另一个有利的扩展实施方案是，用于该第一外表面的第二涂层的第二颜料选自无机颜料，该类颜料在可见光 400-700 nm 的波长范围内有光谱上的选择性吸收，并在近红外 700-1200 nm 的波长范围内的反射率平均大于 50%。

本发明设想的一个有利的扩展实施方案是，该第二无机颜料在近红外 700-1200 nm 的波长范围内的反射率平均大于 60%。

本发明设想的一个有利的扩展实施方案是，该第二无机颜料选自金属氧化物和金属氢氧化物，特别是氧化铁，选自镉颜料、铋颜料、铬颜料、佛青颜料和铁蓝颜料；选自金红石和尖晶石混合相颜料以及涂敷过的小片状的云母颜料。

本发明设想的一个有利的扩展实施方案是，对第二内表面的第二涂层选用小片状的金属颜料，它在热红外 3-50 μm 的波长范围内的反射率均为 60%。

本发明设想的另一个有利的扩展实施方案是，该小片状颜料选自铝、铁、钢、黄铜、铜、镀银铜和镍。

本发明设想的一个有利的扩展实施方案是，该小片状颜料的最大的长度尺寸为 25-50 μm 。

本发明设想的一个有利的扩展实施方案是，对第二内表面的第二涂层选用第二白色颜料和填料，其在热红外 3-50 μm ，而至少在 5-25 μm 的波长范围内的透射率平均大于 50%。

本发明设想的另一有利的扩展实施方案是，该第二白色颜料和填料选自硫化锌、氧化锌；选自碳酸钙；选自聚合物颜料类。

本发明设想的一个有利的扩展实施方案是，该第一外表面的反射在自 700 nm 起的近红外范围内呈陡的上升，在 800-1000 nm 范围内大于 60%。

附图简介

图 1 是金属平面构件的截面，其中：

- 1 是第一外表面的第一涂层
- 2 是第一外表面的第二涂层
- 3 是第二内表面的第一涂层
- 4 是第二内表面的第二涂层

5 是金属基底

图 2-5 是半球反向散射曲线, 是 Avantes 公司的 PC-Einschub-Spectrometer 记录, 其光谱敏感度为 320-1100 nm, 其上装有乌布利希球 (Ulbrichtkugel), 适于实施例 1-4 中所述的涂层样品。

本发明的主题将以下列实施例进行详述。

实施例 1

按下列配方制备本发明的防腐蚀层 (图 1 (1)):

- 70.00 g 聚酯漆 LT COVB MLS, Temme 公司, Nürnberg
- 10.00 g Moly White 212 白色防腐蚀颜料, Brenntag 公司
- 40.00 g Ferro PK 0032 白色颜料, Ferro 公司
- 02.10 g Geoxyd Härter MEKP 50 S, Temme 公司, Nürnberg
- 10.00 g 丙酮

该混合物涂于 0.7 mm 厚的镀锌薄钢板上。硬化后该层的层厚约为 25 μm 。在薄钢板上的层的光谱反射在 320-400 nm 的 UV 波长范围内测定。结果表示于图 2 中的测量曲线 (1)。测量曲线 (2) 是市售防腐蚀颜料的反射。在 UV 区的该反射明显较小。图 3 中示出本发明的防腐蚀层 (以测量曲线 (1) 表示) 和市售的防腐蚀层 (以测量曲线 (2) 表示) 在 400-980 nm 波长范围内的光谱反射。在此波长范围内, 本发明的涂层的反射明显较高, 这表明有较多的阳光被反射。

实施例 2

按下列配方制备深红色涂盖漆 (图 1 (2)):

- 60.00 g Maincote HG-54K, Rohm+Haas 公司
- 00.20 g 除泡沫剂 Byk 024
- 00.40 g 颜料分散剂 N, BASF 公司
- 10.00 g Blanc Fixe Mikro, Sachtleben 公司
- 20.00 g 超细硅酸锌, Wema 公司, Nürnberg
- 03.00 g 碳酸钙 Duramite
- 02.70 g 组成如下的色调混合黑:
 - 40.00 g 水
 - 40.00 g 丁二醇

20.00 g Paliogen Schwarz L0086, BASF

06.20 g Ecopaque Echtrot 13 327, Heubach 公司

02.00 g Hostafine Rot P2GL, Clariant 公司

00.50 g 增稠硅胶 (Verdicker Aerosil) 380, Degussa 公司

将该深红涂盖漆涂于以实施例 1 中所述的防腐蚀层预涂过的金属板的面上, 干燥后的层厚为 30 μm 。

该板在波长 400-980 范围内经光谱测定。测定结果列于图 4。这里测量曲线 (1) 表明本发明的深红涂盖漆的光谱反射, 测量曲线 (2) 是以市售深红涂盖漆 (Barloworld Coatings 公司, Australien) 作为对比用的光谱反射一起测量。该两板均放在 4 cm 厚的 Styropor 板上, 并经 96,000 勒克斯 (Lx) 的阳光辐照。这里, 按本发明涂敷的板温升到 48 $^{\circ}\text{C}$, 而用市售深红漆涂敷的板温升到 64 $^{\circ}\text{C}$ 。

实施例 3

按下列配方制备用于板的底面的防腐蚀底漆 (图 1 (3)):

70.00 g 聚酯漆 LT COVB MLS, Temme 公司, Nürnberg

15.00 g Sachtolith HD-S, Sachtleben 公司

12.00 g 细等级的锌片, Novamet 公司

04.00 g 铬酸锌粉末

02.10 g Geoxyd Härter MEKP 50 S, Temme 公司, Nürnberg

10.00 g 丙酮

将该底漆涂于实施例 2 中所述的板的背面。该防腐蚀涂层在硬化的状态的层厚度为 10 μm 。

按下列配方制备低发射的涂层 (图 1 (4)):

70.00 g 聚酯漆 LT COVB MLS, Temme 公司, Nürnberg

25.00 g Sachtolith HD-S, Sachtleben 公司

20.00 g Hydrolux Reflexal 100 铝小片, Eckart 公司

02.10 g Geoxyd Härter MEKP 50 S, Temme 公司, Nürnberg

10.00 g 丙酮

将该涂层涂于实施例 2 所述板的实施例 3 的底漆上。用 Nicolet Magna 550 IR 在 2.5-25 μm 波长范围内利用乌布利希球测定该涂层的光谱反射。该测量结果与在室温 293 K 下计算的黑辐射体进行比较。

得到的发射率为 0.68。

将该板与实施例 2 的对比板一起置于框架中，两板的底面是敞开的 (fve i)，其顶面暴露于阳光下。该对比板的底面涂有市售的白色内染料。两板的底面用辐射温度计 Typ TASC0 进行无接触地测定。在 96,000 勒克斯的阳光辐照下对比板的温度为 62℃，本发明涂敷板的温度为 43℃。

实施例 4

按下列配方制备灰色涂盖漆 (图 1 (2)):

70.00 g 聚酯漆 LT COVB MLS, Temme 公司, Nürnberg

60.00 g Ferro PK 0032 白色颜料, Ferro 公司

01.00 g Paliogen Schwarz L0086, BASF

01.00 g Shepherd Blau 3, Shepherd 公司

01.00 g Ecopaque Echrot 13327, Henbach 公司

02.10 g Geoxyd Härter MEKP 50 S, Temme 公司

10.00 g 丙酮

将该灰色涂盖漆涂于金属板上的实施例 1 中所述的防腐蚀层上，硬化后进行 400-980 nm 波长范围内的光谱测定。为对比起见，对由 Stahlfirma Dofasco Hamilton, ON, Kanada 公司提供的备有标明为“反射的”灰色涂盖漆型“Charcoal 462”的金属板进行测定。测量结果列于表 5。其中测量曲线 (1) 是本发明涂层的光谱反射，测量曲线 (2) 是对比板的光谱反射。

本发明的经涂敷过的板的背面用实施例 3 中所述的防腐蚀底漆涂敷。然后在底漆上涂以低发射涂层，该涂层按下列配方制备:

14.00 g Mowilith DM 611, Hoechst 公司

12.00 g Acronal 296 D, BASF 公司

14.00 g Ropaque OP 96, Rohm+haas 公司

00.20 g 除泡沫剂 Byk 024

00.40 g 颜料分散剂 N, BASF

24.00 g Sachtolith L, Sachtleben 公司

12.00 g 水

13.00 g Hydrolux Reflexal 100, Eckart 公司

04.00 g 丁二醇

将经本发明涂敷的金属板送往加拿大的 Messinstitut Bodycote Materials Testing 公司，在那里经测定并与以市售灰色涂盖漆涂敷的金属板相比较。

测定到下列值：

样品	外发射率	阳光吸收	内发射率
实施例 4 灰	0.89	0.41	0.55
标准灰	0.87	0.84	0.89

所述板经功率为 862 W/m^2 的阳光模拟器辐照。板的升温各用置于板上的温度传感器测定。以标准灰涂敷的金属板升温到 68.0°C ，按本发明涂敷的金属板升温到 52.8°C 。

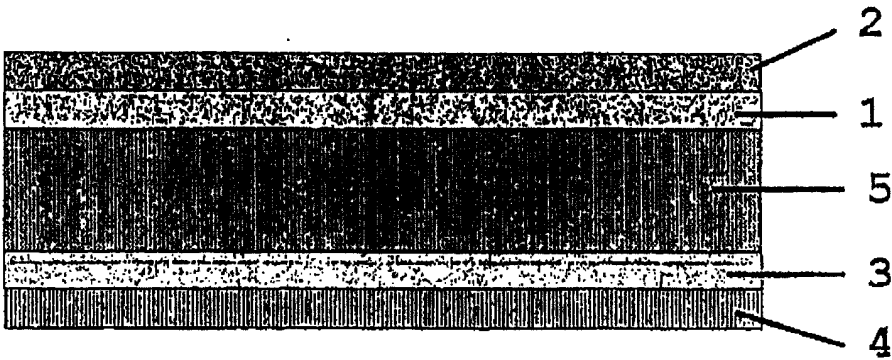


图 1

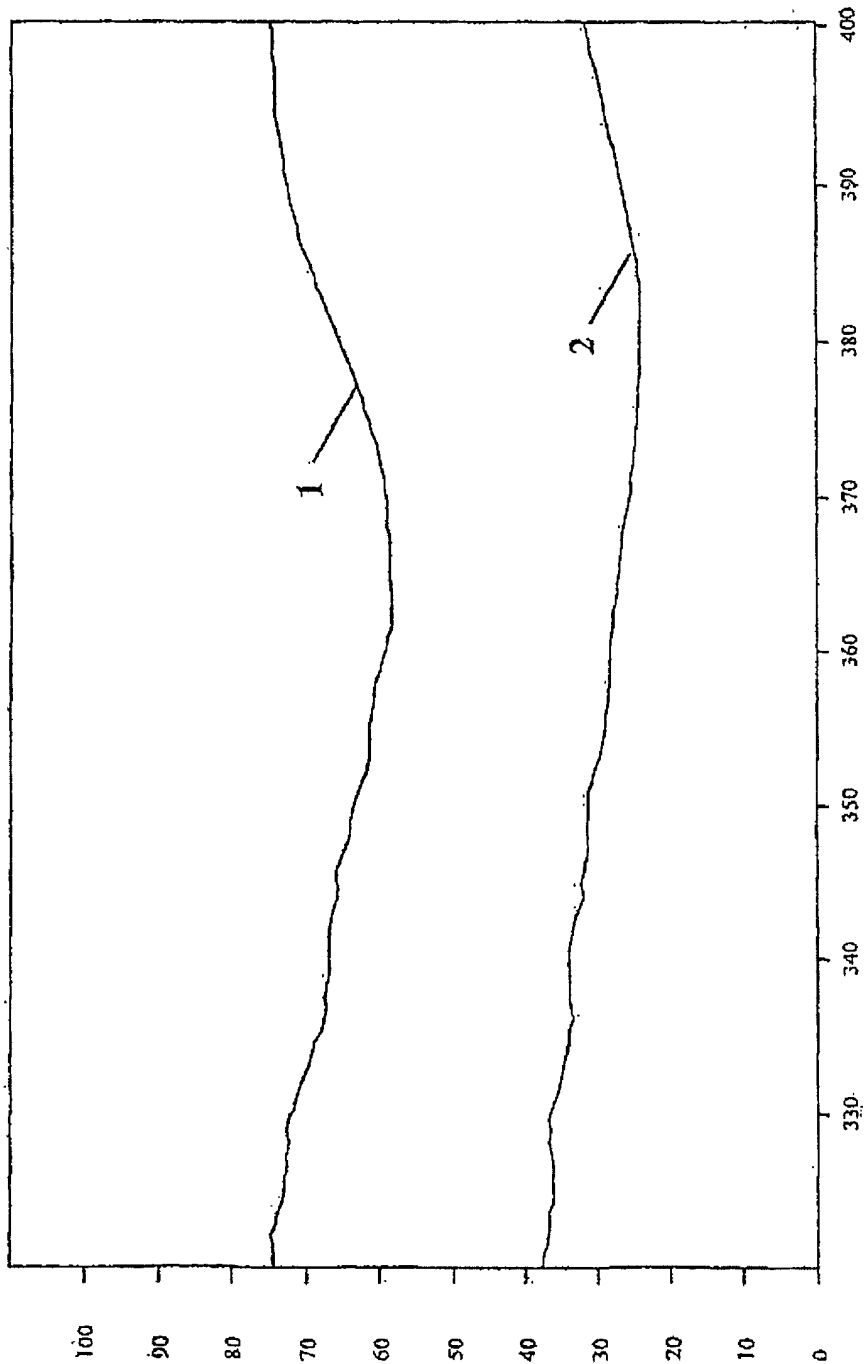


图 2

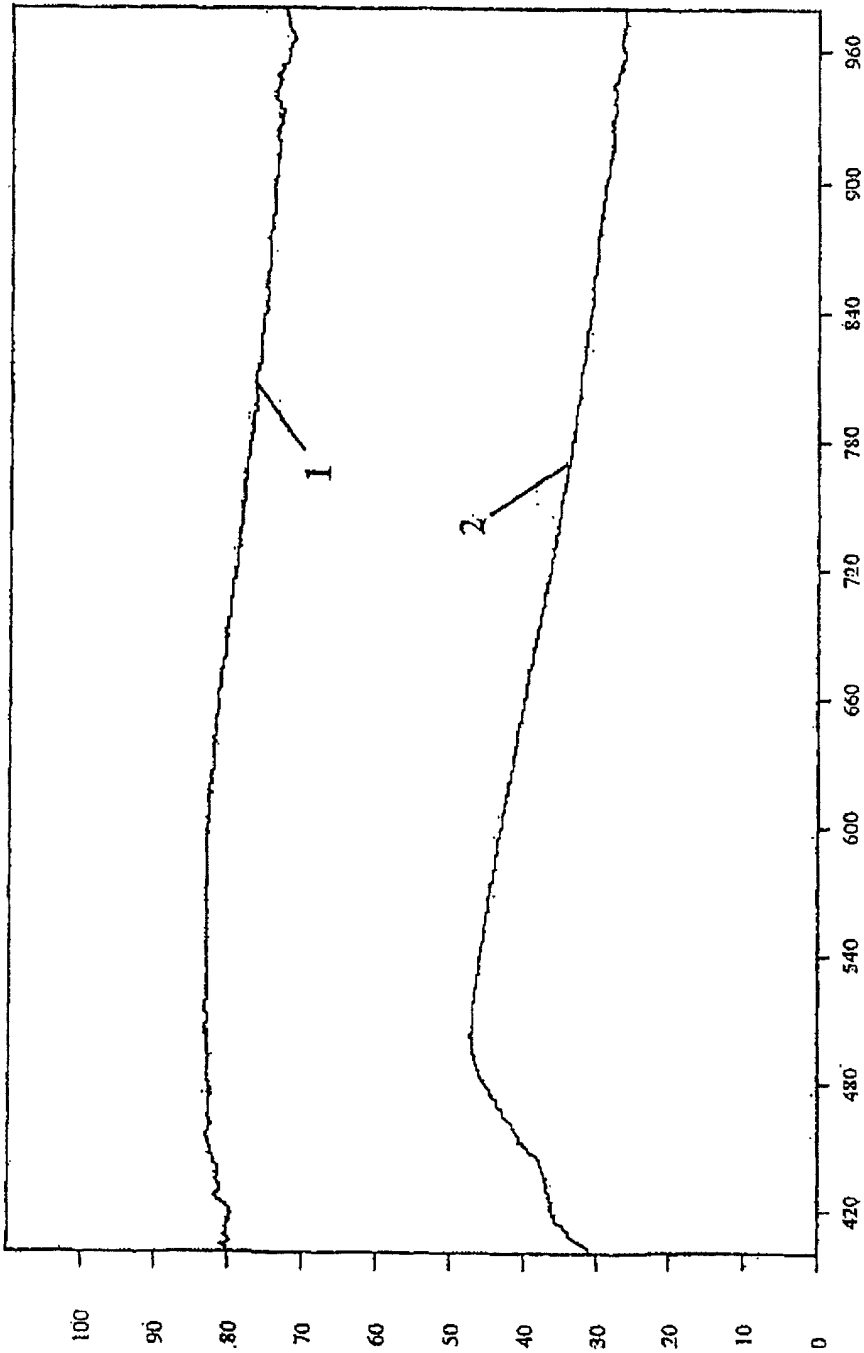


图 3

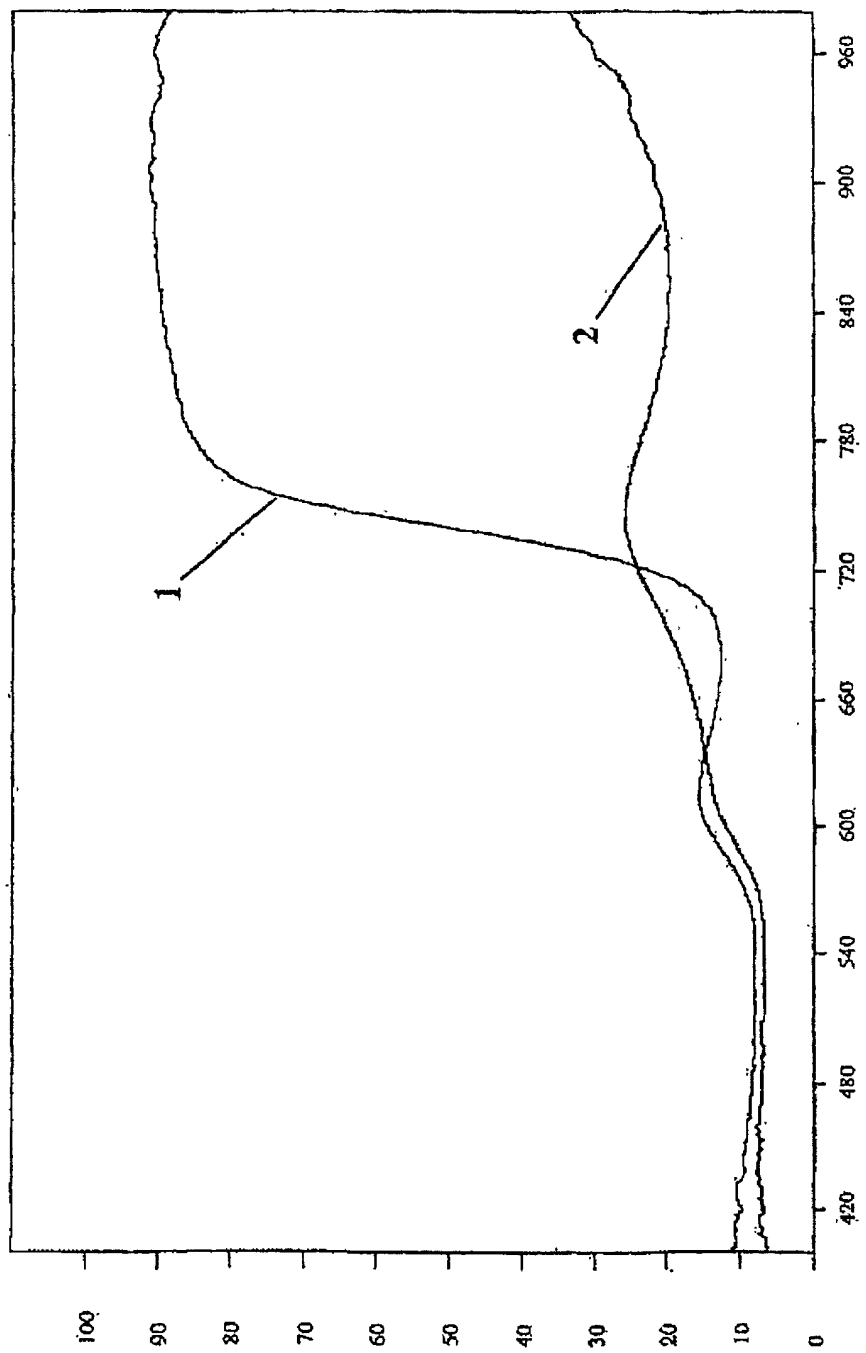


图 4

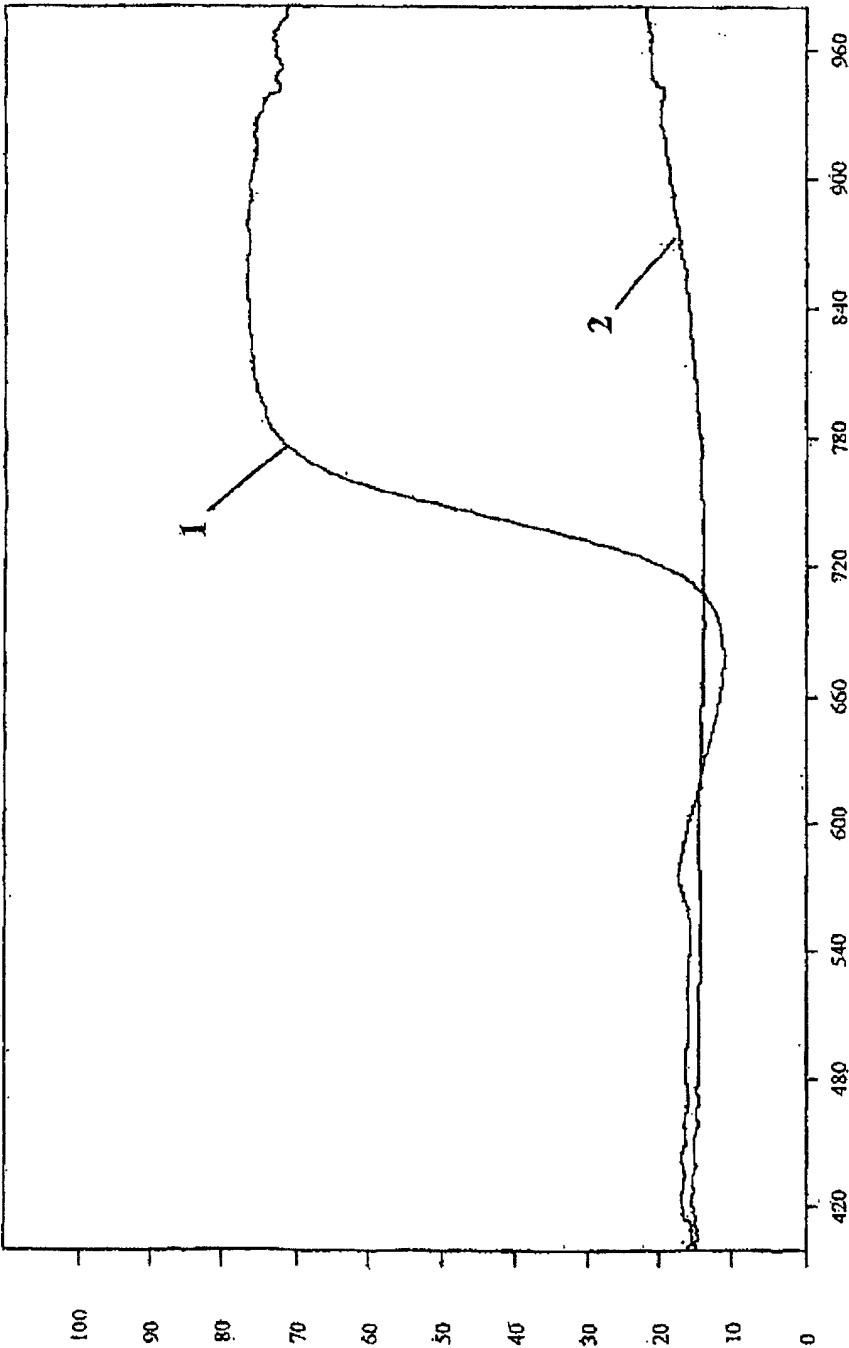


图 5