

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02804049. X

C25D 1/08 (2006.01)

C25D 5/50 (2006.01)

F27B 9/12 (2006.01)

F27B 9/14 (2006.01)

F27B 9/28 (2006.01)

[45] 授权公告日 2006年1月18日

[11] 授权公告号 CN 1237209C

[22] 申请日 2002.1.24 [21] 申请号 02804049. X

[30] 优先权

[32] 2001. 1. 25 [33] LU [31] 90721

[86] 国际申请 PCT/EP2002/000714 2002. 1. 24

[87] 国际公布 WO2002/059396 英 2002. 8. 1

[85] 进入国家阶段日期 2003. 7. 24

[71] 专利权人 埃福姆公司

地址 卢森堡卢森堡

[72] 发明人 马克·库恩 达米恩·米歇尔

审查员 郑 金

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 范明娥 张平元

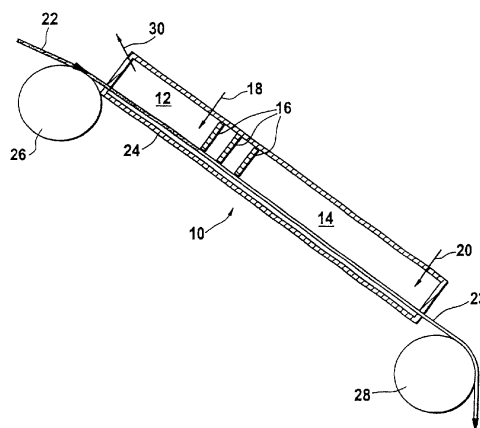
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 2 页

## [54] 发明名称

用于制造金属泡沫材料的方法及用于其制造的熔炉

## [57] 摘要

一种用于制造金属结构的方法，其包括下列步骤：提供一被覆金属的聚合物基材；在热区加热该被覆金属的聚合物基材，其中该热区温度至少保持在 600℃，且其中维持的气氛基本上是由水蒸汽或水蒸汽和中性气体的混合物所组成；以便于移除该聚合物基材并形成一金属结构；以及在冷却区冷却该金属结构。



1. 一种用于制造一种金属结构的方法，其包括下列步骤：
  - 提供一种被覆金属的聚合物基材；
- 5       · 在热区内加热被覆金属的聚合物基材，其中温度至少维持在 600℃，且其中维持的气氛是由至少 80 体积%的水蒸汽所组成，以便于移除该聚合物基材并形成一金属结构；以及
  - 在冷却区冷却该金属结构。
- 10       2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，该热区的温度至少 650℃。
3. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，该热区的温度为约 900 至 950℃之间。
4. 根据权利要求 1、2 或 3 的方法，其特征在于，热区的气氛是由约 90 体积%的水蒸汽所构成。
- 15       5. 根据权利要求 1、2 或 3 的方法，其特征在于，热区的气氛是由约 100 体积%的水蒸汽所构成。
6. 根据权利要求 1 的方法，其特征在于，冷却区内维持一种气氛，其基本上是由氮气所组成。
7. 根据权利要求 1 的方法，其特征在于，该被覆金属的聚合物基材及  
20       相关金属结构是被连续地引导通过该热区和该冷却区。
8. 根据权利要求 1 的方法，其特征在于，该被覆金属的聚合物基材及  
      有关金属结构是制成在该热区和该冷却区内的滑面上可进行滑行的。
9. 根据权利要求 8 的方法，其特征在于，滑面是限定朝向冷却区的下  
      降斜坡。
- 25       10. 根据权利要求 1 的方法，其特征在于，该被覆金属的聚合物基材及  
      有关金属结构在输送装置上被引导通过该热区和该冷却区。
11. 根据权利要求 10 的方法，其特征在于，该输送装置是一个可移动  
      的金属箔。
12. 根据权利要求 1、7 或 10 的方法，其特征在于，该被覆金属的聚合  
30       物基材是盘卷体的形式。
13. 根据权利要求 1 和 7-11 中之一的方法，其特征在于，该被覆金属

的聚合物基材是条状形式。

14. 根据权利要求 1 的方法, 其特征在于, 被覆金属的聚合物基材的金属是选自镍、铜、铁、铬、锌、铝、铅、锡、金、铂或属铂族的其它金属, 及其合金中的金属。

5 15. 根据权利要求 1 的方法, 其特征在于, 被覆金属的聚合物基材是一种被覆铜的聚合物基材或被覆镍的聚合物基材。

16. 根据权利要求 1 的方法, 其特征在于, 该热区和该冷却区被构造成能够使至少部分含于冷却区中的气体可流入该热区。

10 17. 根据权利要求 1 的方法, 其特征在于, 所述聚合物基材是由选自下列材料构成: 网状开孔泡沫结构、封闭孔泡沫结构、毛毡、织物或无纺布结构或类似结构和其组合物。

18. 一种用于由一种被覆金属的聚合物基材制造一种金属结构的熔炉, 包括下列部分:

- 一热区;
- 15 · 一冷却区, 紧邻该热区;
- 一通过热区和冷却区延伸的表面, 用于移动该被覆金属的聚合物基材有关的金属结构, 而通过该热区和冷却区, 该表面限定朝向冷却区的下降斜坡;

20 其中该热区包括有加热装置, 以加热热区到至少 600°C, 和注射装置, 以注射水蒸汽进入该热区, 要保持水蒸汽浓度至少 80 体积%, 以及萃取装置, 以萃取来自该热区的气体, 其中该冷却区包括注射装置, 以注射中性及/或还原气体进入该冷却区, 且其中含于冷却区内至少部分的气体转移至热区, 并在热区通过萃取装置进行萃取。

25 19. 根据权利要求 18 的熔炉, 其特征在于, 水蒸汽注射入热区是要使其中保持水蒸汽浓度在约 90 体积%。

20. 根据权利要求 18 的熔炉, 其特征在于, 水蒸汽注射入热区是要使其中保持水蒸汽浓度在约 100 体积%。

21. 根据权利要求 18 的熔炉, 其特征在于, 挡板装置用于分离热区和冷却区。

30 22. 根据权利要求 18 中的熔炉, 其特征在于, 输送装置用于引导金属被覆基材, 有关其金属结构, 以通过热区与冷却区。

23. 根据权利要求 22 的熔炉，其特征在于，输送装置是一种移动式金属箔。

24. 根据权利要求 18-22 中任一项的熔炉，其特征在于，被覆金属的聚合物基材呈卷盘形式。

5 25. 根据权利要求 18-23 中任一项的熔炉，其特征在于，被覆金属的聚合物基材呈条状形式。

26. 根据权利要求 18 的熔炉，其特征在于，被覆金属的聚合物基材的金属是选自于下列金属：镍、铜、铁、铬、锌、铝、铅、锡、金、铂或属铂族的其它金属，及其合金。

10 27. 根据权利要求 18 的熔炉，其特征在于，被覆金属的聚合物基材是被覆铜的聚合物基材或被覆镍的聚合物基材。

28. 根据权利要求 18 的熔炉，其特征在于，该聚合物基材是由选自以下材料所制成：网状开孔泡沫结构，封闭孔泡沫结构、毛毡、织物、无纺布结构或类似的结构，及其组合物。

用于制造金属泡沫材料的方法  
及用于其制造的熔炉

5

发明领域

本发明关于一种由被覆金属的聚合物结构制造金属泡沫材料的方法及一种制造该金属泡沫材料的熔炉。

10

发明背景

目前生产用于制造电池的金属泡沫材料是一个重要的课题，特别是镍泡沫材料已被大量用于电池的制造。

15

传统上镍泡沫材料的生产方法，首先是将镍沉积在聚合物泡沫基材上，如聚氨酯泡沫材料，然后再将此被覆镍的聚合物基材进行热处理。这种热处理一般是在一个具有三个区的连续带式熔炉(belt furnace)内完成。置放于输送带上的镍被覆聚合物基材，首先进入一氧化区，受到高温及游离氧，从而使聚合物燃烧。该聚合物基材因此被移除，造成一个氧化镍泡沫结构。紧接氧化区之后的是一个还原与退火区，其中经氧化的镍泡沫结构经受一般为纯氢的还原气氛和高温。在这个还原与退火区内处理该经氧化的镍泡沫结构，使在第一区内生成的镍氧化物还原至金属态，而退火步骤可以增加机械特性，即增强镍泡沫结构的延展性。最后，具有延展性的镍泡沫结构进入一冷却区，其中，它在一个氮气和氢气的控制环境下进行冷却。

20

25

30

如此的热处理有许多缺点。首先，尽管在游离氧的环境下燃烧聚合物可移除该聚合物基材，但不幸的是，也会造成金属镍的氧化。在分子移除后，该经氧化的镍结构必须再于还原的气氛下还原，因而使得处理程序复杂化。再者，该经氧化的镍结构是非常脆且易碎。因此这种脆的经氧化的镍结构必须支撑在熔炉内的输送带上。这些输送带相对于镍结构而言是非常重，且一般是由特殊的耐火钢材制成，因为不断重覆的加热和冷却循环，该输送带必须经常更换。输送带对该过程的能量平衡具有一负面影响，因为不仅质轻的镍结构需要加热和冷却，质重的输送带结构亦需要加热和冷却。该制程另一个缺点是纯氢气的使用，这会造成生产成本的增加及处理上的危险。

JP-10064268-A 公开了一种用于生产多孔 Ni-Cr 合金的方法，使含 Ni 和 Cr 金属粉末的浆料涂在泡沫树脂上，在含有水蒸汽或二氧化碳气体的还原气氛下在 700 和 900℃ 间的温度下加热涂覆产品，因而泡沫材料热分解而移除碳含量。然后，通过在 1100~1300℃ 之间的温度下加热而烧结所得产品以制得 Ni-Cr 合金。水蒸汽或二氧化碳含量为 2.5~30 体积% 的范围内，高于 30 体积% 的量导致金属的过氧化，还原气体是氢或氨分解气体。

US-A-3695869 描述了一种用于制造纤维金属材料的方法，其中，制备一种导电碳骨架并通过化学或电学方法在碳骨架上次积金属或合金。然后将所得产品或在含有适当部分水蒸汽的氢气气氛中或在空气中在高温下进行氧化操作以除去骨架。

### 发明目的

本发明的目的是提供一种由被覆金属的聚合物基材制造一种金属结构的较简单的方法。

15

### 发明概述

本发明提供一种用于制造一种金属结构的方法，该方法是在一个热区内处理一种金属被覆的聚合物结构，而该加热区温度至少为 600℃ 且其气氛基本上是由水蒸汽组成。注入该水蒸汽且保持在该区域内。在该热区(hot zone)内，聚合物基材进行热分解并与水蒸汽反应。其中发生的氧化反应是一种吸热反应，已知称为“水煤气”反应，以  $C+H_2O \rightleftharpoons CO+H_2$  表示。根据这个化学反应式，聚合物中的碳与水蒸汽反应生成一氧化碳和氢。特别是该法和传统上利用游离氧燃烧聚合物的方法相反，该方法中用于移除聚合物的氧化剂是水蒸汽且金属被覆聚合物基材并不暴露于游离氧之下。加热区含有至少 80~85 体积% 的水蒸汽，更优选为约 90% 并最好为约 100%。

在聚合物移除后，留下金属结构。必须注意的是，在应用的条件下，该水蒸汽仅氧化到碳而金属不被氧化。由于金属在移除高分子期间不被氧化，因此并不需要特别的还原处理。特别是该金属结构并未暴露在一个含有高浓度氢气的气氛下。这意味着传统上在纯的或高浓度氢气下的还原步骤就不再需要。事实上，本发明方法完全不需要使用氢。因此制造成本降低，同时也消除了因使用纯的或高浓度氢气的危险也消除。

在加热区后，该金属结构在冷却区内的控制条件下进行冷却，优选在一

个非氧化的气氛下进行。虽然，如上所述，本发明并不需要使用氢，应当理解，在工业生产条件下，在冷却区可以使用很小浓度的氢以补偿空气泄漏。

对被覆金属的聚合物基材于热区内的处理，可以使聚合物基材移除而不氧化最初支承在其上的金属。

应该注意的是，加热区内的高温对金属结构有一种热处理或退火处理的效应。它可增加金属结构的强度并使其具有良好的延展性。

本方法的另一个优点是，因为该金属并未氧化，所以不致变脆。在热区中形成的金属泡沫结构是自承的且易于处理。

因此，本发明的方法是一种由被覆金属的聚合物结构产生金属结构的较简单的方法。该金属涂层可含有不同的金属，如镍、铜、铁、铬、锌、铝、铅、锡、金、铂或属于铂族的其它金属及其合金，以及在高温下在水蒸汽中对抗氧具有足够惰性的其它金属和合金。

该方法特别适于由被覆铜的聚合物基材来生产铜泡沫结构，或由被覆镍的聚合物基材来生产镍泡沫结构。实际上，已证实本方法经济且易于实施，所用的气体价廉且不危险。确实，本发明的方法可以通过水蒸汽在一个步骤中制得一种延展性金属结构。特别是由于在本发明方法中在聚合物分解时，金属不被氧化，因此本发明方法不需要在氢气气氛下的还原步骤以还原金属结构。

值得注意的是，因为加热区内不使用游离氧，且如果冷却区内有氢存在，它仅以低浓度存在，所以很有利地将含有冷却区内的气体送入热区。冷却区内气体所具有的能量也可以在热区内利用。特别是指当氢的含量少于5体积%时，这也低于工业熔炉所用基准的爆炸极限值。在传统的方法中，由于氧化区含有氧气和还原区含有氢气，当然不可能将一区中的气体流入另一区中。

为了简化处理与增加生产力，本发明的方法最好是在一个熔炉组内进行，而且该熔炉组要这样配制以使金属被覆聚合物基材、有关的金属结构被连续地导引通过该热区及该冷却区。

优选的是，该热区的温度至少在650°C，更佳的是在约750°C至950°C之间，且最理想的是在约900°C至950°C之间。而退火温度的选择按要制得的金属结构的延展性来决定。

在冷却区内保持一个惰性或略微还原性的气氛可防止冷却时该金属结构的氧化。一种适当的惰性气体是氮气。然而，冷却区内优选保持基本上由氮气和氢气所组成的气氛。如上所述，在冷却区内最好有低含量的氢以补偿空气泄漏。最佳的是该氢气含量低于5体积%。这个氢气浓度可以得到一个保护性、稍还原的气氛，但不致于产生有关安全的问题。

值得注意的是，因为在加热区内处理期间所得的金属结构是自承的，被覆金属的聚合物基材可以处理成卷盘状。此外，因为所得的金属结构具有延展性，它在冷却后可轻易地展卷。

另一项关于该金属结构强度的优点是，它不需要非常麻烦的处理维护。

当被覆金属的聚合物基材是条状形式时，则它不需要支承在输送带上。事实上，在一个优选的实施方案中，该条状形式的被覆金属的聚合物基材滑置在一个滑面(sliding surface)上，该滑面贯穿加热区和冷却区。例如，该被覆金属的聚合物基材可以施加轻微的牵引力，却不会造成任何金属结构的损害。为了促使被覆金属的聚合物基材在该滑面上的推进，该滑面最好是向冷却区倾斜。

当然，如果需要的话，也可以利用输送装置来支撑被覆金属的聚合物基材，例如对具有低质量表面密度的被覆金属聚合物基材处理时。如在传统的方法中，这种输送装置可以是一种输送带。然而，另一种优选的输送装置是一种金属箔。因为金属箔比输送带轻得多，它的热惰性也较低，并且金属箔加热升温较快。因而加热能量损失减少。当铜泡沫材料由铜被覆聚合物结构产生时，该聚合物结构最好以铜箔支撑。该铜箔可以是通常铜箔生产的副产品。这种支承铜箔在一次或多次通经熔炉后可低价循环。

另外，本发明的另一方面，提供一种由金属被覆聚合物基材制造金属结构的熔炉，这熔炉包括：

15 一热区；

一冷却区，紧邻热区；且

一平面，贯穿热区与冷却区，用于移动该金属被覆聚合物基材、有关金属结构通过该热区与冷却区，该表面限定朝向冷却区的下降斜坡。

该热区包括一个加热装置，以加热热区至温度在至少 600℃；注射装置，以注射水蒸汽进入该热区，要保持水蒸汽浓度至少 80 体积%；以及萃取装置，以从该热区萃取气体。该冷却区包括注射装置，以注射中性及/或还原气体入冷却区，以及至少一部分含于冷却区内的气体转移到热区并由热区通过萃取装置而提取。

该熔炉还可以包括引导装置，用于引导该被覆金属的聚合物基材及有关金属结构通过该热区和冷却区。

25 这样的—个熔炉可在仅两个区内，由金属被覆聚合物基材制造金属泡沫材料。因此较传统上具有氧化区、还原/退火区及冷却区的三处理区的熔炉体积更小。而且，本发明的熔炉较传统的三处理区的熔炉更为安全，因为传统的熔炉内游离氧的区域紧邻于纯氢的区域。的确，在本发明的熔炉中，两种气氛的气体互相混合并不会造成爆炸的危险。这也进一步的简化了熔炉的构造，特别是分隔热区和冷却区的结构，因此气密性的分隔就不再需要。一种

能够分隔热区和冷却区较有利的方式是利用挡板，来控制气体由一区进入另一区。

本发明的熔炉因此是一个较简单、较安全并更小体积的装置，可以由金属被覆聚合物结构来制造金属泡沫材料。该金属涂层可以是镍、铜和其合金  
5 或在高温在水蒸汽中抗氧化的其它合金。

本发明的熔炉特别适于由被覆铜的聚合物基材来生产铜泡沫材料。

很明显，依照金属被覆聚合物基材是处理成卷状形式或条状形式，引导装置会有不同的型式。

如前面所述，熔炉内热区所制得的金属结构是延展性与自行支承性的。  
10 因此，该金属被覆聚合物基材并不需要支撑在输送带上，这就简化了该熔炉的构造。

在一优选的实施方案中，该熔炉具有一个滑面，贯穿热区与冷却区，该被覆金属的聚合物基材在上面滑动。安装在熔炉外及/或内的引导装置可包含一安置于该热区前的第一滚轮，以及安置在约该冷却区出口的第二滚轮。当  
15 该滚筒滚动时，金属被覆聚合物基材通过在滑面上滑动而在熔炉内向前行进。滑面可通过滑板上表面延伸经热区和冷却区而形成。优选的滑板是多孔的以易于除去水蒸汽，并有效排出反应产物。

有利的是，该熔炉设计成使热区位于较冷却区更高的层，以使部分气体由冷却区流向热区，而在热区它们萃取热区的气体。这些萃取的气体主要含有水蒸汽、也含有少量的碳氧化物、因泡沫材料氧化就地产生的氢气、氮气  
20 及由冷却区可能存在的氢气，以及有机泡沫材料热分解的产物，这些气体可以作为加热而燃烧，或在丙烷废气燃烧烟道端燃烧。

#### 附图的简要说明

25 本发明将以实施例的方式使用下列附图，简单说明，其中：

图1是一个具有二区域气氛控制的熔炉的示图，其中实施本发明方法中的第一具体方案；以及

图2是一个具有二区域气氛控制的熔炉的示图，其中实施本发明方法中的第二具体方案。

30

### 优选具体方案的详细说明

本发明藉助于将被覆金属的聚合物结构在控制的水蒸汽气氛的环境的高温下，使其加热以移除该基材，并制造一种延展性的金属泡沫结构。

用于制造金属泡沫材料的被覆金属的聚合物结构，一般是通过在一种导电聚合物泡沫材料上电镀一层金属而制得。许多种金属，如镍、铜、铁、铬、5 锌、铝、铅、锡、金、铂或属铂族的其它金属和它们的合金，可以作为薄膜、重叠的膜，或作为相或结构的混合物而电镀在这种泡沫材料上，以按本发明的方法处理而制得对应的金属泡沫材料。然而，本发明的方法特别适用于由铜或镍被覆聚合物结构来制造延展性的铜或镍的泡沫结构。

10 该聚合物基材可由一种网状开孔泡沫结构、封闭孔泡沫结构、毛毡、织物、无纺布结构、或类似结构、或任何上述结构的组合物。可以作为聚合物基材的材料包括：聚酯、聚氨酯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、聚乙烯、聚异氰脲酸酯、聚酚、聚丙烯、纸或其它纤维材料(碳基的天然或合成聚合物)。这些聚合物都可以受热分解，并在热区内与水蒸汽反应而被氧化。特别优选的泡沫材料是例如，工业用的网状泡沫材料，这可由 British Vita 集团公司(基于15 联合国)如 Caligen Europe B.V.(荷兰)和 Crest Foam Inc. (USA)或由 Recticel International(比利时总部)购得。

应该注意，本文的泡沫材料的重量是以其“表面质量密度”表示。该术语在本文中应理解为条状泡沫材料的表观表面的质量。例如，如果泡沫材料20 具有  $600\text{g/m}^2$  的表面质量密度，这意味着一块具有  $1\text{m} \times 2\text{m}$  表观外尺寸的泡沫材料，其质量为  $1200\text{g}$ 。

事实上，真实的泡沫材料表面(包括孔隙的表面)取决于其孔隙度。例如，一个具有表观面积  $1\text{m}^2$ (即，具有外尺寸  $1\text{m} \times 1\text{m}$ )且具有每英寸 90 孔隙的孔隙度的泡沫条，其比表面为约  $200 \sim 300\text{m}^2$ 。孔隙度的量度是直线，这相当25 于沿一英寸长度的直线上所计数的孔隙数目。

用于形成本发明要处理的金属涂层聚合物结构的泡沫材料，优选的孔隙度为每英寸 30 ~ 120 孔或更高。大部分所用的，泡沫材料的厚度，优选在 0.2 和 2mm 之间。

例如，当本发明的方法用于制造要用作蓄电池中的电荷收集器的被覆金属30 属聚合物结构时，对用于二次碱电池的泡沫材料厚度约为 1.6mm，而对用于锂离子电池的泡沫材料就更薄。

通常,约 1.6mm 厚度的泡沫材料可用于制造要用作二次碱性电池中的电荷收集器的被覆金属聚合物结构,而对用于锂离子电池的一般是更薄的泡沫材料。

应当理解,这种泡沫材料作为电镀的必要条件必须具有某些导电性。可以使用各种用于制备泡沫导电条的表面的方法。第一种获得这工作的方法是使用导电泡沫聚合物。当然,使泡沫条的表面制成导电是通过以下进行:首先,在泡沫条上沉积一种单体,该单体在聚合形式时是导电的,并且然后将该单体聚合成导电聚合物。这种单体可以是吡咯,它可通过氧化掺杂而聚合为导电聚吡咯。

另一个用于使泡沫条导电的优选技术是真空沉积(也称作物理蒸汽沉积法(PVD)),这包括磁控管溅射,以及含于加热坩埚的金属的直接蒸发。真空沉积可以在泡沫条表面上形成一种粘合的薄的金属予涂层。实际的真空沉积技术可以在泡沫条上形成一种有改进导电性的薄的金属予涂层;并且所得的复合条具有比通过化学处理的成为导电泡沫条更好的抗撕裂性。对制造铜泡沫材料,泡沫条优选通过由含液态铜的加热坩埚中真空沉积法沉积铜而予涂层很薄的层,如  $1 \sim 10\text{g/m}^2$ , 优选不超过  $5\text{g/m}^2$ 。

该方法两个优选实施方案,将参考图 1 和图 2 中的熔炉而加以描述。在两个实例中,使用了一种被覆铜的聚合物结构而制造铜泡沫材料。该被覆铜的聚合物结构具有的质量表面密度一般可在  $100$  至  $2500\text{g/m}^2$  间。较高或较低的涂层重量也可由特别的泡沫基材来获得。关于在聚合物泡沫结构上的镀铜的厚度为  $1 \sim 50\mu\text{m}$ 、更好  $2 \sim 15\mu\text{m}$ 、最好为约  $8\mu\text{m}$ 。

图 1 表示一个二区气氛控制的熔炉 10。该熔炉 10 包括了一个热区 12 和一个紧邻的冷却区 14。该热区 12 配置有加热装置(未显示),其可以维持一个至少是  $600^\circ\text{C}$  的温度。该热区 12 的气氛是由至少 80 体积%的水蒸汽和可能混有如氮气的中性气体。优选的,热区的气氛是由约 90 体积%的水蒸汽构成,更好为约 100 体积%。该水蒸汽或该混合物如图中的箭头 18 所表示,通过注射装置引入。在冷却区 14 的气氛也被控制,且最好是由氮气和至多 5 体积%氢气的气体混合物所组成。该气体混合物是通过如图中箭头 20 所示的注射装置引入熔炉内。应当注意,在冷区存在的氢不是实施本方法所必要的,但在工业规模时,它可以补偿空气的泄漏。热区 12 和冷却区 14 是由一系列的挡板 16 所分隔,它们可以提供一

方便的分隔作用，并可以控制两区间的气体流动。的确，应该注意的是，两个区域 12 和 14 内的气体可以互相混合而没有危险，所以气密性的分隔是不需要的。为了使进入热区和冷却区的环境空气降至最小，后者最好在稍微过压的情况下运行。

- 5 再者，为了避免成品金属泡沫材料的低温氧化，进入冷却区的水蒸汽的循环可通过增加冷却区压力和/或在熔炉与安置在比冷却区更高位的热区倾斜的情况下通过促使在热区的“烟囱效应”而阻止。

10 标号 22 表明一个要在熔炉 10 内进行处理的条状形式的铜被覆聚合物基材。该被覆铜的聚合物基材 22 引入热区 12 中，并被连续的引导通过熔炉 10，以使其通过两个区域。在热区内 12，该聚合物基材在优选约 900 至 950 °C 间的高温和有水蒸汽的环境下进行热分解。来自聚合物的碳与水蒸汽反应而形成碳氧化物和氢气。

15 特别是，该聚合物的移除是在一个基本上无氧分子的气氛下进行。聚合物因此被移除且得到一个无聚合物的铜结构 23。而在热区内的水蒸汽不会氧化铜，所以铜会保持在它的金属状态。应当理解，对处理被覆铜的聚合物结构最好使用 100 % 水蒸汽气氛。

20 高温对金属有一退火效应，因而可诱引重结晶并改善延展性。结果在热区 12 的端部，可以得到一个不含聚合物的延展性铜泡沫结构。接着该铜结构 23 进入冷却区 14，其中在一个控制的条件下，冷却至 20 至 75 °C 温度之间。

在本实施方案中，于挡板 16 的位置处，冷却区 14 的温度接近热区 12 的温度，且在冷却区 14 末端的温度约为 50 °C。在冷却区 14 内保持的稍微还原的气氛，可以避免铜结构 23 的氧化，并可促使任何一点的铜氧化物得到还原。

25 可理解的是，被覆铜的聚合物基材 22 并不需要支撑在熔炉 10 的输送带上。这有可能是因为在本发明方法中，铜不被氧化而因此可以如前所述的保持自行支承。在这优选的实施方案中，被覆铜的聚合物基材 22，可以制成在熔炉 10 内由炉板形成的滑面 24 上进行滑动。虽然没有图示，熔炉 10 可以具有通常的柱状的内形式而炉板可用在柱状炉内半高度处放置的多孔板而形成。为了减少铜被覆聚合物基材 22 在该滑面 24 上的摩擦力，该炉板必须相当平滑。由于铜被覆聚合物基材的重量很轻及滑面 24 表面很平滑，该

30

被覆铜的聚合物基材 22 可以很轻易的滑动。图 1 中，滚轮 26 和 28 是用于引导该被覆铜的聚合物基材 22 通过熔炉 10 而配置的。第一滚轮 26 在铜被覆聚合物基材 22 进入热区 12 前，支承铜被覆聚合物基材 22，而第二滚轮 28 被安置在冷却区 14 的大约出口附近，以收集所生产的铜泡沫结构。两个滚轮是同步转动，取决于熔炉的倾斜度，第一滚轮 26 或第二滚轮 28 均对该铜被覆聚合物基材 22 施加一个小的牵引力。结果，铜被覆聚合物基材 22 在熔炉内行进而不会受到伤害。在通过热区时，金属泡沫材料在全部三维中可收缩 30%，而这种现象对上面的第一滚轮 26 和下面的第二滚轮 28 的考虑是有利的。

图 1 显示熔炉 10 最好是倾斜的，以使热区 12 处于一个比冷却区 14 更高的位置。因此滑面 24 限定了向冷却区 14 下降的斜坡，这有助于被覆铜的聚合物基材 22 在熔炉 10 内的行进。取决于熔炉坡度有关的滑面，使该被覆铜的聚合物基材受重力的作用而滑行通过熔炉。在这种情况下，第一滚轮 26 可用于控制行经熔炉的被覆铜聚合物基材 22 的速度。

这种结构对熔炉内气体的流动也有影响。由图 1 可以了解，氮和氢的气体混合物由冷却区 14 的尾端进入熔炉 10。然后，这混合气体以对被覆铜的聚合物基材相反的方向通过该冷却区，因而确保该高分子基材的冷却效果。分隔挡板 16 用一种特别的方式安置在热区和冷却区之间，可以使至少部分气体混合物，由冷却区 14 流向热区 12。来自热区 12 的气体，亦即基本上是水蒸汽、和少量碳氧化物(CO 和 CO<sub>2</sub>)和其中形成的氢以及由冷却区 14 的 N<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub> 所组成，将在该熔炉内较高的区域进行萃取，如图中箭头 30 处，然后在丙烷废气燃烧烟道端部燃烧。

图 2 也表示一个相当于图 1 内熔炉的熔炉 110。相似地，其包括一热区 112，其中温度维持在 900 至 950 °C 之间，且其中保持的气氛基本上是由水蒸汽构成。水蒸气是由箭头 118 处输送入热区 112。紧邻热区 112 的是冷却区 114，其具有一个控制的气氛，基本上是由氮气和 5 体积 % 的氢气所组成。这氮和氢的气体混合物是由箭头 120 处输送入该熔炉 110。这两区 112 和 114 是以挡板 116 来分隔。如图 1 所示，该熔炉 110 是朝冷却区 114 倾斜，且部分气体由冷却区 114 流入热区 112，在那里它们和其它气体一起在箭头 121 处被萃取至丙烷废气燃烧烟道燃烧。

标号 122 表示一个在熔炉 110 内要处理的铜被覆聚合物基材 122。根据

第二个优选的实施方案，该被覆铜的聚合物基材 122 是在铜箔 124 上支撑在熔炉 110 中。当处理易脆轻质的铜被覆聚合物基材时，如质量表面密度低于  $450\text{g/m}^2$  时，或通常地在  $100$  和  $200\text{g/m}^2$  间，使用一个支撑铜箔 124 是特别适合。

5 如图 2 所示，该铜箔 124 储存于供应滚轮 126 上，被引导至一个组合滚轮 128。该被覆铜的聚合物基材 122 也被引导至该组合滚轮 128，这样可以置放在铜箔 124 的顶部上。然后，被覆铜的聚合物基材 122 在铜箔 124 上进入熔炉 110 中。当被覆铜的聚合物基材 122 继续通过熔炉 110，聚合物基材被移除且所得的铜结构 123 被冷却。在冷却区 114 的端部，支撑在铜箔 124  
10 上的铜结构 123 被收集在一个分离的滚轮 130 上，在其上它们被分离。

至于第一个实施方案，被覆铜的聚合物基材 122 由于两个滚轮 128 和 130 的转动，而在熔炉内向前行进。然而，必须注意的是，牵引的力量并不施加于被覆铜的基材 122 上，而是在铜箔 124 上。而且很明显的，该被覆铜的聚合物基材 122 并没有与炉板接触，因为它是置放在该铜箔 124 上。所以被覆  
15 铜的聚合物基材就能够在熔炉 110 中行进时受到保护而免于伤害、撕裂或变形。

根据热力学的观点，铜箔比输送带更有利。的确，一个输送带一般具有  $10$  至  $15\text{kg/m}^2$  之间的表面质量密度，而合适的铜箔的表面质量密度可能在  $100$  至  $200\text{g/m}^2$  之间。所以铜箔的热惰性远比输送带为低，且加热速率也快得多，  
20 因此加热时能量损失也减少。再者，该铜箔在制造被覆金属的聚合物基材中使用后还可以再循环。

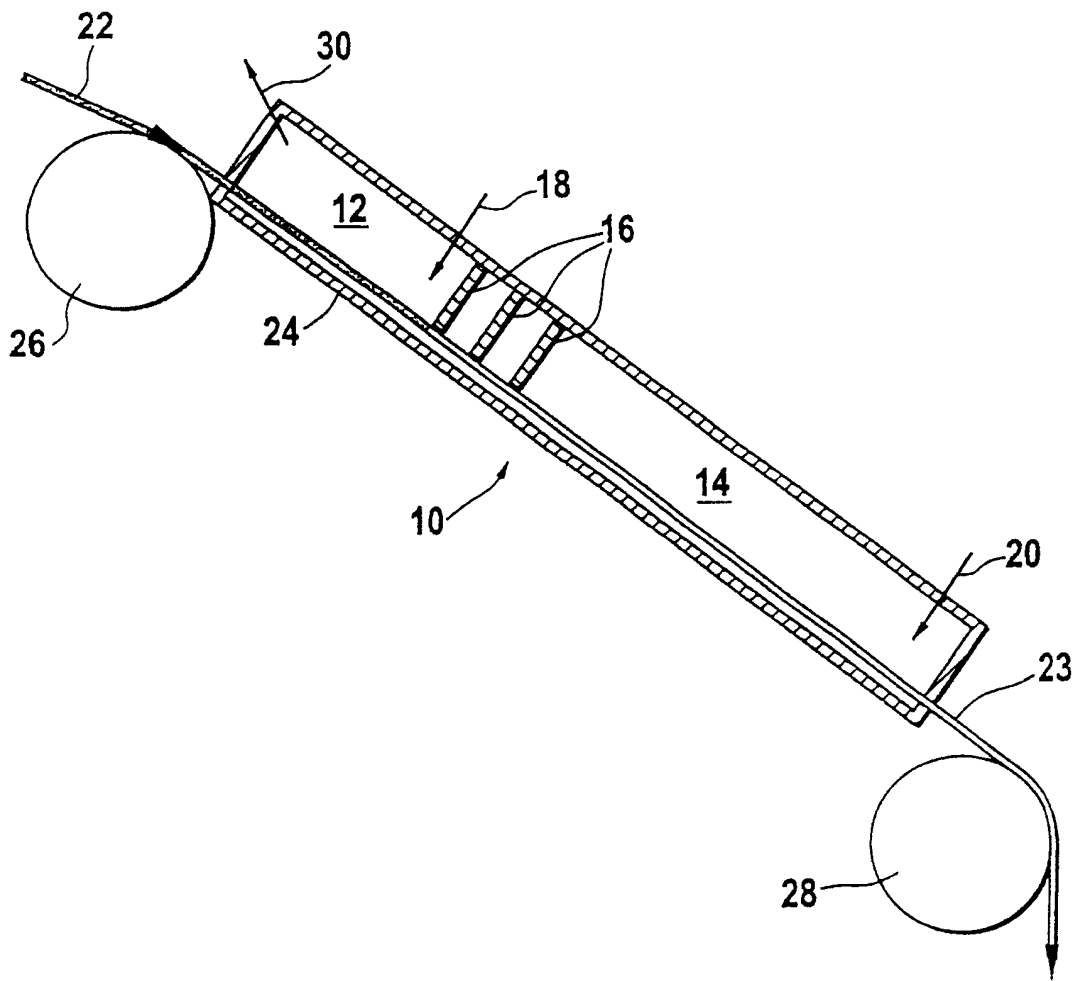


图 1

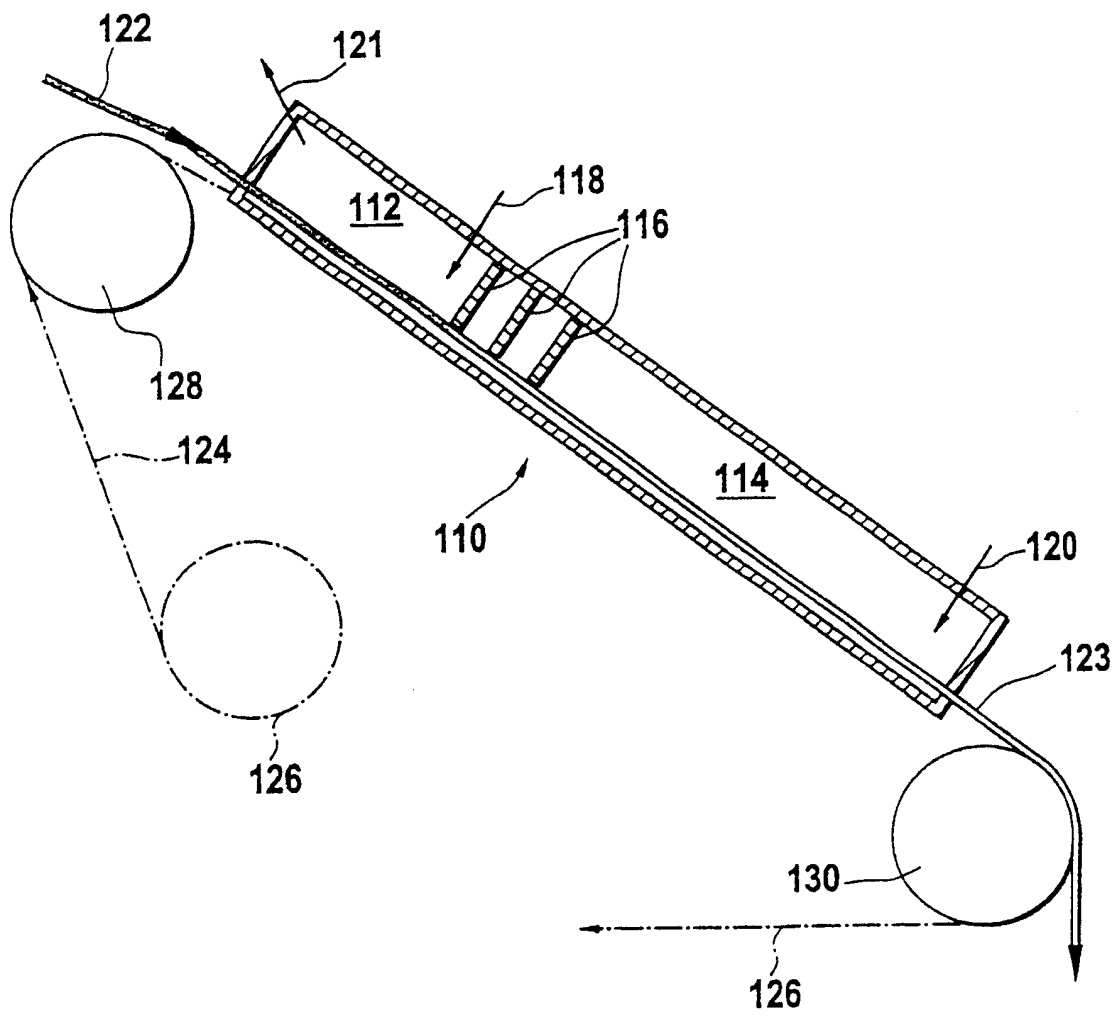


图 2