

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B22F 3/26

B22C 9/06

B22F 5/00 B23H 1/04

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96191490.4

[45] 授权公告日 2002年3月20日

[11] 授权公告号 CN 1081101C

[22] 申请日 1996.1.5 [24] 颁证日 2002.3.20

[21] 申请号 96191490.4

[30] 优先权

[32] 1995.1.17 [33] US [31] 08/373,137

[86] 国际申请 PCT/US96/00297 1996.1.5

[87] 国际公布 WO96/22170 英 1996.7.25

[85] 进入国家阶段日期 1997.7.17

[73] 专利权人 米沃基工程学校

地址 美国威斯康星州

[72] 发明人 詹姆斯·罗伯特·托宾

[56] 参考文献

GB818827 1959.8.26

US3605855 1971.9.20

US4455353 1984.6.19

粉末冶金材料 1988.7.1 北京科技大学粉末冶金教研室

粉末冶金材料 1988.7.1 北京科技大学

审查员 杨永红

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

代理人 郑修哲

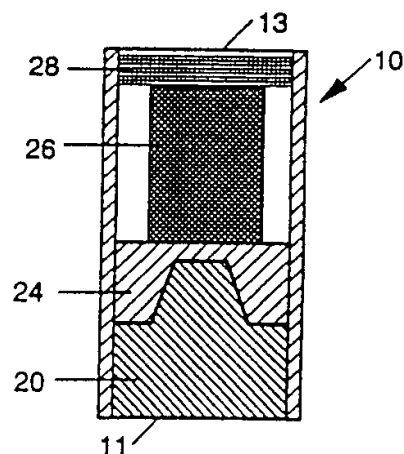
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图页数 3 页

[54] 发明名称 充分密实的金属模的构造方法

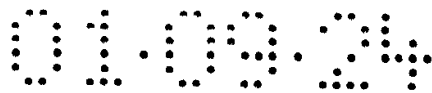
[57] 摘要

完全密实的金属部件或金属半模的一种构造方法，该半模与另一半模配合以便形成一付模型用来铸造多个部件。构造方法包括下列步骤：将一模样放置在管状模基内，在模样的成型面上铸出一个陶瓷件，从模基内移去模样，这时成型面已转移到陶瓷件上，在该成型面上覆盖粉末金属(24)，再将一定数量的渗入金属(26)放置在粉末金属(24)上，粉末金属(24)的熔点须比渗入金属(26)的熔点高，然后将管状模基(10)放置到加热炉内，加热到足够熔化渗入金属而不会熔化粉末金属的温度。最后把陶瓷件(20)从管状模基的第一开口端移走，便可露出成型面。渗入金属的数量须足够使熔化后的渗入金属充满粉末金属微粒之间的空隙，从而便可产生一个完全密实的金属部件。当渗入金属凝固时该金属部件便可具有从陶瓷件上转移过来的成型面。粉末金属还可用作过滤器以便过滤出渗入金属内的任何污染物或被氧化的金属，使这些污染物不会损坏完全密实的

金属部件的光洁成型面。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1、一种构造充分密实的半模的方法，其特征在于包括下列步骤：

a) 将一个模样放置在管状模基内，所说管状模基具有一个比渗入金属的熔点高的熔点，一个第一开口端和一个第二开口端，所说模样的成型面面向所说第一开口端；

b) 在所说模样的所说成型面和所说模基的所说第一开口端之间浇注一个陶瓷件，以便将成型面转移到所说陶瓷件上；

c) 将所说模样从所说模基的所说第二开口端除去，从而使在所说管状模基内的所说陶瓷件露出所说成型面；

d) 用粉末金属覆盖所说陶瓷件的所说成型面，所说粉末金属的微粒具有比渗入金属的熔点高的熔点；

e) 将定量的渗入金属放置在所说粉末金属的上面，并将所说第二开口端垂直向上的所说管状模基竖立地放置到炉内，然后加热到一个足够使所说渗入金属熔化而不会使所说粉末金属和所说管状模基熔化的温度，所说渗入金属的所说定量足够使熔化后的渗入金属充满所说粉末金属的所说微粒之间的空隙，从而产生一个充分密实的金属半模，所说金属半模当所说渗入金属凝固时便具有从所说陶瓷件上转移过来的所说模型的成型面；以及

f) 从所说管状模基的所说第一开口端除去所说陶瓷件，从而使所说模型的成型面露出以便成型之用。

2、按照权利要求 1 的方法，其特征为，所述模样为环氧树脂模样，所说除去所说模样的步骤为在比所说管状模基的所说熔点低的温度下烧掉所说环氧树脂模样。

3、按照权利要求 2 的方法，其特征在于还包括下列步骤：

g) 对所说管状模基进行机加工使一个配合的半模与所说金属半模对齐，从而可用来铸出部件；以及

h) 用机加工制出通过所说金属半模的注入孔，以便将可浇铸的材料引入到所说模型的成型面上从而铸出所说部件。

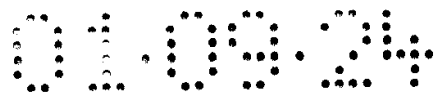
4、按照权利要求 3 的方法，其特征在于还包括下列步骤：

将绝热材料放置在所说定量渗入金属的上面，其中，所说炉子是氩气炉，其温度足以熔化所说渗入金属而不会熔化粉末金属，所说管状模基约为 2100°F。

5、按照权利要求 4 的方法，其特征为，所说粉末金属可从含有钢、不锈钢、钨和碳化钨的组群中选用。

6、按照权利要求 4 的方法，其特征为，所说渗入金属可从包含铜、铜合金、和铜铍合金的组群中选用。

7、按照权利要求 4 的方法，其特征在于还包括一个在所说定量渗入金属尚未熔化前将钢插入件插入到所说粉末金属内的步骤，所说钢插入件具有比所说炉温高的熔点，所说定量渗入金属当在所说微粒之间并环绕所说插入件的空隙内凝固时可固定地使所说插入件定位。



说明书

充分密实的金属模的构造方法

发明的领域

本发明涉及快速进行样品研究（制造）的方法，特别是用来制成精确的金属部件和金属模的方法，利用该金属模可模压出多个样品（原型）部件。

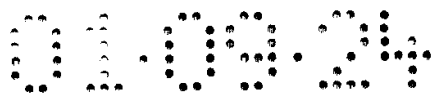
发明的背景

在竞争时使新产品更快地投放到市场被公认为在市场上取得巨大份额的关键。由此，推动着新产品研制每一步骤的加快。在新产品研制中对总的上市计划有巨大影响的一个领域是把产品和包装的样品试制出来，以便进行市场试验。这种试验通常需要多个外观相同、感觉相同和功能相同的样品，以便供用户考察或使用。

在需要以一定数量生产时，模压是通常用来生产部件的方法。用模压来生产通常包括那些在非常昂贵的、多模腔的钢模内制出的塑料部件。例如，大多数塑料瓶都是吹塑成型的，而大多数瓶盖是注塑成型的。通常需要大的生产数量才能合理支付这种用模压来生产的费用。但在另一方面，为了进行市场试验，只需几百个部件就可以了。虽然如此，模压的样品部件却需要具有与成品部件同样的性能。

因此面临的问题是如何能快速地制出模压的样品部件。已有一些答案可用来快速制造样品部件模，利用该模可铸出小量的部件。例如，耐火材料粉和热塑性粘结剂可在一个柔性的橡胶型模内加热结合。通过这个过程制成的未成熟品被进一步加热，以便熔化掉粘结剂，这样便可造成多孔的制品，将熔化的低熔点的金属渗入其内，便可制出密度高而表面不需机加工的模型。这种过程的缺点是在粘结剂被去掉后粉末必须烧结为的是维持模型的形状。而烧结会使各微粒所占空间比不烧结时小。这样，烧结收缩便会影响到模型本身及从它制出的部件的精确度。

烧结金属制品上供冷却流体通过的通道可用铜丝和烧结粉结合制



出。在烧结温度下铜丝被熔化并被吸收到烧结微粒之间的孔隙的，从而形成通道。

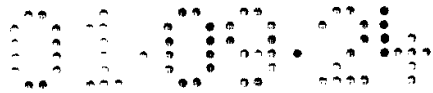
另一种快速制造样品部件的方法是精密失蜡铸造，它所用的模样是由快速样品系统生成的而不是传统方法注射成型的蜡制模样。这样一种模样例如美国加州 Valencia 的 3D 系统公司所生产的商标名为 QuickCast（快铸）的模样。它是一个空心的塑料模样，其上通常用浸渍法覆盖一层薄的陶瓷壳。将该塑料模样从陶瓷壳内烧掉使只留下极微量的灰烬。然后将熔化的金属注入到陶瓷壳内，便可铸出金属部件或塑料部件用的金属模型。由于壳上仅有一个小孔以便注入熔化金属，因此很难检查成型面上是否有灰烬。而任何灰烬如果留在成型面上将会潜在地损坏该金属铸件。另外，熔化的金属冷却时会收缩致使成型面不能准确地被复制。部件越大越不准确。

这种精密铸造过程可以作一些改进使制壳过程加快，办法是用陶瓷浆和粘结剂浇注到模样的周围，而在化学上控制这两者使它们能精确地沉积成陶瓷壳。但精密铸造仍然只能用在小尺寸的模型上，因为其时熔化金属的收缩不会使不准确度增大。

因此我们的目标是要研制一种方法，以便用来快速地制造精确的金属模型半模而可不管部件的尺寸，能够使数量较多的塑料部件从该模型中被模压出来，该模型半模主要是供注塑成型用的。

发明的综述

按照本发明的一个方案，构造一个完全密实的半模的方法包括几个步骤：第一步骤为将一个模样放置在管状模基内。该管状模基的熔点高于渗入金属的熔点。模基具有第一开口端和第二开口端，模样的成型面向第一开口端。第二步骤为在模样的成型面和模基的第一开口端之间浇注一个陶瓷件，以便将成型面转移到陶瓷件上。第三步骤为将模样从模基的第二开口端内除掉，从而使在管状模基内的陶瓷件露出成型面。第四步骤为从模基的第二开口端将粉末金属覆盖在陶瓷件的成型面上。粉末金属的熔点高于渗入金属的熔点。第五步骤为将定量的渗入金属放置在粉末金属的上面，并将第二开口端垂直向上的管状模基竖立地放置



在炉内，然后加热到一个足够使渗入金属熔化而不会使粉末金属熔化的温度。

渗入金属的数量须足够使熔化后的渗入金属充满粉末金属微粒之间的空隙，从而便可产生一个完全密实的金属半模。当渗入金属凝固时该金属半模便可具有从陶瓷件上转移过来的主要成型面。最后一个步骤为将陶瓷件从管状模基的第一开口端取走，从而使模型成型面露出，以便成型之用。

除掉模样的步骤可采用在比管状模基熔点低的温度下烧掉模样的办法。粉末金属可从含有钢、不锈钢、钨的组群中选用，并可采用碳化钨。渗入金属可从含有铜、铜合金、和铜铍合金的组群中选用。

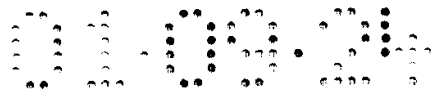
本方法还可有一个机加工管状模基的步骤，以便使一配合的半模与上述金属半模对齐，从而可用来铸出部件。还可包括另一个用机加工制出通过金属半模的注入孔的步骤，以便将可浇铸的材料引入到主要的模型面上，从而铸出部件。

在制作过程中尚可选用将绝热材料放置在定量的渗入金属上，以便当渗入金属熔化时渗入金属首先在成型面上凝固。

本方法还可包括一个步骤用来将钢插入件如冷却剂导管或顶出销套筒在渗入金属尚未熔化前插入到粉末金属内。钢导管或套筒插入物具有比炉温高的熔化温度，因此当渗入金属凝固时渗入金属可固定地使冷却剂导管或顶出销套筒定位。

按照本发明的另一个方案，铸造完全密实的金属部件的方法包括一个将金属粉末放置在模型内的步骤，该模型有一光洁的型面并有一容纳金属粉末的装置。金属粉末有一表面与模型的光洁型面相对并有一个高于渗入金属熔点的烧结温度。另一步骤是将渗入金属熔化使它渗入到金属粉末内，一直到金属粉末与模型光洁型面相对的表面。这时金属粉末的作用如同一过滤器，在熔化的渗入金属通过它而流动时，渗入金属内含有的任何污染物和被氧化的金属都被过滤出来，使污染物不会在模型的光洁型面上凝固，从而不会在铸成部件上造成缺损表面。

附图的简要说明



虽然本说明书包括权利要求，该权利要求具体地指出本发明的特征并清楚地请求授权，但我们相信，从下面的结合附图对较优实施例所作的说明可对本发明有更好的了解。在附图中，相同的标号代表相同的零件，其中：

图 1 为管状模基的顶视平面图，该模基为本发明的构造完全密实的模型的方法所必需的零件；

图 2 为沿图 1 中 2-2 线切取的前立面剖视图，示出管状模基的内部；

图 3 为另一个顶视平面图，示出一个部件的模样被插入在管状模基内的情况，该模样具有一个裙部使它能紧密地配合在其内；

图 4 为沿图 3 中 4-4 线切取的前立面剖视图，示出位在管状模基内的模样；

图 5 为与图 4 类似的前立面剖视图，示出加入的陶瓷材料符合模样的成型面；

图 6 为与图 4 类似的前立面剖视图，示出管状模基倒置后使模样位在陶瓷转移成型面顶上的情况；

图 7 为与图 4 类似的前立面剖视图，示出模样被烧掉或用其他方法从陶瓷面上移走的情况；

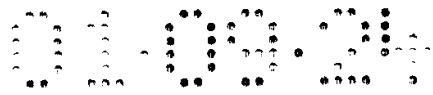
图 8 为与图 4 类似的前立面剖视图，示出有一层金属微粒（粉末）覆盖在陶瓷面上，有一块渗入金属搁置在金属微粒顶上，还有一层绝热材料搁置在金属块上；

图 9 为与图 4 类似的前立面剖视图，示出在将管状模基放置到炉内并将渗入金属熔化到金属微粒内所得到的结果，这样成型面就从陶瓷件转移到渗入的金属微粒上；

图 10 为与图 4 类似的前立面剖视图，示出陶瓷材料被除掉从而露出金属组合物的成型面的情况；

图 11 为前立面剖视图，示出模基被转动 90°，以致两端亦被转动，从而形成一个完全密实的金属半模；

图 12 为与图 11 类似的前立面剖视图，示出第二个类似构造的半模



将与图 11 的半模配合以便使一个部件能被模压出来；

图 13 为由图 12 所示的两个配合的半模注塑成型的部件的前立面剖视图；

图 14 是与图 4 类似的前立面剖视图，示出一钢制插入件，一层覆盖陶瓷表面的金属颗粒，一块渗入金属搁置在金属微粒顶上，还有一层绝缘材料搁置在金属块上；

图 15 是与图 4 类似的前立面剖视图，示出在将模基放置到炉内并将渗入金属熔化到金属微粒内所得到的结果，这样成型面就从陶瓷件转移到渗入的金属微粒上。

发明的详细说明

现在参阅附图，特别是图 1 和 2，其中示出提供完全密实金属模构造方法的本发明所采用的较优的模基，一般地用标号 10 指出。模基 10 为管状，具有圆形的内表面 12。管状模基 10 最好由低碳钢制成，如无缝管。模基 10 的材料应具有比后面要说明的渗入金属高的熔点。模基 10 可具有任何数目的不同形状的内表面 12，但以圆形为较好，因为便于机械加工，并因为能够均匀传热。内表面 12 可被机加工成光滑的圆形例如用车床来车削。模基 10 在两端开口，具有第一开口端 11 和第二开口端 13。

图 3 和 4 示出一作为范例的模样（型模）14 被插入到模基 10 内，与内表面 12 紧密地配合并定位在其中心。模样 14 具有显示瓶盖外部轮廓的成型面 16。模样 14 最好用样品制造技术中人们所熟知的立体平版印刷法来制造，其中有一描绘模样的电子铼通过激光的固化将一个聚合物迅速地转变为一个实体的部件。甚至更好的办法是用环氧树脂制成模样 14，并用美国加州 Valencia 的 30 系统公司的 QuickCast™（快铸）法将它制成空心的蜂窝状结构。虽然采用立体平版印刷法能制出“看来象”的部件，但这些部件又硬又脆，并且不是“感觉象”的模制部件。

图 4 示出环氧树脂的模样 14 被压入到管状模基 10 内的情况，其时主要的瓶盖成型面 16 与内壁 12 的轴线同心，并且面向上方的第一开口端 11。在模样 14 上设计有一个裙部 18 用来使成型面 16 与内壁 12 分离。

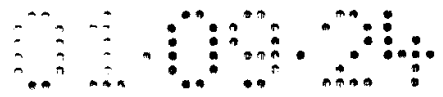
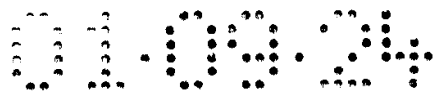


图 5 示出一个高温的、经过真空除气的石膏和水的混合物被浇注到管状模基 10 内模样 14 的成型面 16 上。在膏被沉积下来形成陶瓷件 20，准确地拓取模样 14 的成型面 16 的相反形状后，管状模基 10 被倒转如图 6 所示，以便容易除去模样 14。然后管状模基 10 被放置到一未示出的炉内，该炉有一氧气氛围，将模基 10 加热到约为 1100°F ，至少维持 3 小时。这个温度可使陶瓷膏完全硬化，以便进行下一步处理并将环氧树脂模样 14 烧掉，如图 7 所示。由于模样 14 是空心的，它在燃烧前不会膨胀并使陶瓷件 20 开裂而是自身崩塌。然后可将环氧树脂灰从开口管中倒出。与环氧树脂模样邻近的管的开口部使炉内的氧容易进入其内，以便模样在烧掉时能充分脱碳。宽大的开口端可不再需要复杂的通风系统，而这是精密铸造模样去除所常用的。而且，被转移到陶瓷件 20 上成为相反表面 22 的成型面 16 可容易地从管的开口端检查来确定所有灰烬是否都已去除。

图 8 示出将细金属粉 24 如、钨、碳化钨、或钢合金添加到陶瓷件 20 的相反表面 22 上。在金属粉末被注入到管状模基内后，轻敲该管若干次以便使粉末沉积。最好采用碳化钨，因为它具有约为 5050°F 的高熔点。粉末的深度须足够，以便覆盖所有的相反的成型面。粉末最好过滤成负 100 目/正 230 目的粗细，具有范围从 63 微米到 153 微米的微粒大小。

在粉末 24 的顶上放置渗入金属 26 的微粒、切屑或块，其数量须足够到能够充满粉末微粒之间的空隙而有余。渗入金属 26 可以是铜或其合金但最好用铜铍合金，因为它有较高的硬度和导热率。然后将管状模基 10 放置在一未示出的氢气炉内。有一绝热层 28 被放置在铜铍合金块 26 的上面。炉子被加热到约 2100°F 并保持在该温度至少一小时，在炉子的还原气氛中，这个温度可使铍铜块 26 熔化并流到未熔化的粉末 24 内成为金属组合物，如图 9 所示。金属粉末起到过滤的作用并可阻止熔化渗入金属中的杂质到达成型面。这样就可消除对多孔陶瓷过滤器的需要，这种过滤器如同在精密铸造中通常使用的那样。

当铜铍合金冷却时，它会收缩。但在相反的成型面 22 的附近却是由压紧在一起的未熔的金属微粒 24 占据着大部分体积。由于是在渗入金属

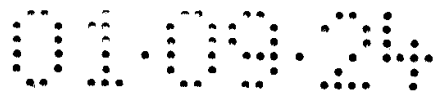


26 的熔点，微粒 24 并不熔化或烧结，它们不会收缩。铜铍合金就填充在这些微粒之间并熔合在模基 10 的内表面 12 上使管状模基成为模型的一个永久部分。绝热层 28 可促使靠近相反成型面 22 附近的铜铍合金首先凝固，因此可减少在表面 22 上的扭曲和收缩应力，而在该处金属复合物准确地形成成型面 30，这是相反成型面 22 的又一次反向，从而是模样 14 的成型面 16 的复制品。熔化的渗入金属 26 从其上表面上被拉下，当它凝固时上表面仍被绝热层 28 保持着熔化状态，因此在过多的凝固渗入金属 34 的顶部形成一个收缩凹坑 32。

金属粉末的微粒大小（粒度）微粒大小的分布和微粒形状能在多方面影响这个过程。较细的粉末通常能形成一个较光滑的表面光洁度，只是需要较长的渗入时间。微粒大小的分布影响金属粉末的堆积密度，而这又影响最终模型内金属粉末对渗入金属的比率。负 100 目/正 230 目的金属粉末的堆积密度的典型平均值在 40% 和 55% 之间。修整微粒的大小分布可显著地提高堆积密度。碳化钨粉末倾向于成为不规则形状而不是球状。这会影响到它在较细的微粒大小分布如负 325 目的粉末内的流动，并且当粉末被浇注到陶瓷件的成型面上时会形成团聚。这种团聚能有害地影响复合物 25 的表面光洁度。使用负 100/正 230 目的碳化钨粉比较好，因为它在商业上容易取得供应并能提供良好的表面光洁度。更细的粉末不仅不会很好地流动，而且需要更好地照管，因为它们有潜在的被吸入的危险和爆炸的危险。

在氢气炉内渗入的过程中，由于钢制管状模基 10 比陶瓷件 20 具有较大的热膨胀率，会在内表面 12 和陶瓷件 20 之间形成一个微小的间隙。渗入金属可通过这个间隙泄漏。但泄漏量通常极少，不会在过程上造成问题。泄漏还可加以防止，办法是修整在间隙附近的金属微粒大小分布使粉末内的毛细管作用力克服作用在熔化渗入金属上的重力。

图 10 示出陶瓷件 20 被移走以致露出成型面 30 的情况。绝热层 28 也被从管上模基 10 上移走。最后，管状模基 10 的两端都被转动到搁置在成型面 30 的外周上，如图 11 所示，多余的渗入金属 34 在端面被切割成垂直于内表面 12，从而形成半模 36，还在其内用机加工制出注入孔，



如图 12 所示。

图 12 还示出另一准备与半模 36 配合的半模 40，以便在它们之间形成一个成型空腔。半模 40 最好用与半模 36 相同的快速样品制造方法制造。半模 36 和 40 最好结合成为一个注塑模。当熔化的塑性树脂通过注入孔 38 被注入空腔内时，塑料瓶盖 42 就被成型。从模型内取出的塑料瓶盖如图 13 所示。

本方法的重要特点是它采用了简单而快速循环的步骤，和它能准确地将成型面从模样转移到模压部件。而且制模过程并不像精密铸造那样由于部件尺寸增大、收缩增大导致不准确度增大而只能限于小部件。由于所选用的材料，本发明的充分密实的金属模型结构不仅具有高导热率而且极其耐磨。

例如冷却水管及/或顶出器套的钢制插入件 50（如图 14 和 15 所示）可在渗入金属熔化前，插入到金属粉末内。然后熔化的铜铍合金凝固在未熔化的钢插入件的周围使它们固定在位。

在本发明的一个特优的实施例中，管状模基 10 是由低碳钢无缝管制成的，外直径为 101.6mm，内直径切削成 88.9mm，长度为 254mm。模样 14 是由 3D 系统公司的井 SL5170 环氧树脂制成的，并用立体平版印刷法的电子铗制造出来，制造时采用美国加州 Valencia 的 3D 系统公司所制的 SLA - 250 型机器。

模样 14 可在温度 1100°F 下从模基 10 内烧掉。陶瓷件 20 是用水和石膏的混合物浇注在模样 14 的成型面 16 上形成的。所用石膏为美国俄亥俄州 Maumee 的 Ransom & Randolph 所制的 Core c1 石膏，它能抵挡 2500°F 的熔化金属温度而不会被摧毁。但石膏件 20 又可容易地从模基内取出，只要按自然规律使它裂开便可将碎块移走而可不必接触微粒和渗入金属的表面。另外，也可用喷射玻璃珠的方法来去除石膏，同样可不惊动完全密实的金属模的表面。

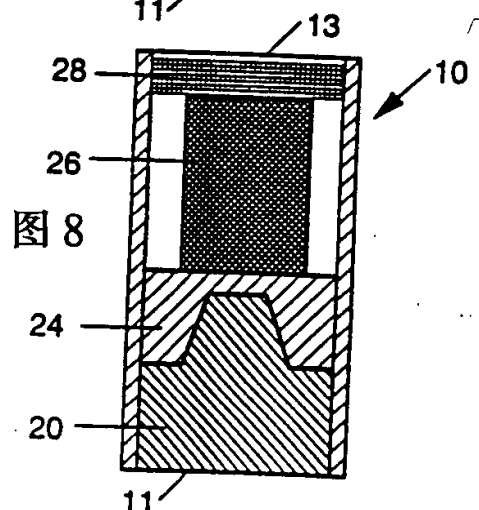
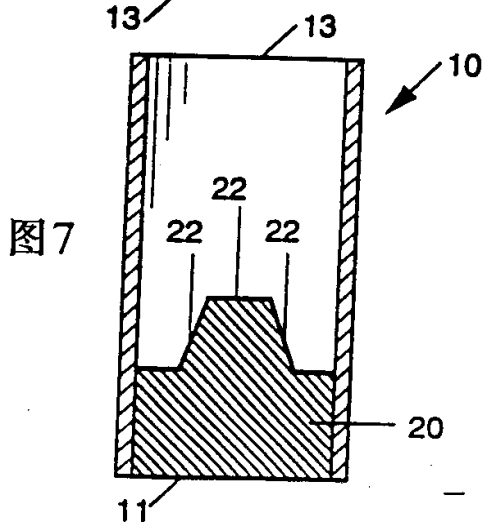
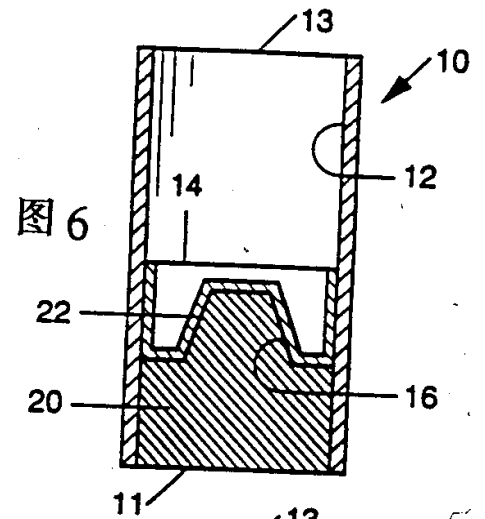
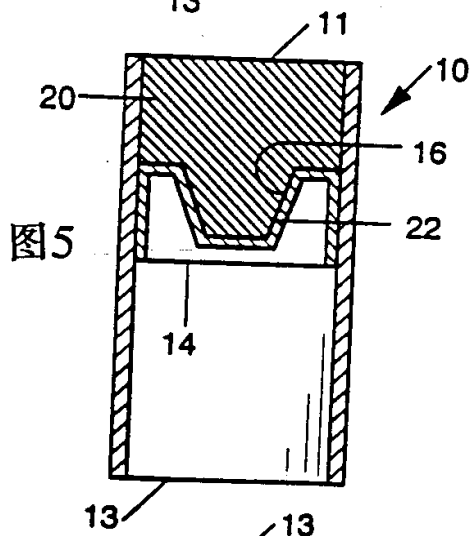
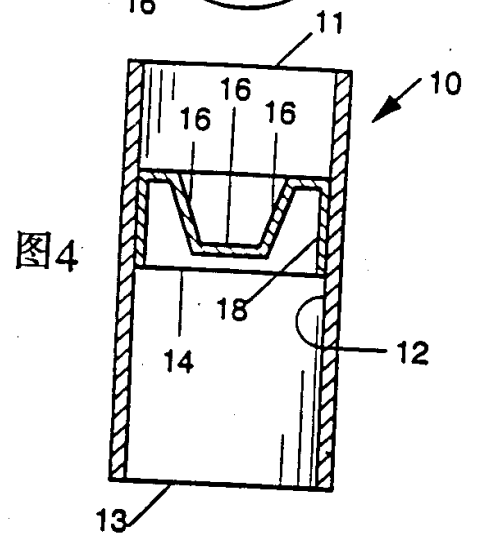
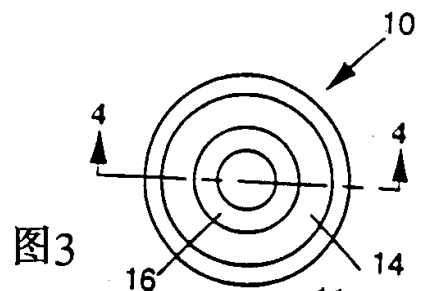
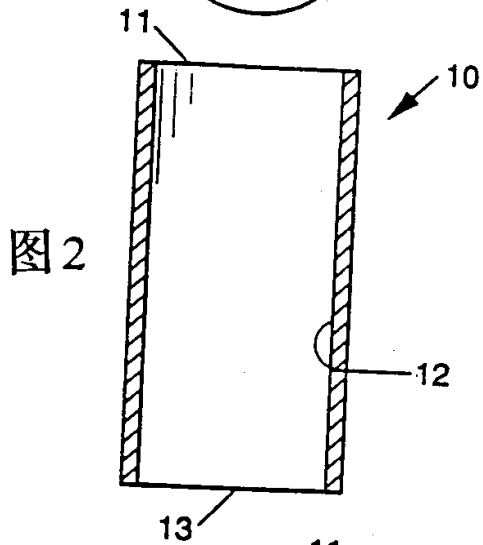
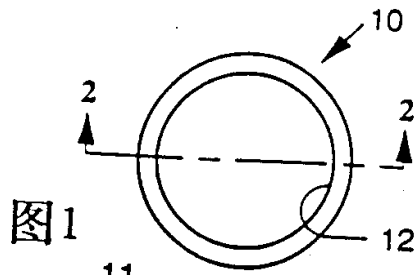
绝缘层 28 最好用美国纽约州尼亚加拉瀑布的 Carborundum 公司所制的 Fiberfrax。最好绝缘层至少有陶瓷件 20 那样的厚度。

虽然在上面图示并说明了本发明的具体实施例，但显然对本行业的



技术人员来说是很容易作出各种改变和修正而不离开本发明的精神和范围的，因此希望所附的权利要求能覆盖所有这些在本发明范围内的修改。例如，本发明的说明虽然主要指向金属模型的制造。但其他潜在的应用也是可以设想的，包括电火花加工（EDM）用的电极的制造。一个由铜合金和钨合金组合的金属电极能够提供良好的导电和耐磨性能，这对EDM过程是至关重要的。

说明书附图



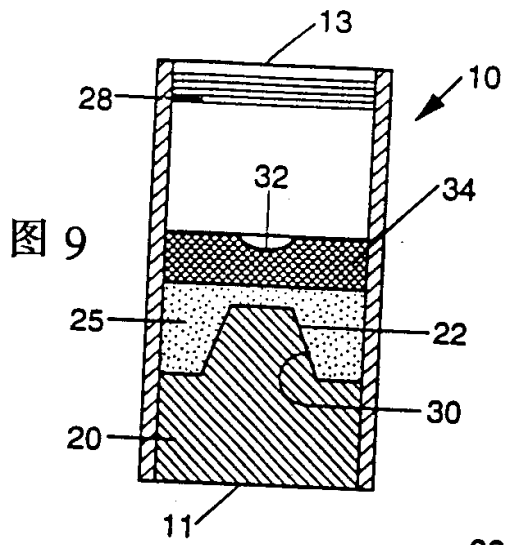


图 9

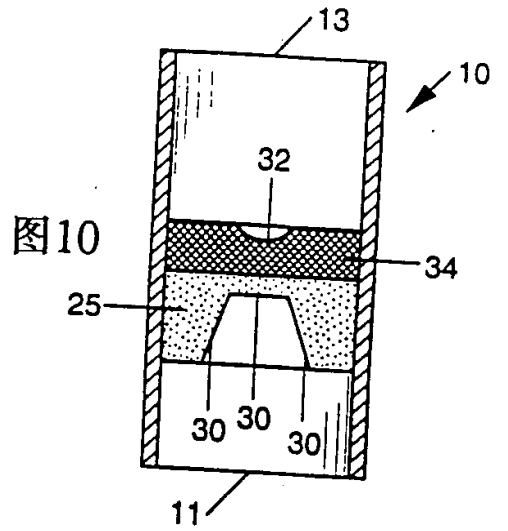


图 10

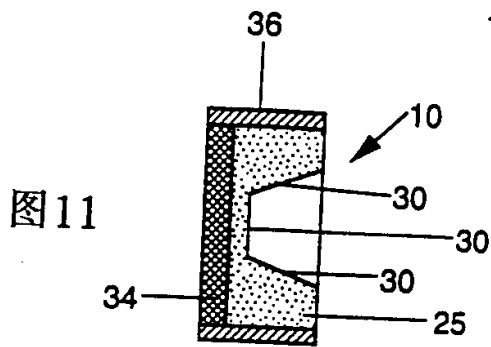


图 11

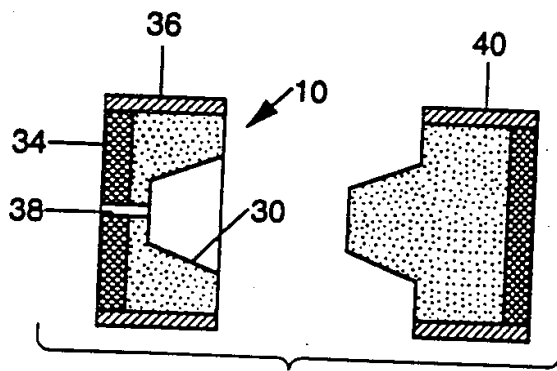


图 12

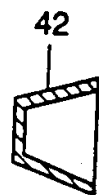


图 13

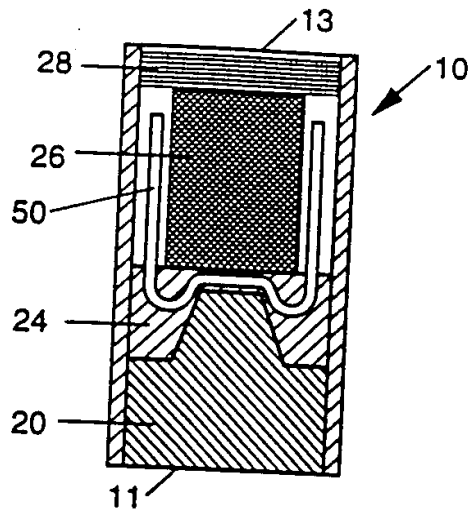


图 14

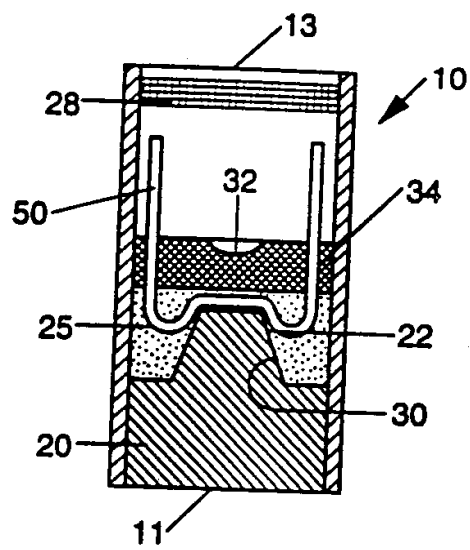


图 15