

金属电镀光固化立体造型(SL)部件：应用M&Ms原理

作者：Scott Nordlund

历史表明，两个好材料以正确的顺序相结合，形成有更多功能的复合材料，这无异于一场革命性的创新。

以M&Ms®巧克力糖果公司为例。美国军方想为二战中的部队提供巧克力点心，以补充能量和克服远离家乡身处海外的一些孤独。可是问题也出现了，巧克力很容易熔化，特别被放在行军士兵的背包里。

为了解决这个糖果窘境，Forrest Mars公司开发了一种可将巧克力完全包覆的糖果涂层 (Candy Coating)。该涂层可以防止巧克力溶化，即使在炎热潮湿的南太平洋丛林中。它不仅可食用，而且还很美味。

这一问题得以顺利解决，在很大程度上得益于遍及全球的GI理念。与此同时，一种全新的产品类别也就应运而生了。

本身性能良好的材料能被制作成一个性能更强和更耐用的复合材料，这一原理同样适用于光固化立体造型技术 (SL)。RePliForm (www.repliform.com)公司与创新的快速样件服务商一起在开拓这个工艺：采用尺寸精确的、耐高温的DSM Somos®树脂制作SL部件，然后用金属包覆层 (Metal Cladding) 将SL部件包覆，这样就制成了强度极高和耐用的类金属零件 (Metal-like parts)。



在DSM Somos和RePliForm进行的测试中，结果表明镀镍SL部件的耐冲击强度是未镀镍SL部件的6倍多，热变形温度是未镀镍SL部件的2倍。



DSM Somos看到了金属包覆工艺能为制造和设计工程师带来价值，于是率先开发出了一个新的产品设计解决方案：MC2 (Metal Clad Composite, 金属包覆复合材料)。该方案将两个熟悉的技术相结合，不仅创造了一个新的快速成型工艺而且可以制造出小批量生产测试的金属零件——(1) 将铜镍复合涂层 (称为包覆层, Cladding) 电镀到塑料上，和 (2) 光固化立体造型技术(SL)。

与SL部件相比，金属包覆层使得复合材料零件的性能和耐用性更容易接近固体金属；复合材料零件的成本比机加工零件或压铸件低3~4倍 (取决于部件尺寸和复杂性)。因此，工程师可以设计并测试类金属零件在真实工况下的性能，以获得可能比无金属涂层的SL部件更长的周期。在很多情况下，MC2可以降低交货时间，因为SL复合材料原型和小批生产测试零件可以比机加工零件或压铸零件被更快地制造出。这意味着对同一零件的几个变量可以同时既快速又低成本地被进行测试。

当然，MC2工艺比将巧克力浸在糖果涂层里的过程要复杂很多。它还会有影响其整体性能的众多排列和决定。

DSM Somos MC2设计解决方案不仅仅是一种工艺。MC2包含了技术、辅助设计和专门知识等，并将它们结合，从而很容易利用这种复合材料的创新优势。

作为MC2系统的一部分，快速样件服务商成为提供类金属零件的渠道，以满足设计工程师在快速原型生产和小批量生产测试方面的需要。

工程师不需要经历通常伴随新技术的冗长学习曲线，就可以立即利用MC2带来的好处。这是因为所有参与该项目的DSM Somos合作伙伴都已经通过了严格的认证过程，从而保证他们有资深的知识去为客户提出建议和协助从一开始的想法。

1 + 1 > 2

还记得花生酱杯是如何发明的旧广告吗？两个很好的东西被结合在一起，可以创造出甚至是更好的。

由MC2工艺制成的产品便是如此。该工艺的核心是SL技术：使用诸如Somos NanoTool™的SL树脂，将CAD设计逐层转化为相应的物理模型。

光固化立体成型机(SLA)先用液态的紫外线敏感树脂对网格进行清洗，然后根据原始的设计，激光被用于固化每层树脂。随着每层材料被“印到”前一层，部件就成型了。除了相对快速制造以外，叠加法工艺(Additive Process)还可以允许部件比机加工的减法工艺(Subtractive Methods)等具有更复杂的几何结构和更薄的壁。减法工艺是在部件构筑过程中，材料从一个坚实的材料块上被逐渐移除。它同样比压铸工艺有优势，因为工程师不会局限于移开两片模具的需要。当然，SL制作的部件还是塑料产品。即使Somos NanoTool可以比其它树脂提供优异的刚性和耐高温性能，它仍然不能满足金属零件的耐用性和EMI屏蔽性等性能，从而限制其作为高负荷测试的原型或小批量生产零件的用途。

加入铜/镍包覆层，解决了这一问题。

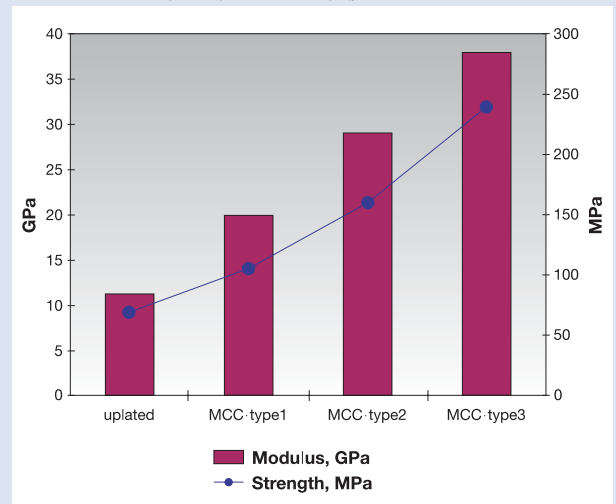
部件用SL工艺被成型后，接着清理部件所有表面，然后用一个特殊清洗进行粘连，即将离子放置于塑料表面。将塑料模型浸渍在一个溶液缸里，一层薄薄的铜包覆层就形成了。

烘干后，镍层可以被涂到指定的厚度（铜层是给镍提供电镀的，因为镍与塑料不能很好粘连）。铜/镍包覆工艺是一种在现实应用中被使用多年的通用技术。

这两个工艺本身并不是新工艺，而且都分别在工业上被应用多年了。创新之处在于，RePliForm创造了一种将金属电镀与SL技术很好结合的方法，它可以制造出不仅仅是一种涂层，但是一个真正的复合材料。这种复合材料大大提高了部件的耐用性，使其在测试和现实应用中有更多的用途。

图1就拉伸强度和拉伸模量，对三种不同金属包覆层厚度的MC2样品与未电镀的NanoTool样品进行了比较。当从Type 1移动到Type 3时，SL壁厚依次变薄，也就意味着金属在整个MC2材料的百分含量也相应增加了一材料的强度和制造成本也无疑增加了。

图1显示了未电镀NanoTool与3个MC2构筑类型的拉伸强度和拉伸模量



获得认证的MC2供应商与设计工程师一起工作，以决定合适的构筑类型，或甚至确定两个类型之间的变化。这对一个应用来说是最优的合作。他们还可帮助确定被涂到指定零件的包覆层的厚度上限。此外，MC2供应商将确保，SL部件的STL文件可以按照这样的方式来被修改：加入金属包覆层时，最终部件要满足设计公差。MC2供应商是整个工艺中主要的渠道。



除了耐用性之外，MC2工艺还包括如下其它优点：

与熔模铸造工艺相比，可以指定更薄的壁厚。虽然快速熔模铸造提供同样的一些优点：高的耐用性、制造速度快，和低成本，但是零件的壁厚通常不能低于0.06” (1.524mm)。MC2零件的壁厚可以低至0.01” (0.254mm)，从而进一步开放设计的可能性。

可以为需要更多功能或增加品牌价值而定制昂贵的部件。工程师不再受限于金属弯曲或甚至是压铸工艺所能够做到的，而是可以设计出他们想要的形状，如一个壳体需要有独特的形状，以让它适合特定定的空间。工程师还可以在内部制造出特殊结构的零件，如可以帮助布置内部线路的支拖；这没有增加任何成本就改善了设计。

与未电镀SL部件，MC2部件在阻燃性能、耐溶剂性和EMI遮蔽性方面均已得到改善。

MC2的优势与应用

涉及新产品开发的每个人几乎都会听到这样的说法：“好、速度快和成本效益—任选两项”。随着MC2技术的推出，需要选择已经消除了。下面是一个如何的例子：

假设你想改变一个零件的设计，并且该零件与机械装置中的其它几个零件相互关连和都有紧公差 (Close Tolerances)。你通常会使用SL工艺，它可以给你上述三个优点中的两个—“好和成本效益”；但当你把零件置于苛刻测试中，它也许在磨损超出公差之前只能持续几个周期。如果零件是否能经受住数十万个周期是一个问题，单靠SL零件是不能承担这个工作的。

当使用机加工或压铸工艺制造零件，你实际上只得到上述三个优点中的一个—“好”。你将可以测试更多的周期，但需要相当长的时间和高成本才能做到这一点。如果只是需要做一点点设计上的改进，你将会从头开始重新经历这个“着急等待”的过程。

使用MC2工艺可以解决所有这些问题。MC2零件可以更快地、不昂贵地被制造，这让工程师可以更快地进入测试阶段。MC2甚至可以让你一次创建几个排列，从而可以在同一时间进行不是单个的并行测试。虽然金属包覆层在许多个周期中没有像纯金属零件那样表现出耐用，但它足以满足大多数测试实验室和甚至是小批量生产测试的需要。



FineLine Prototyping提供的镀镍模具零件

可以对金属手持式产品进行人体工程学测试。如果你需要经济有效地模拟金属成品零件在使用者收手里的真实感觉，MC2可以帮你做到这一点。在同一时间制造出几个不同尺寸的原型，你可以测试一个手持式医疗器械或其它器械的适应、手感、近似重量和易用性等。

可以制造出物理性能提高的原型。通常，塑料部件都具有非常有限的物理性能，这会对产品测试和测试结果产生影响。金属包覆工艺增加了许多性能：EMI遮蔽、阻燃性能、耐溶剂和导热，并让工程师不仅可以更彻底地测试原型，而且还可以指定用于苛刻环境中的小批量生产部件。

MC2工艺的成本比机加工或熔模铸造低3~4倍，这取决于部件的尺寸和复杂性；生产周期可低至1周。表1总结了目前表现MC2复合材料特征的一些应用：

表1 MC2部件的应用及其通常要求的金属包覆层的含量

用途	涂层厚度mils
代替 压铸部件结构 (壁厚<0.06英寸)	10~20% 的涂层
模拟板金件	10~20% 的涂层
电子和医疗 器械的EMI 遮蔽材料	1~2 mils, 或 (0.0254~0.0508mm)
管道装置的装 饰件	>= 5 mils, 或(>= 0.127mm)
阻隔	>= 2 mils, 或(>= 0.0508mm)
阻燃	>= 3 mils, 或(>= 0.0762mm)

MC2的设计解决方案

正如前文所述，该技术本身只是整个MC2设计解决方案的一部分。这好比在赛道上有一辆F1 (Formula One) 赛车。在一个缺乏经验的司机手中，它是等待发生的一堆瓦砾。但交给一个熟悉驾驶的专家，它是一个潜在的冠军。

目前，DSM Somos竭尽全力从上到下组建了一支冠军团队。当然，这支团队从我们自己的科学家开始，他们已经开发了一些复合树脂，如为整个工艺提供坚实工作基础的NanoTool树脂。基于NanoTool优异刚性、尺寸精度和低吸水率，MC2部件可以比其它塑料的金属包覆材料获得更高的极限模量、更好的耐用性和尺寸稳定性。

下一个成功因素是对快速样件服务商进行认证和培训，以确保充分发挥出材料的最佳性能。这是一个广范的过程，需要几个月的课堂培训和亲自实践。快速样件服务商一旦被认证，它可以帮助您解决如下问题：

当紧公差(Tight-fitting tolerances)是一个令人关切的问题时，如何处理考虑金属包覆层的允许厚度

· 如何为MC2工艺进行专门设计，例如需要考虑避免一个尖锐内角半径

· 准备好SLT文件，以用于优化MC2工艺

· 根据弯曲强度、拉伸强度、壁厚和甚至是预算要求等的具体需要，来决定使用哪一类型的



Part courtesy of Alphaform AG.

MC2包覆工艺

· 当设计和材料性能发生冲突时，如何解决问题

第三个成功因素是与RePliForm公司的紧密合作。如你所知，对一个通常只有三个步骤的工艺(设计、部件制造和包覆)，工程师会负责具体分工和管理工艺的每一阶段。但在MC2设计解决方案中，快速样件服务商是管理整个工艺过程的渠道 — 还包括让RePliForm公司加金属包覆层。获得MC2认证的快速样件服务商负责从计划安排零件的包覆到质量控制的一切，以保证准时交货。即使产品在某些方面不符合规格，快速样件服务商将会负责制造出合格的零件。为解决您所有的需求，你有一个单一的联系人，以至于你可以专注于设计。此外，DSM Somos还负责市场和应用开发，以使更多感兴趣的快速样件服务商成为MC2认证。就像M&Ms那样，一路上始终伴有甜蜜的收获。

MC2的展望

在当今竞争激烈的市场，将理念快速高效地转变为生产，这比以往任何时候都重要。这种需求正在推动着更多的创新性思考。

金属包覆复合材料(MC2)适用的行业领域包括航空航天、汽车、医疗、运输等。MC2正在帮助这些应用行业的工程师实现更多的愿景，并将性能优异可靠的和比成本以往任何时候都低的产品更快地推向市场。在所有的MC2设计解决方案中，金属包覆技术与使用DSM Somos高性能树脂的SL技术相结合，是其发展过程中的一个合乎逻辑的步骤。

在从自动售货机里再次取出一包M&Ms巧克力之前，请向DSM Somos索取一张获得MC2认证的快速样件服务商名单。这可能是您一年中打的最有意义的电话。

帝斯曼功能材料事业部

中国上海市浦东张江高科技园区李冰路476号 邮

编：201203

电话：+86-21-6141 8017 传真：+86-21-6171 8412

www.dsm-somos.com.cn, www.dsmsomos.com