



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号

92105142.5

[51] Int.Cl⁵

C25D 5/10

[43] 公开日 1993 年 1 月 20 日

[22] 申请日 92.6.27

[30] 优先权

[32] 91.6.28 [33] US [31] 07 / 722,913

[71] 申请人 古尔德有限公司

地址 美国俄亥俄州

[72] 发明人 理查德·J·萨迪

丹尼斯·M·扎特

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利

代理部

代理人 范本国

C25D 7/06 H05K 3/38

B32B 15/01

说明书页数: 14 附图页数: 3

[54] 发明名称 改善了与基片的结合程度的金属箔以及制造这种金属箔的方法

[57] 摘要

本发明为一种具有改善的与基片结合程度的金属箔, 它在一个表面上有三层重叠的电解沉积层, 邻近所述表面的第一层为主要成分是第一金属的树状沉积层, 第二层是在所述第一层上面均匀沉积的金属闪光膜, 第三层为树状沉积。所披露的制造这种金属箔的方法的组成是: (A) 在所述箔上电解沉积一个以第一金属为主要成分的树状沉积层; (B) 在 (A) 的树状沉积层上电解沉积一个金属闪光膜; (C) 在 (B) 的所述金属闪光膜上电解沉积一个树状沉积金属层。



<25>

1. 在其表面上有三个重叠电解沉积层 (a)、(b)和 (c) 的金属箔，其中，

邻近所述表面的第一层 (a)是主要含有一种金属的树状沉积层，

第二层 (b)是一金属闪光膜，均匀沉积于所述第一层上面，以不同于所述第一种金属的第二种金属为其主要成分，以及

第三层 (c)是树状沉积，其主要成分是不同的于所述第一种金属的一种金属。

2. 权益要求 1 的金属箔，其中所述第三层是以所述第二种金属为主要成分的树状沉积。

3. 权益要求 1 的金属箔，其中所述金属箔是铜箔，所述第一金属是铜，所述第二金属是镍。

4. 权益要求 1 的金属箔，其中所述箔是铜箔，所述第一金属是铜，所述第二金属是锡。

5. 权益要求 1 的金属箔，其中所述箔是铜箔，所述第一金属是铜，所述第二金属是钯、铂、银、金或钼。

6. 权益要求 1 的金属箔，其中箔是铜箔，所述第一金属是锌，所述第二金属是镍。

7. 权益要求 1 的金属箔，其中箔是铜箔，所述第一金属是锌，所述第二金属是锡。

8. 权益要求 1 的金属箔，其中所述箔是铜箔，所述第一金属是锌，所述第二金属是钯、铂、银、金或钼。

9. 权益要求 2 的金属箔，其中所述箔是铜箔，所述第一金属是铜，所述第二金属是镍。

10. 权益要求 9 的金属箔，其中的金属箔还含有一层黄铜插入所述第一层和所述第二层之间。

11. 权益要求 1 的金属箔，其中所述第一层的平均断面厚度不大于所述第一层的平均断面高度的大约 10 %。

12. 权益要求 1 的金属箔，其中所述金属闪光膜的厚度不大于大约 3.0 微米。

13. 权益要求 1 的金属箔，其中的金属箔以 GE-FR 4TM 叠层为基础其撕裂强度至少为 12 磅/英寸左右。

14. 由至少一个根据权益要求 1 的金属箔构成的电子装置。

15. 权益要求 14 的电子装置，其中的装置是一个印刷电路板。

16. 权益要求 14 的电子装置，其中的装置是一个固态开关。

17. 制造能改善与基片粘结程度的金属箔的过程，其组成是：

(A) 在所述金属箔的一个表面上电解沉积一个树状沉积层，其主要成分为第一金属；

(B) 在 (A) 的树状沉积上面电解沉积一金属闪光膜，其主要成分是与 (A) 的所述第一金属不同的第二金属；

(C) 在 (B) 的金属闪光膜上电解沉积一个树状金属沉积层，其主要成分是不同的于 (A) 的所述第一金属的一种金属。

18. 权益要求 17 的过程，其中步骤 (C) 的主要金属成分是 (B) 的所述第二金属的主要成分。

19. 权益要求 18 的过程，其中进行 (B) 时的电流密度小于步骤 (C) 的电流密度的二分之一。

20. 权益要求19的过程，其中步骤(B)是将所述金属箔浸入含有所述第二金属盐的第一水溶液槽中；步骤(C)是将所述金属箔浸入含有所述第二金属盐的第二水溶液槽中，其中所述第二金属的浓度不大于步骤(B)中第一水溶液槽中所述第二金属的浓度的二分之一。

21. 权益要求17的过程，其中所述金属箔是铜箔；所述第一金属是铜，所述第二金属是镍。

22. 权益要求21的过程，其中步骤(B)中进行的电解沉积所用平均电流密度小于大约300安培/平方英尺。

23. 权益要求21的过程，其中步骤(B)中进行电解沉积所用平均电流密度小于大约200安培/平方英尺。

24. 权益要求23的过程，其中步骤(B)中将所述金属箔浸入一种水溶液槽，溶液中的PH值可达5.0，保持在至少30℃高温，含有至少每升60克镍。

25. 权益要求21的过程，其中步骤(C)的主要金属成分是镍。

26. 权益要求25的过程，其中步骤(C)中将所述金属箔浸入一种水溶液槽，溶液中的PH值大于5.0，保持温度不大于30℃，镍含量少于每升60克。

27. 制造具有改善的与基片粘结能力的铜箔的过程，其组成是：

(A) 在所述箔的一个表面上得到一个以铜为主要成分的树状沉积铜箔；

(B) 在(A)的树状沉积之上电解沉积一个金属闪光膜，其主要成分不同于铜的第二金属；以及

〔C〕 在〔B〕的金属闪光膜上电解沉积一个树状金属沉积层，其主要成分不同于铜的一种金属。

28. 权益要求27的过程，其中步骤〔C〕的金属主要成分与步骤〔B〕中所述第二金属相同。

29. 权益要求28的过程，其中所述第二金属是镍。

30. 权益要求27的过程，其中〔A〕的铜箔含有一个黄铜热屏蔽层。

改善了与基片的结合程度的金属箔
以及制造这种金属箔的方法

本发明涉及用于制作电子装置的电解沉淀金属箔的处理以及制造这种金属箔的过程。更具体地说，本发明涉及金属箔表面的处理过程，用以改进金属箔与基片（*substrate*）之间的粘附程度。对于叠层电子装置（例如印刷电路板），这种基片可以是叠层材料。

金属箔（例如铜箔）已在多种电子和电气元件技术中得到广泛应用。已经发展出一个独立的技术领域来生产用于这些工业的金属箔以便达到适用于各种应用的品质。在商品生产方面，对金属箔增加所需品质的首要手段是从含金属离子的槽中电解沉积金属。这种处理过程已用来生产具有显微树状（即象树样的或结核状〔*nodular*〕的）结构的粗糙表面，以增强箔表面与其他材料的粘附程度。电解沉淀也用来使用某些金属作为热屏蔽层、高温金属逸散阻挡层、防氧化层、防化学腐蚀层，和／或提供某些电特性，如电流电阻特性。

在金属箔（如铜、锡、镍箔）经过处理达到前述品质之后，它们特别适用于各种电子和电气部件。其中特别有意义的是印刷电路板（*PCB*）以及 *PCB* 部件，特别是多层的 *PCB* 叠层、固态开关及其他类似产品，它们已经发展起来以满足电子部件小型化的需要以及 *PCB* 上有高密度电接点和电路的需要。用电解沉淀从电镀槽中生产这种金属箔的技术和／或在滚轧机中处理金属来生产这种金属箔的技术都已是在本门工艺中众所周知的。

生产电子应用金属箔的典型实例是用电解沉淀过程生产铜箔。这种处理过程通常涉及使用带有阳极和阴极的电沉积池（E F C）、通常含有硫酸铜和硫酸的电解槽液、以及在适当电势的电流源。当在阳极和阴极间加上电压时，铜便沉积到阴极表面。

制造铜箔的过程从制成电解液开始，通常是将金属铜原材料在硫酸中溶解（或者说溶化）。当铜溶解之后，对溶液要进行高强度的纯化处理，以保证电解沉淀成的金属箔不含有破碎和／或不连续。在溶液中可以加入各种品质控制剂。

将溶液泵入E F C，当在阳极和阴极间加电压时便在阴极发生铜的电解沉淀。典型情况是，电解过程使用可转动的圆柱状阴极（滚筒，*drums*），它们可以有各种直径和宽度。然后将电解沉积的箔从柱状阴极上取下来。这样生成的金属箔是成卷的，因为阴极在转动，通常阳极的形状是适应于阴极的，以使阳极和阴极之间的间隔保持不变。这是为了使产生的金属箔在整个一卷中有不变的厚度所需要的。使用这种电解沉淀方法制备的铜箔有一面是平滑闪光的（与滚筒接触的一面），另一面是粗糙或暗淡的（铜沉淀生长前沿）。

应用于P C B和其他电子装置的导电箔可能要再进行处理，至少对粗糙面要进行处理，以增强粗糙面和叠层之间的粘结与撕裂强度。典型的箔处理是用粘结材料（*bonding material*）来处理，以增加表面面积从而增强粘结和提高撕裂强度。也可以将箔加以处理以提供一个热屏蔽层（这可能是黄铜），从而防止撕裂强度随温度升高而降低。最后，可以用稳定剂来处理箔以防止箔的氧化。这些处理都是众所周知的，对这一点没有必要进一步描述。

用不同的金属来处理导电箔的粗糙面所伴生的一个问题是这种处

理会造成粘着性变差和对热应力及机械应力的不适当的抵抗力。这种不好的结果可能被测定为低的或不适当的撕裂强度值和/或表现为电解沉淀箔处理(层)与箔的分离,称之为“板迁移(*board transfer*)”或“处理迁移(*treatment transfer*)”。本发明提供了一种得到金属箔的处理过程,使其撕裂强度改善并减小处理迁移。

本发明的一个方面是一个金属箔在一个表面上有三个重叠的电解沉积层,第一层与所述表面相邻,构成树状沉积,主要含有第一种金属;第二层为金属闪光膜(*flash*)沉积于所述第一层之上;主要含有不同于所述第一种金属的第二种金属;第三层为树状沉积,主要含有与所述第一种金属不同的金属。

作为本发明的另一方面,本发明提供了制造金属箔的处理过程,由此制作的金属箔能改善箔与基片之间的粘结状况。其组成是:

(A) 在所述箔的一个表面上电解沉积一个,主要由第一种金属构成的树状沉积层;

(B) 在(A)的树状沉积层上电解沉积一个金属闪光膜,其主要成分是与(A)的所述第一种金属不同的第二种金属;

(C) 在所述(B)金属闪光膜上电解沉积一个树状沉积金属层,其主要成分是与(A)的所述第一种金属不同的另一种金属。

本发明的另一个方面是由本发明的金属箔生产电子装置。所谓电子装置包括:由本发明制成的叠层金属箔构成的装置,如前面描述的PCB(印刷电路板),以及固态开关,包括固态的电路断续器(*circuit breaker*)。

图1是铜箔截面放大1000倍的显微照片,该铜箔有一个粗糙

的上表面和一个光滑的下表面，根据本发明的步骤（B），它带有一个镍闪光膜。

图2是铜箔的另一个截面放大1000倍的显微照片，该铜箔有一个粗糙的上表面和一个光滑的下表面，它已根据本发明处理过程步骤（B）加上了镍闪光膜；然后浸入酸中洗蚀掉镍膜下面的铜，从而更清楚地显示出镍膜的轮廓线。

图3是铜箔截面放大1000倍的显微照片，该铜箔先用镍闪光膜处理；再根据本发明进行镍的树状沉积。

图4是铜箔的另一个截面放大1000倍的显微照片，该铜箔有一个粗糙的上表面和一个光滑的下表面；先用镍闪光膜处理，再根据本发明在粗糙面上进行镍树状沉积，然后对它用酸洗以溶掉镍处理层下面的铜，以显示出镍剖面的轮廓线。

图5是贴在白纸上的透明胶带的三个实例的复印件，每个用虚线绘出透明胶带的轮廓线；这里的每个实例胶带先前都曾分别贴在“不灰蒙蒙的（*non-dusty*）”、“灰蒙蒙的（*dusty*）”和“很灰蒙蒙的（*very dusty*）”的电解沉积箔上，如图中每段上方的图例所示。

为了说明本发明，这里所用的术语“树状的（*dendritic*）”是指金属表面上的一种具有树样的（*tree-like*）或结核状（*nodular*）形态的显微金属结构。在金属箔上得到树状结构在工艺上是人所公知的。对大多数可进行电解沉积的金属而言，得到树状结构的典型做法是：进行电解沉积时使用含有低浓度金属离子的电解槽，而电流密度要显著高于通常为得到光滑的电镀抛光产品所使用的电流密度。还可以利用其他因素，如PH值、电解槽温度和电解槽添

加剂等，来进一步促进树状沉积的形成。美国专利3,328,275号及Bucci等的文章“铜箔技术”〔PC F A B, 1986·7·, 22—31页〕描述了在铜箔上产生树状沉积的典型过程。这两份材料在本文中作为参考将充分引用。

作为树状沉积，有一类是高轮廓的〔与低轮廓的相比〕树状沉积，发明者在识别它们时把它们称作“灰蒙蒙的〔*dusty*〕”和“很灰蒙蒙的〔*very dusty*〕”。可以用一种简单的定性检验来把“灰蒙蒙的”和“很灰蒙蒙的”树状沉积与不灰蒙蒙的沉积区分开来。将称作Scotch牌〔3M〕透明带的一种胶带牢牢地贴在沉积的粗糙面，再以90度角撕下来，并贴在一张白纸上。如果几乎没有任何金属粒子的痕迹粘到胶带上，则认为该沉积是不灰蒙蒙的，如果在胶带上出现不只一个痕迹，则认为是“灰蒙蒙的”沉积。图5给出三个胶带实例，分别对应于“不灰蒙蒙的”、“灰蒙蒙的”及“很灰蒙蒙的”。

这里使用的术语“金属闪光膜〔*metal flash*〕”是指一种薄的金属电解沉积敷层，它相对于沉积其上的表面而言具有低轮廓〔*low profile*〕。与上述树状表面相反，它是非树状的。产生金属闪光膜的通常作法是使用与产生树状沉积所需条件相反的电解沉积条件，就是说，与树状沉积所需浓度和电流密度相比，在电解槽中有高金属离子浓度和低电流密度。也可以利用其他因素〔如PH值、电解槽温度和添加剂等〕来帮助非树状敷层的电解沉积。

在本发明中，所应用的金属闪光膜厚度小于它所沉积其上的树状层的轮廓厚度。通常，金属闪光膜的平均截面厚度不大于树状沉积距金属箔的平均高度的20%。这里的平均高度是相对于树状结构之间的凹陷平均深度计算的，以后把这个高度叫做平均截面高度〔*ave-*

average profile height)。这个平均截面高度可以根据如图 1—4 所示的显微照片来确定。

在一个最佳实施例中，金属闪光膜的平均厚度不大于平均截面高度的 10 %。在另一个实施例中，金属闪光膜的平均厚度不大于平均截面高度的 5 % 左右。金属闪光膜的平均厚度可以是 10 微米或大于 10 微米。然而，对大多数应用而言，其平均厚度一般不超过 3.0 微米左右。在一个实施例中，平均厚度可能不超过 1.5 微米左右。

金属闪光膜的厚度可以用通常在金属箔镀膜工业中使用的自动装置来测定。平均截面高度可以由扫描电子显微镜 (SEM) 拍摄的截面取样的显微照片 (如图 1 和图 2 所示) 来确定。一旦确定了适当的电解沉积条件，便能得到不变的结果。

为了能遵循树状沉积的等高线，最好是使金属闪光膜的晶粒结构比其下面的树状层的晶粒结构要精细。利用这种精细晶粒敷层通常有助于得到均一的金属闪光膜。

本发明的金属箔的第三层是金属的电解沉积树状层。在一个最佳实施例中，这一层的主要金属成分与金属闪光膜下面的那一层的主要金属成分相同。这一层又是用制造树状沉积的众所周知的程序 (前面关于第一树状层曾描述过) 来生产的。然而，用于产生这一树状层的具体电解沉积条件往往与前述产生第一树状层时使用的条件有所不同，因为当电解沉积不同的金属时，为得到树状表面结构，它们往往对浓度、PH、温度及电流密度有其自己的要求。

确定是否将产生非树状或树状表面结构的较重要因素之一是电流密度。通常，对于要电解沉积的同一种金属而言，为产生非树状表面结构的电流密度往往不超过用于产生树状表面结构的电流密度的大约

二分之一。在一个最佳实施例中，用于产生金属闪光膜的电流密度不超过用于产生树状层的电流密度的大约三分之一。

例如，通常能在不超过大约 300 安培/平方英尺 (A S F) 的电流密度下产生镍闪光膜，而且经常在电流密度不超过大约 200 A S F 的情况下产生。在一个实施例中，利用镍的电解沉积从镍电解沉积槽中得到镍闪光膜，其电流密度为大约 100 A S F 至大约 150 A S F。

影响电解沉积的结果为非树状或树状沉积的另一个因素是电解沉积槽中的金属离子浓度。通常，用于产生金属闪光膜的槽内金属离子浓度至少为用于产生树状层所用金属离子浓度的二倍。在一个实施例中，由镍的电解沉积得到镍闪光膜所使用的镍电解沉积槽中，槽中每升含有约 85 克至约 115 克镍。

P H 和温度两个条件的取值是对非树状沉积有利还是对树状沉积有利，随金属的不同而不同。对于镍的情况，往往是在 P H 值不超过 5.0 的含水 (*a g u e o u s*) 槽中在至少 30 °C 的高温下进行镍闪光膜沉积。作为一个控制条件，用树状沉积构成第三层时往往在 P H 值大于 5.0 的含水槽中在温度低于 30 °C 的条件下进行。

电沉积金属闪光膜和树状第三层所需要的时间周期因其电流密度、金属离子浓度、P H 值、温度以及被沉积的具体金属的不同而不同。在一个实施例中，从含镍槽中电解沉积出镍闪光膜所需时间为大约 30 秒至大约 1 分钟的范围，而作为第三层生成树状镍沉积一般需要的沉积时间为 10 秒左右至 20 秒左右的范围。

与得到相应的低断面 (*p r o f i l e*) 树状沉积所使用的电流密度和金属离子浓度相比，要得到高断面树状沉积一般要在较高电流密度

和较低金属离子浓度的情况下进行电解沉积。也可以利用类似的途径得到“灰蒙蒙的 (*dusty*) ”树状金属沉积,但对于本发明而言,灰蒙程度和平均断面高度要独立予以考虑。例如,一个高断面沉积可以是“灰蒙蒙的”或“不灰蒙蒙的”。在“灰蒙蒙的”高断面树状铜的情况下,电流密度一般为大约 250 A S F 至大约 400 A S F [安培 / 平方英尺] 的范围,铜离子浓度为电解槽内每升含铜约 24 克至 26 克,槽温一般在约 90 ° F 至约 110 ° F 范围,硫酸浓度为槽内每升含约 90 克至约 110 克。可以有每升 4 克硝酸盐和大约 22 至 28 ppm 氯化物离子来帮助灰蒙蒙铜沉积。

可以利用多种金属来制造本发明的金属箔。可以由任何导电金属制成金属箔。用于形成金属箔上的树状沉积的第一金属也可以从多种能用于电镀的导电金属中选择。通常选取在树状电解沉积条件下进行电解沉积时能与金属箔粘结好的金属。当金属箔是铜箔时,一般第一金属为铜,尽管锌也可以用来构成树状锌层,如本文中充分参考的美国专利 4,456,508 号中所描述的那样。

作为第二层的金属闪光膜和 / 或第三层中的树状金属层所使用的金属一般包括能够根据上述金属闪光膜或树状第三层各自的特性进行沉积的任何金属。例如镍、锡、钨、铂、银、金和钼。

如前所述,第三层通常含有的主要金属成分不同于树状第一层所含金属主要成分。能产生与金属闪光层粘结在一起的树状沉积的任何金属都属于本发明的范围。通常,最好是第三层中的主要金属成分即为金属闪光膜中存在的主要金属成分。

在本发明的改进的金属箔中还可以包括附加的电解沉积金属层。例如,一层黄铜可以放在树状第一层和金属闪光膜第二层之间以提供

一个热屏蔽层。热屏蔽层是有用的，例如，当用于涉及高热机械应力的叠层印刷电路板时，可以防止随温度升高而降低撕裂强度。在任一树状层与任何后续层之间插入的中间层都应该这样沉积：使它不会显著地破坏下面一层中的树状结构特性，例如，不能填充树枝状结构之间的凹陷，也不能在树枝凸起之间搭桥。

如前面所述，本发明的金属箔能广泛应用于需要可粘结导电金属箔的场合。典型的应用包括电气的和电子的应用，其中金属箔粘结在基片上。利用本发明的金属箔可以形成金属箔叠层，用于制成印刷电路板和／或固态开关等电子装置，它们能抵抗热的和／或机械的应力，保持与叠层材料的良好粘结。在一个实施例中，平均撕裂强度至少为大约 12 磅／英寸；通常是大约 13 磅／英寸；也可能达到大约 14 磅／英寸甚至更大。

由于不断增加对苛刻环境中电子部件的依赖，需要具有改进的撕裂强度和能够忍受热机械应力的导电金属箔。电子控制装置正在越来越普遍地应用于车辆（如轿车、卡车）和重型设备中的燃烧条件微处理器控制以及在工业环境下其电路受到高温和／或化学应力的设备中，如电子化学或冶金过程控制设备、自动操纵设备等。由于苛刻的地理环境也会引起应力。改善的撕裂强度和减小了的处理层迁移（*tree-attachment transfer*）是本发明所展示的电子学领域中的优越的特性，同时由于在金属箔上存在至少另外一种金属主要成分从而获得了额外的有价值的特性。

能用来说明本发明的一个实施例是在铜处理之上的镍处理过程。这一过程可描述如下：

（1）得到一个带有一个粗糙侧面的铜箔，这是在构成铜树状层

的条件下进行铜电解沉积得到的。这个粗糙的侧面的断面可以是低断面也可是高断面沉积。与低断面沉积相比，高断面沉积往往能从本发明的实践中得到更大的好处；

(2) 可选步骤：用一个电解沉积中间金属层来处理步骤(1)的铜箔的粗糙面，如黄铜层作为热屏蔽层，只要这个中间层不显著破坏步骤(1)的金属箔粗糙面上沉积的树状结构特性；

(3) 对步骤(1)或步骤(2)的这个粗糙表面加上镍闪光膜。这个金属闪光膜密封(*seal*)了铜处理层并生成步骤(3)金属箔；以及

(4) 在适于树状沉积的电解沉积条件下电解沉积附加的镍层。

按上述方式处理过的铜箔要比将步骤(3)直接用于铜箔粗糙面所得到的铜箔具有较高的撕裂强度和较小的处理迁移(*treatment transfer*)。

下面几个实例用于说明本发明。除非特别说明，在下述各实例以及整个说明和权益要求中，凡几分之几和百分数都是按重量计，所有温度均为摄氏度，所有压强均以大气压为单位，所有过程条件都是在标准压强和温度下(即在25℃和1大气压)。

例 1

一铜箔有一光滑侧面和一粗糙侧面,粗糙侧面为一标准的非灰蒙、低断面、电解沉积的树状铜沉积。它相继穿过两个电解沉积槽的处理。第一槽的条件如下：

镍：100±15克/升

硼酸：40±5克/升

PH 值：4 ± 0.5

110 ± 5 °F

电流密度：100—150 ASF

“ASF”指“每平方英尺安倍”

第二槽的条件如下：

NiCl₂：25—30克/升

NH₄Cl₂：65—75克/升

PH：5.6—6.0

63—67 °F

电流密度：600—750 ASF。

在第一槽内电解沉积后的铜箔截面示于图1和图2。当观看图1时，可以看到铜箔呈现为较亮的阴影和较粗的晶粒，构成断面材料的主要部分，而镍闪光膜呈现为稍暗些的细晶粒材料，沿着铜箔材料的上下轮廓线分布。带有粗糙断面的较上部分是铜箔的粗糙侧面。图2是将铜箔浸入酸槽溶掉一些铜之后的类似断面。这样得到的截面揭示出箔中铜的晶粒结构和镍闪光膜沿着铜的轮廓线。在铜箔和镍闪光膜之间的暗区是被酸洗铜而在铜箔和镍闪光膜之间形成的空区。

图3是金属箔在第二槽中处理过之后的截面。这里铜仍是较亮的粗晶粒截面材料主要部分，镍仍表现为沿上断面的较暗细晶粒区。照片清楚地显示出沿着被处理金属箔的上断面形成大颗粒镍的树状沉积。

图4给出如图2截面同样方式在酸中处理过的类似截面。酸再次在铜箔粗糙侧面和镍之间造成空区，显示出镍电解沉积在金属箔一侧的镍轮廓线。如所能看到的那样，镍闪光膜层仍然紧密地遵循铜箔粗糙侧面的粗糙轮廓线。

例 2

这一实例中的铜箔如例 1 中同样方式处理，只是在将铜箔放入第一槽处理之前，这个标准的低断面铜箔的粗糙一侧用黄铜电解沉积敷层处理，以提供一个热屏蔽层。用例 1 的第一槽和第二槽处理之后得到的结果都是十分相似的。

这一实例表明，可以根据本发明的过程来处理铜箔，不论是否存在附加中间层来提供附加的功能属性。

例 3

根据例 1 的过程来处理铜箔，只是在本例中所用的铜箔是在粗糙一侧的灰蒙蒙的高断面树状铜沉积，如前述标准定性胶带检验所确定的那样。

例 4

根据例 2 的过程处理铜箔，使用例 3 的灰蒙蒙高断面箔作为铜箔，它首先用黄铜电解沉积敷层处理以提供一个热屏蔽层。

对于例 1—4 中的每一个，(a) 在镍闪光膜处理之前，(b) 在镍闪光膜处理之后但在镍树状处理之前，(c) 根据本发明，在镍树状处理之后，都利用标准的撕裂强度试验检验了撕裂强度。标准的撕裂强度试验基于 GE—FR 4TM 叠层，其中 4 英寸求 1/2 英寸的试样以粗糙面向下放到一层 GE—16012TM 聚酯胶片 (*prepreg*) 上，这张聚酯胶片又放在三张 GE—16013TM 聚酯胶片上，然后在 350 °F 温度下以 1000 *psi* 压强持续 40 分钟制成叠层。然后在室温下用标准的撕裂强度测量设备 (*Instron*TM) 来测

量其撕裂强度，它测量从叠层上以90度角拉下铜箔所需要的力。这所需要的力表示为以磅/英寸为单位（测量时撕裂距离至少为1英寸）。

镍层厚度可以用 *Asoma Model 8620TM* 测量，它用X-射线荧光性（*fluorescence*）测量镍的厚度。

由本发明得到的结果与铜箔在镍闪光膜处理之前得到的结果以及镍闪光膜处理和树状镍处理之间得到的结果所做的比较示于下面的表I：

表 I

撕裂强度和镍厚度结果

例号	处 理 阶 段	平均撕裂强度 (磅/英寸)	粗糙面上的镍 厚度(微米)
1	镍闪镀之前	9.6	--
	镍闪镀之后	9.6	--
	本发明	13.1	--
2	镍闪镀之前	11.1	--
	镍闪镀之后	9.6	--
	本发明	12.9	--
3	镍闪镀之前	8.4	--
	镍闪镀之后	10.1	1.1
	本发明	12.8	2.2
4	镍闪镀之前	10.3	--
	镍闪镀之后	11.6	1.0
	本发明	13.5	2.4

由这些结果能够看到，根据本发明制备的金属箔与未处理的树状铜箔及带镍闪光膜的树状铜箔相比，具有较高的撕裂强度。在实践本发明时，发明者还观测到减小了的处理迁移 (*treatment transfer*)。

尽管结合其最佳实施例解释了本发明，但应该理解，它的各种修正对于读过本说明的内行人而言是显然的。所以，应该理解，这里所披露的本发明意欲涵盖这些修正，认为属于所附权益要求的范围之内。



图 1



图. 2



图.3

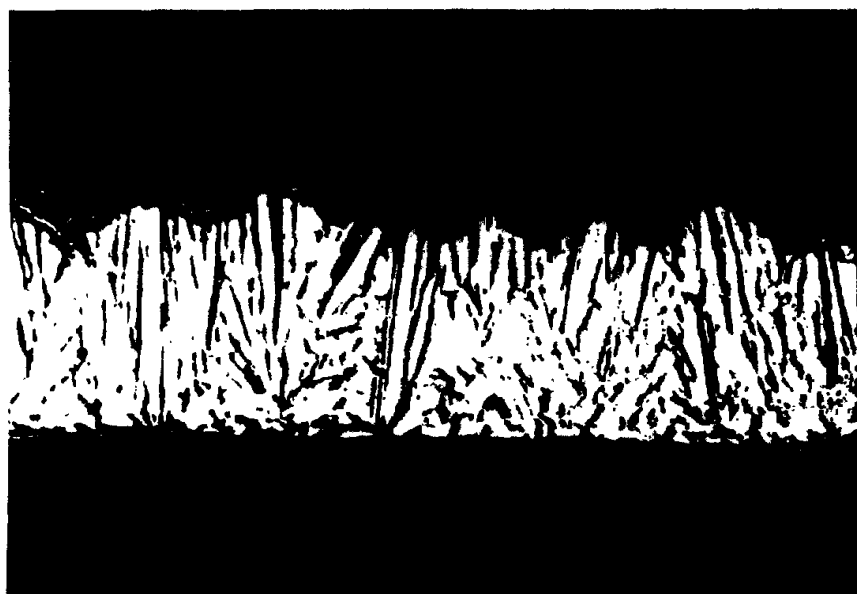
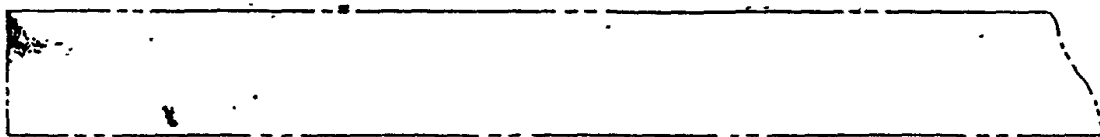
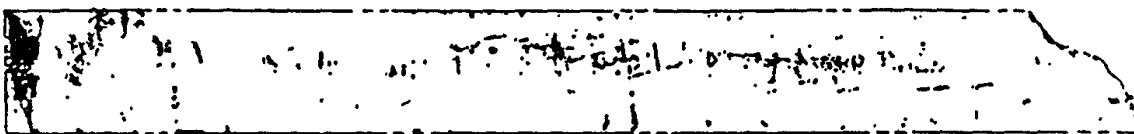


图.4



无尘埃



有尘埃



图 .5