

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

G02F 1/1365

G09G 3/36 G09F 9/37



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00806323.0

[45] 授权公告日 2004 年 12 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 1181385C

[22] 申请日 2000.4.12 [21] 申请号 00806323.0

[30] 优先权

[32] 1999.4.16 [33] US [31] 09/293,013

[86] 国际申请 PCT/US2000/009728 2000.4.12

[87] 国际公布 WO2000/063873 英 2000.10.26

[85] 进入国家阶段日期 2001.10.16

[71] 专利权人 吉莱特公司

地址 美国马萨诸塞

[72] 发明人 安妮·T·林奇 杰弗里·S·修斯

马克·卡克普劳伊兹

审查员 高海燕

[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

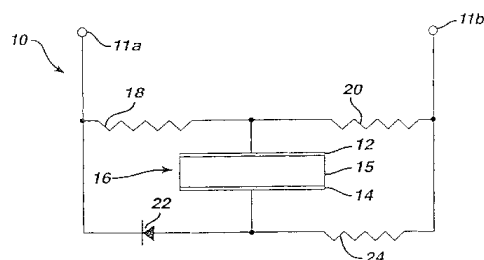
代理人 王以平

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 9 页

[54] 发明名称 电子显示器

[57] 摘要

本发明描述一种电压控制显示器。此电压控制显示器是低电压显示器，并且包括具有一对电极的显示元件以及其接线端与电压控制显示器一对电极的第一个耦合的分压器。切换电压小于约 10 伏的金属-绝缘体-金属二极管耦合到分压器。在优选实施例中，显示器元件进一步包括第二金属-绝缘体-金属二极管，并且其中分压器包括与第二金属-绝缘体-金属二极管串联耦合的电阻。



ISSN 1008-4274

1. 一种电压控制显示器，其中包括：  
具有一对电极的显示元件；  
其接线端与所述一对电极的第一个耦合的分压器；以及  
与所述分压器耦合的切换电压小于10伏的金属-绝缘体-金属二极管。
2. 如权利要求1所述的电压控制显示器，其中，显示元件是电泳显示器。
3. 如权利要求1所述的电压控制显示器，其中，金属-绝缘体-金属二极管具有小于2伏的切换电压。
4. 如权利要求1所述的电压控制显示器，其中，分压器包括一对具有相同电阻值的电阻。
5. 如权利要求4所述的电压控制显示器，其中，在显示元件第一接线端的电势是信号线电压中的一部分，在显示元件第二接线端的电势由非线性元件和电阻上的电压决定。
6. 如权利要求1所述的电压控制显示器，进一步包括第二金属-绝缘体-金属器件，其中，分压器包括与第二金属-绝缘体-金属器件串联耦合的电阻。
7. 如权利要求6所述的电压控制显示器，其中，在显示元件第一接线端的电势是信号线电压中的一部分，而在显示元件第二接线端的电势由非线性元件和电阻的连接处电压决定。
8. 如权利要求1所述的电压控制显示器，其中，根据输送到显示元件的显示器控制信号，显示元件一个接线端的电压会相对于显示元件另一接线端的电压而改变。
9. 如权利要求8所述的电压控制显示器，其中，所述金属-绝缘体-金属二极管和第二金属-绝缘体-金属器件会切换状态，使显示元件一个接线端的电压相对于显示元件另一个接线端的电压变为负值，从而使显示器的颜色改变。
10. 一种电压控制显示器，包括多个在阵列中耦合的显示器单元，其

中，每个单元包括：

具有一对电极的显示元件；

其接线端与所述一对电极的第一个耦合的分压器；以及

与所述分压器耦合的切换电压小于 10 伏的金属-绝缘体-金属二极管。

11. 如权利要求 10 所述的电压控制显示器，其中，显示元件是电泳显示器。

12. 如权利要求 10 所述的电压控制显示器，其中，金属-绝缘体-金属二极管具有小于 2 伏的切换电压。

13. 如权利要求 10 所述的电压控制显示器，其中，每个单元具有一对分别耦合到阵列的行或列线中的接线端。

14. 如权利要求 10 所述的电压控制显示器，其中，阵列的行或列线由行和列驱动器电路形成，向此驱动器电路输入信号以寻址和控制显示器。

15. 如权利要求 10 所述的电压控制显示器，其中，每个显示元件的一个电极耦合到一个固定电压。

16. 如权利要求 10 所述的电压控制显示器，其中，在每个显示元件第一接线端的电势是显示器源电压中的一部分，在显示元件第二接线端的电势由非线性元件和电阻上的电压决定。

17. 如权利要求 10 所述的电压控制显示器，其中，当多个显示元件中一个元件的第二接线端的电压随着另一接线端的电压变化时，当在显示器上存在相反的电势差时，它使显示器改变颜色。

## 电子显示器

### 技术领域

本发明涉及电压控制电子显示器。

### 背景技术

电压控制显示器的一种类型是电泳显示器，如在 Massachusetts Institute of Technology (1998年6月)的“全印刷的双稳态反射显示器：可印刷的电泳油墨和全印刷的金属-绝缘体-金属二极管”中描述且由 E-INK Inc. Cambridge, Ma 提供的显示器。此种显示器基于所谓的“电子油墨”，如基于所施加的电压而改变其性质的电泳材料。使用诸如电子油墨的电泳材料，可在基体材料上印刷平板显示器。这些显示器抽运非常小的电流，因而消耗非常小的功率。任何电压敏感材料可用作此显示器。另一种在 Scientific American (1996年9月)的“纸的再发明”中描述并称为电压敏感的材料 Gyricon。这两种显示器都在相对较高的电压下工作。

金属-绝缘体-金属二极管 (M-I-M 二极管) 表现出与半导体二极管相似的电流-电压特性。与半导体二极管电流-电压特性的一个区别是 M-I-M 二极管的电流-电压特性是对称的。M-I-M 二极管典型的电流-电压特性曲线是双极的。也就是说，在预定的负电压和基本相同的预定正电压时，此二极管可在非导电状态和导电状态之间切换。

一种类型的金属-绝缘体-金属二极管包括复合金属-绝缘层，在此层中以一定间隔配置两导电层即电极。复合金属/绝缘层包含其中悬浮相对较厚金属颗粒的绝缘粘合剂，并在金属颗粒上热生长或淀积氧化物层。在 Jaeyong Park 的上述论文中，描述两种生产此种金属-绝缘体-金属二极管的工艺。由此工艺产生的二极管表现出相对较高的切换电压。

### 发明内容

根据本发明的一个方面，提供一种电压控制显示器，其中包括：具有一对电极的显示元件；其接线端与所述一对电极的第一个耦合的分压器；

以及与所述分压器耦合的切换电压小于 10 伏的金属-绝缘体-金属二极管。

在电压控制显示器中，在显示元件第一接线端的电势是信号线电压的一部分，在显示元件第二接线端的电势由非线性元件和电阻上的电压决定。电压控制显示器可包括与电阻串联耦合的第二金属-绝缘体-金属器件。在此设置中，在显示元件第一接线端的电势是信号线电压中固定的一部分；而在显示元件第二接线端的电势由非线性元件和电阻的连接处的电压决定。

根据本发明的另一方面，提供一种电压控制显示器，包括多个在阵列中耦合的显示器单元，其中，每个单元包括：具有一对电极的显示元件；其接线端与所述一对电极的第一个耦合的分压器；以及与所述分压器耦合的切换电压小于 10 伏的金属-绝缘体-金属二极管。

通过本发明一个或更多的方面可提供以下一个或更多的优点。与其它显示器相比，本显示器的一个优点在于，它使用非常小的电流并在低电压时切换。本显示器包括电压敏感显示器和低电压切换的非线性元件，如低电压金属-绝缘体-金属二极管（M-I-M 二极管）。电压敏感显示器使用基于电压切换的材料。另外，显示器阵列、元件、电阻和非线性元件可使用常规且不昂贵的印刷技术制作。

#### 附图说明

图 1 为低电压低功率电压控制显示器元件的示意图。

图 1A 为优选的低电压低功率电压控制显示器元件的示意图。

图 2 为低电压低功率电压控制显示器元件的矩阵的示意设计图。

图 3 为 M-I-M 二极管结构的横截面视图。

图 3A 为沿图 3 中线 3A-3A 剖分的局部放大视图。

图 4 为可替代的 M-I-M 二极管结构的横截面视图。

图 4A 为沿图 4 中线 4A-4A 剖分的局部放大视图。

图 5 为另一可替代的 M-I-M 二极管结构的示意图。

图 6 为制造图 3 元件的工艺流程图。

图 7A-7D 为示出图 1-4 中 M-I-M 二极管器件典型切换特性的电压-电流曲线。

#### 具体实施方式

现在参照图 1, 示出低功率低电压显示器 10。显示器 10 包括一对信号线, 如显示器接线端 11a、11b。显示器布置成包括显示元件 16 的并联电路。显示元件 16 包括两个夹住电泳油墨层 15 的电极 12、14。电极 12 在由两个电阻 18 和 20 形成的分压器处与并联电路连接。电极 14 连接到并联电路的另一侧。并联电路的另一侧包括非线性元件和第三电阻 24, 非线性元件即为用作 M-I-M 二极管的低电压可控开关 22。在切实可行的实施例中, 显示器 10 可复制许多次, 并且显示器 10 可布置到这些元件的有源矩阵中。

显示器 10 是超低电流的电压控制型的显示器。电泳油墨层 15 是基于所施加的电压改变其性质的电泳材料。使用诸如电泳油墨层 15 的电泳材料, 可在基体材料上印刷平板显示器。显示器 10 在低电压如小于 10 伏的电压操作并抽运非常小的电流, 因而消耗非常小的功率。任何电压敏感材料可用作该显示器。另一种具有相似性质的材料在 *Scientific American* 1998 年 9 月的“纸的再发明”中描述并称为“Gyricon”。Gyricon 也是电压敏感材料。显示器 10 需要的工作电压在 10 伏的范围内, 具体地在小于 0.5 到 1-2 伏, 更具体地在 0.5-1 伏的电压范围内。

非线性元件 22 是 M-I-M 二极管, 以下结合图 3-7D 描述。

如果电阻 18 的值等于电阻 20 的值, 在接线端 12 的电势就总是接线端 11a、11b 信号电压差的一半。电极 14 的电势由非线性元件 22 和电阻 24 上的电压决定。在接线端 12 的电压会基于施加到接线端 11a 的信号, 相对于电极 14 的电压而变化。由于元件 22 是非线性的, 有某点它会切换使电极 12 的电压相对于电极 14 的电压而变为负的。当非线性元件切换时, 这会倒转显示元件 16 的极性, 使显示元件 16 改变颜色。通过安排多个显示元件 16, 所形成的显示器 10 可用于显示各种信息。

由于显示器 10 是印刷器件, 非线性元件可安装基于碳油墨的电极, 这将在以下描述。电阻也可以是基于碳的, 并且包含填充物以降低电阻的导电性而使它们更具电阻性。理想地, 整个显示器 10 应具有非常高的总电阻。对于一个单元它为 15 兆欧数量级。

现在参照图 1A, 示出可替代的显示器元件 30。显示器元件 30 包括电

压控制显示元件 38，在元件 38 中包括耦合到固定电势的一个电极 38a 以及耦合到用作 M-I-M 二极管的一对非线性开关元件 34 和 36 中的第二电极 38b，这将在以下描述。显示器元件 30 还包括可以是印刷膜电阻的电阻 32，此电阻 32 具有耦合到电源电势  $V$  的一端以及耦合到一对非线性开关元件 34 和 36 的公共连接处的第二端。为了切换显示器元件 30 的电势差，非线性元件 34、36 用于把第二电极耦合到  $+V$  电势或基准电势如接地，并使显示器切换颜色以响应输入到一对非线性元件的控制信号。

现在参照图 2，示出多个在阵列 40 中耦合的显示器元件 30。多个显示器元件 30 具有耦合到行 41a-41b 和列 42a-42b 可寻址线的导体。在切实可行的实施例中，可以有大于所示两条线的许多行和列线。行可寻址线 41a-41b 耦合到每个显示器元件 30 中相应一个的 M-I-M 二极管元件 36，列可寻址线 42a-42b 耦合到每个显示器元件 30 中相应一个的 M-I-M 二极管元件 34。

阵列 40 还包括行驱动器 41 和列驱动器 42。解码器（未示出）把输入信号解码成有关线 41a-41b 和 42a-42b 的行和列信号，向行驱动器 41 和列驱动器 42 输入解码器信号，以便控制单个的显示器元件 30。因而，每一个的显示器元件 30 可以是显示器阵列 40 中的相应象素元件。阵列 40 使驱动器 41、42 产生有关行线 41a-41b 和列线 42a-42b 的信号（基准电势或电源电势），以便有选择性地翻转单个显示器元件的电势差，从而改变单个显示器元件的颜色。

以单元 30 为例，当第二电极 38b 的电势值小于第一电极 38a 的电势值时，显示器元件 38 显示一种颜色如白色；而当第二电极 38b 的电势值大于第一电极 38a 的电势值时，显示器元件 38 显示另一种颜色如黑色。当列 42b 线和行线 41a 中的一个或全部对于显示器单元 38 是 5 伏电势时，在第二电极 38b 的电势值会是 5 伏，从而显示器元件 30 会是第二种状态如黑色，因为第一电极 38a 为固定电势  $V/2$ ，其正值小于第二电极 38b。

为了切换显示元件 38 的状态，信号输送到行和列驱动器 41、42，使相应的行线 41a 和列线 42b 两个都为 0 伏的基准电势。这使二极管 34 和 36 都切换，在显示元件 38 的第二电极 38b 处提供 0 伏的电势。由于现在

第二电极 38b 的正值小于第一电极 38a, 因此显示器元件会切换到第一颜色如白色。

现在参照图 3, 示出适用于器件 22 (图 1)、34 和 36 (图 1A 和 2) 的金属-绝缘体-金属二极管 50。金属-绝缘体-金属二极管 50 包括第一电极 52, 其中, 电极 52 例如为铜箔基片; 或另一导电材料如碳或金; 或其它导电材料如铬、钨、钼; 或其它导电材料如弥散在诸如导电油墨的聚合物粘合剂中的金属颗粒。金属-绝缘体-金属二极管 50 还包括复合金属-绝缘体层 54, 其中, 复合金属-绝缘体层 54 包含悬浮在介电粘合层 62 中的金属颗粒 60。如图 3A 所示, 金属颗粒 60 具有覆盖在颗粒 60 表面上的本征氧化物层 60a。一种优选的金属是钽, 它易于形成本征的、稳定的且一般为均匀的本征氧化物层 60a。也可使用其它金属如铌。这些其它的金属应该形成自限制性的、稳定的且对于应用具有合适介电常数的氧化物。优选钽的一个原因是当钽暴露在空气中时在钽上容易形成本征氧化物层。

布置在复合金属-绝缘层 54 上的是第二电极 56, 其中, 电极 56 还例如包含铜; 或另一导电材料如碳、铬、钨、钼; 或者金或其它导电材料。第二电极优选直接布置在层 52 上, 以与颗粒 60 上的本征氧化物层 60a 接触。第二电极还可以是包含导电材料和粘合剂的复合层。通过改变电极层 56 的导电率, 器件 50 的电气特性可以改变。具体地, I-V 特性曲线可制作得更尖锐从而获得更陡峭的开/关特性。也就是说, 导电率越高, 曲线就越尖锐。

如以下在图 7A-7D 中描述的, M-I-M 器件具有表现出二极管类元件性质的对称电流-电压 (I-V) 特性曲线。此器件也可制作得比其它方法具有更低的切换电压, 如小于 10 伏并且更具体地小于 1 伏-约 0.5 伏, 但同时具有相同的对称性质。通过改变钽对粘合剂的比例以及钽-粘合剂层的厚度, 使 I-V 特性曲线对于相同材料能在正/负 50% 或更大的范围内上下移动。

器件 50 的切换电压对于不同的器件可以是更一致的。部分原因是有更一致的氧化物层厚度和更一致的内在形成氧化物的质量。与热退火或阳极化的氧化物层相比, 钽氧化物层 60a 的厚度不会大幅度变化。相信内征层 60a 对于不同的钽颗粒 60 也具有基本均匀的厚度, 此厚度为单分子层厚度

的数量级。钽颗粒的特点是其粉末的粒径在小于 0.5 微米到大约 10 微米的范围内。印刷层 54 的厚度小于 0.5 到 8-10 密耳。在这可使用其它的粒径和厚度。

现在参照图 4, 二极管的另一实施例 50' 包括层 54', 其中, 层 54' 包含另一介电材料的情性颗粒 64 (如图 4A 所示), 此颗粒例如为弥散在聚合物粘合剂 62 和具有氧化物层 60a 的钽颗粒 60 之中的二氧化钛  $\text{TiO}_2$  或碳酸镁  $\text{MgCO}_3$  的颗粒 64。在此实施例中, 一部分 (如 0%-75%) 钽颗粒 60 由诸如二氧化钛或碳酸镁的情性介电材料颗粒 64 取代。尽管优选单独使用内征氧化物层 60a, 但钽颗粒 60 也可选地具有分布在钽附近的退火氧化物层或其它类型的氧化物层。

在聚合物粘合剂 62 和钽颗粒 60 中添加介电颗粒, 如二氧化钛固体, 可改进层 54' 的印刷, 使得能利用更少量的钽颗粒但同时仍然保持高的固体含量, 此高固体含量表现出良好的二极管性质。对于非常薄的金属/绝缘材料层尤其希望如此, 以避免两电极 52 和 56 通过层 54' 短路。包含情性材料可降低短路的可能性并提供更一致的膜/涂层。

而且, 在钽浓度足够低时, 可提供给器件更高的切换电压。可以预料, 不需在钽颗粒周围使用氧化物层作为绝缘体即作为电子为了导电而需要超越的势垒, 此势垒将由情性材料的介电性质决定, 在钽浓度更低时此情性材料例如为二氧化钛和粘合剂。

现在参照图 5, 二极管的另一实施例 50'' 具有第一电极 52 以及在第一电极上的金属-绝缘层 54 或 54'。当对金属-绝缘层 54 或 54' 制作连接 58 时, 此结构 50'' 可得到相似的二极管性质。通过取消第二电极, 器件 50'' 有更少的层, 其制作工艺改变, 但基本上不改变金属绝缘体层的特性。

现在参照图 6, 图 3 器件可以按如下制备: 工艺 70 包括把纯度 99.97% 的钽粉末与聚合物粘合剂以及触变材料混合 72, 其中, 钽粉末具有本征氧化物层且粒径例如小于 5 微米, 聚合物粘合剂例如为 Acheson, Electrodag No. 23DD146A 或 Acheson SS24686。这两种聚合物粘合剂都是来自 Acheson, Port Huron, MI。其它粘合剂与钽可以用于形成钽油墨。这些粘合剂应该与钽或其它所用金属是电绝缘的且稳定的, 并且优选具有相对较

高的固体含量如 15%-35%左右。钽可在粘合剂总重的 100%-39%范围内。也可采用其它范围。钽颗粒与粘合剂充分混合形成钽油墨。钽油墨印刷 74 在诸如为铜箔基片或其它导电材料的第一电极上。例如用收缩杆、丝网印刷、曲面或凹版印刷技术中的一种印刷该层。把此层烘干 76, 例如在烘炉中在 120℃下烘 15-20 分钟。在钽粘合剂层上印刷 78 第二导电层, 第二导电层例如为以铬颗粒形式混合在粘合剂材料中的铬。此铬层也例如在 120℃下烘 15-20 分钟 80, 形成器件 50。随后, 可测试 82 器件 50。

对于第一和/或第二电极可以使用可替代的导电层或金属, 如铜、钨、钼、碳等。此层的导电率随着导电材料对粘合剂相对浓度的改变而变化。导电材料的典型范围是 30%-39%。通过改变此层的导电率, 电流-电压特性曲线的形状可以变化, 使得该曲线稍微尖锐点, 以生产具有更陡峭开/关响应的二极管。

由于所用的钽颗粒具有本征氧化物层 60a, 因此可以简化工艺。不需要对钽粉末进行热退火或其它预先的热处理。本征氧化物涂层在厚度和质量上非常一致。这趋向于生产非常一致的金属-绝缘体层材料以及其切换电压在一系列二极管中具有相对较低标准偏差的二极管。

另一优点在于, 由于不需要对钽粉末进行热退火, 可调整油墨的性质以实现各种二极管性质从而适合不同的应用。油墨形成是比钽的热处理更容易控制的工艺。

本器件也可被看作是压敏电阻, 即薄的印刷压敏电阻。此 M-I-M 结构有利于需要非线性元件的应用中, 其中非线性元件以较低的电压及如果可能的话以较低的电流工作, 此结构可以不用半导体淀积技术印刷。

现在参照图 7A-7D, 图中示出图 3-5 M-I-M 二极管器件典型切换特性的电压-电流曲线。如图 7A 所示, M-I-M 二极管器件的电流电压特性曲线 84 在大约 1.8 伏的 100na (纳安) 处表现出切换电压, 开/关比计算为约 33。使用惠普半导体分析仪 4155B 型获得电流电压特性曲线 84。

本器件所用的钽层通过混合 5 克 Alfa Aesar, Ward Hill, MA 的粒径小于 2 微米的钽颗粒和 20 克 Electrodag 23DD146A 的聚合物而制备, 此聚合物具有 25%固体-75%挥发性化合物的组成。用 15 密耳的切口 (cutout) 把油

墨涂敷到铜箔的导电表面上，即形成湿厚 15 密耳的层。把试样在烘炉中在 120℃ 下烘干 20 分钟。用于二极管第二层的油墨通过混合 5 克 Alfa Aesar 的粒径小于 5 微米的铬粉末和 4 克 Electrodag 23DD146A 而制备，并用 5 密耳的切口涂敷在钽油墨层的顶部。此涂层在 120℃ 下烘干 20 分钟。

如图 7B 所示，基于不同的“P:B”比例，即金属（如钽）颗粒对粘合剂的比例，M-I-M 二极管可表现出不同的切换电压。如图 7B 所示，对于相同的 15 密耳厚度，P:B 比例分别为 5、2 和 1 时，器件在 100 纳安表现出的切换电压大约为 9 伏（曲线 85a）、5.3 伏（曲线 85b）和 3.8 伏（曲线 85c）。

另外如图 7C 所示，改变钽层的湿厚也可形成不同的切换电压。对于钽对粘合剂比例（P:B）为 8:1 的钽层，具有 15 密耳厚钽层的 M-I-M 二极管表现出的切换电压为大约 9 伏（曲线 86a）；具有 10 密耳厚钽层的 M-I-M 二极管表现出的切换电压为大约 7.8 伏（曲线 86b）；具有 5 密耳厚钽层的 M-I-M 二极管表现出的切换电压为大约 4.6 伏（曲线 86c）。每个切换电压都是在 100 纳安下测量的。

现在参照图 7D，在钽层中添加碳酸镁可形成具有一贯较高的开/关比例并且对切换电压的影响最小的 M-I-M 二极管。如图 7D 所示，随着碳酸镁的量增加，切换电压特性变得更陡峭。曲线 87a 示出了切换特性，对于 P:B 比例 1:1 的 100%钽层，切换电压为 1.8 伏。曲线 87b-87d 示出当碳酸镁的量增加时，切换特性变得更陡峭，因此表示更好的开/关比例。

应该理解，虽然本发明已结合其详细描述进行了说明，但前述描述只是示例性的，并不限制本发明的范围，本发明的范围由后附权利要求书的范围确定。其它方面、好处、和变更都包括在后附权利要求的范围之内。

图 1

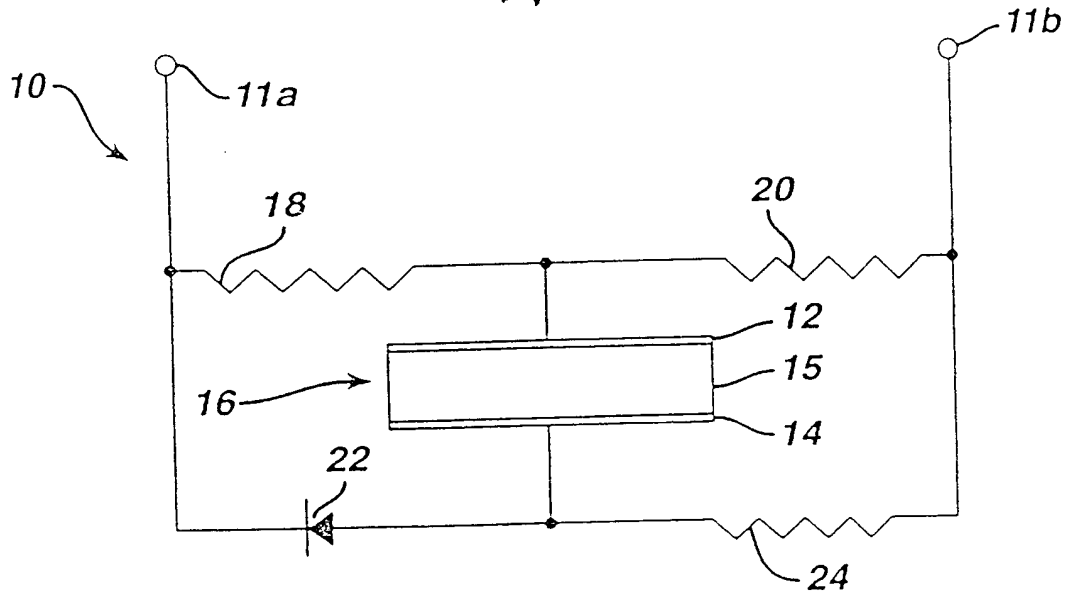
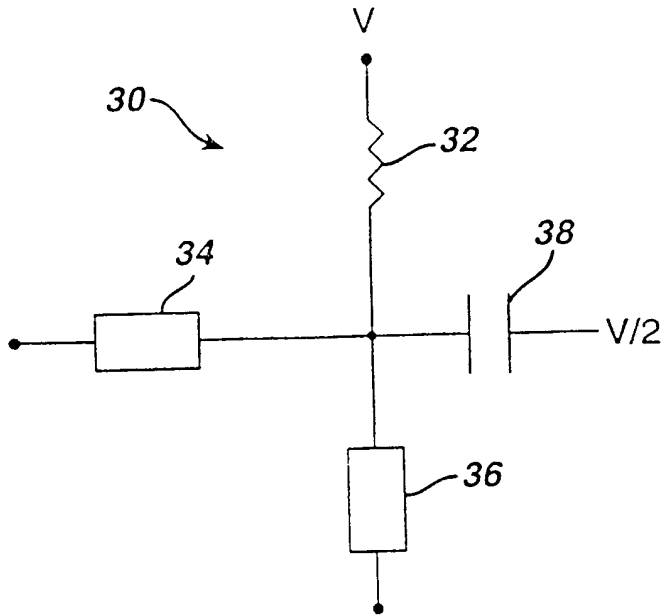


图 1A



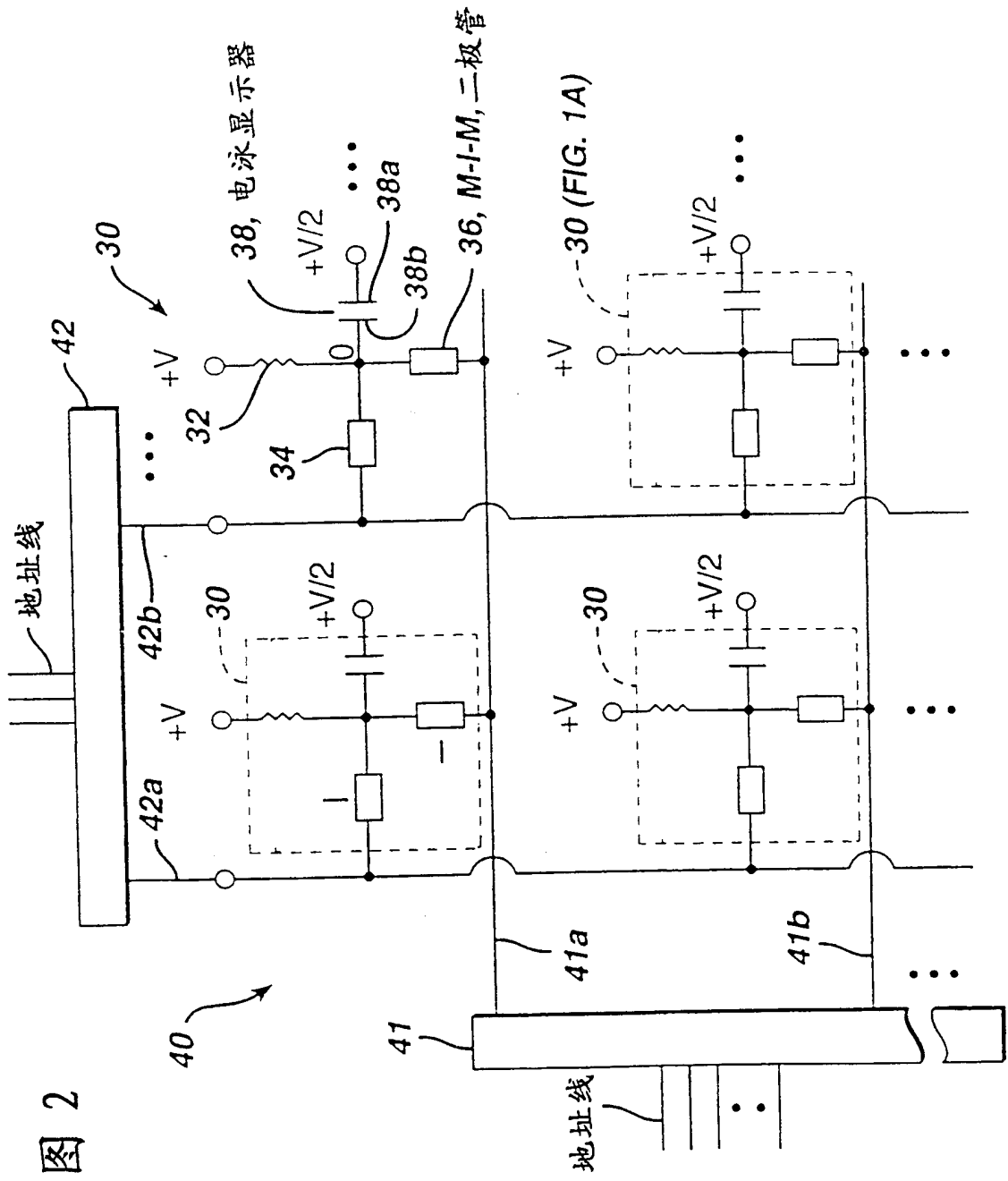


图 3

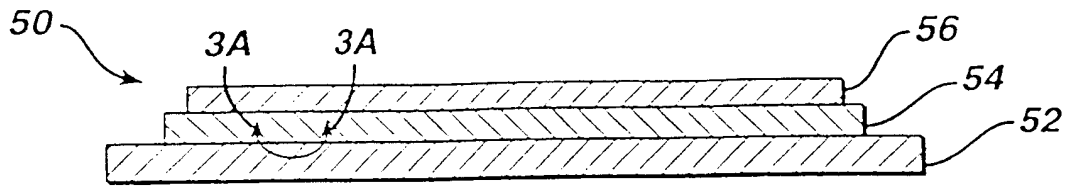


图 3A

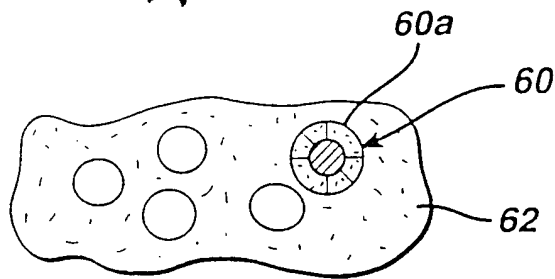


图 4

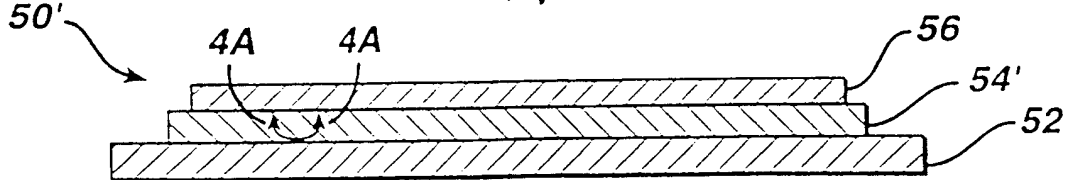


图 4A

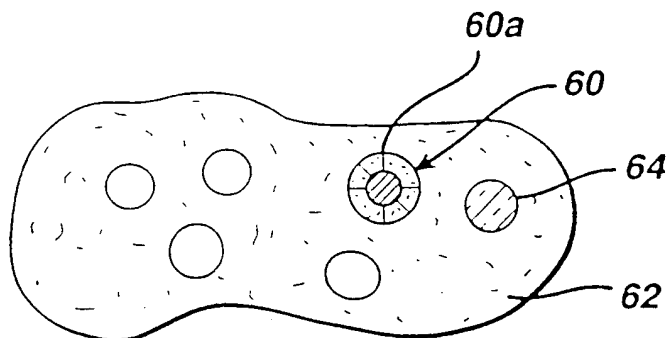


图 5

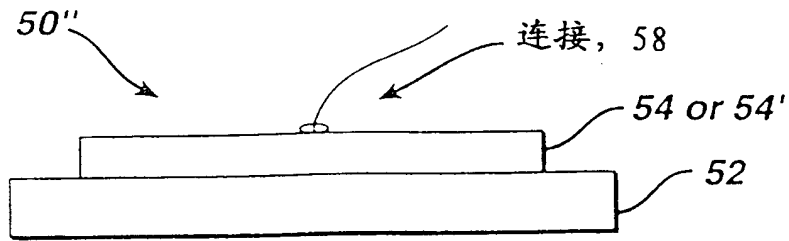


图 6

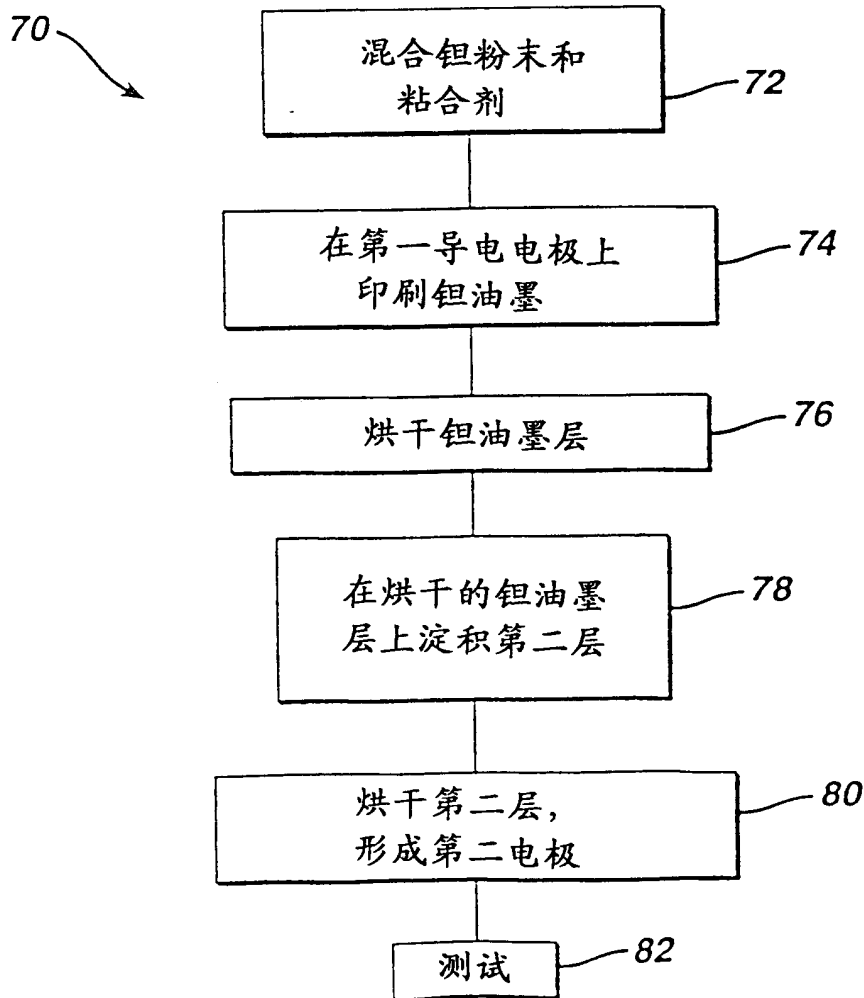
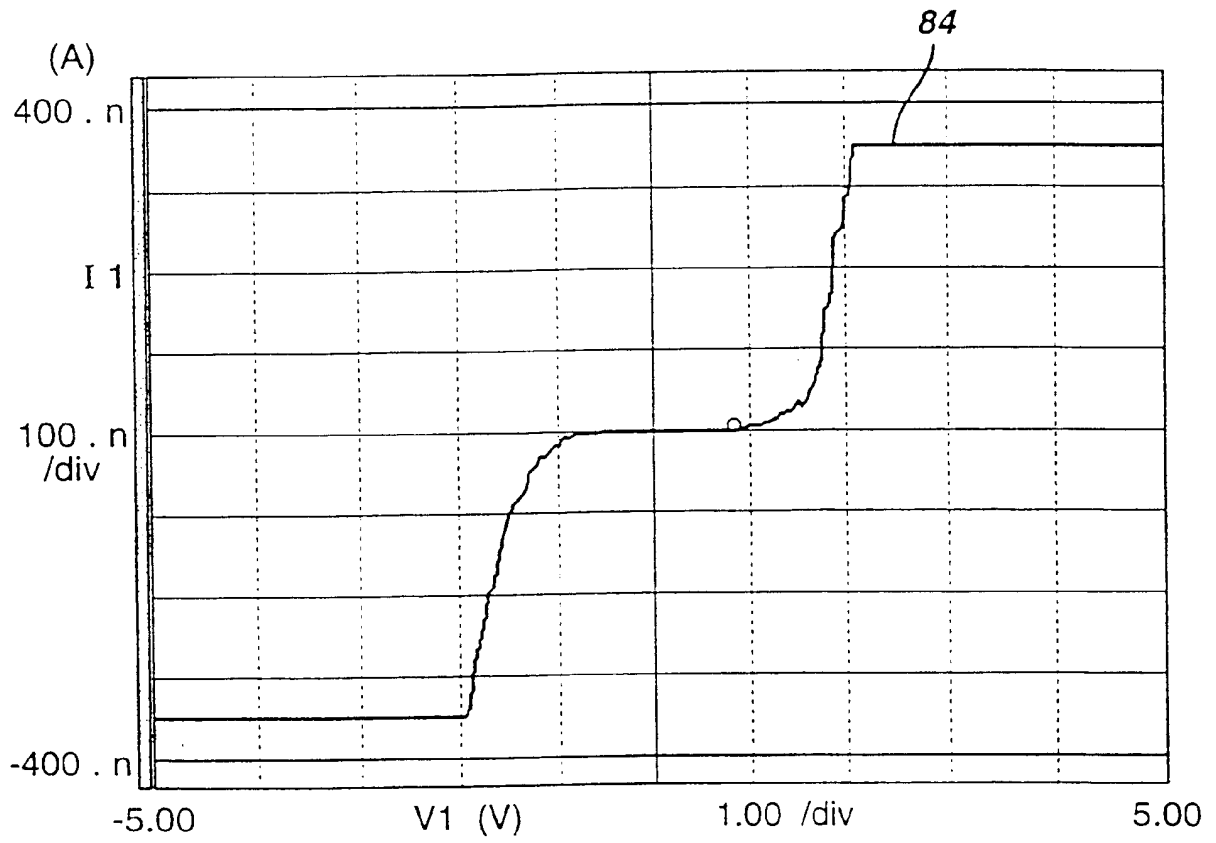
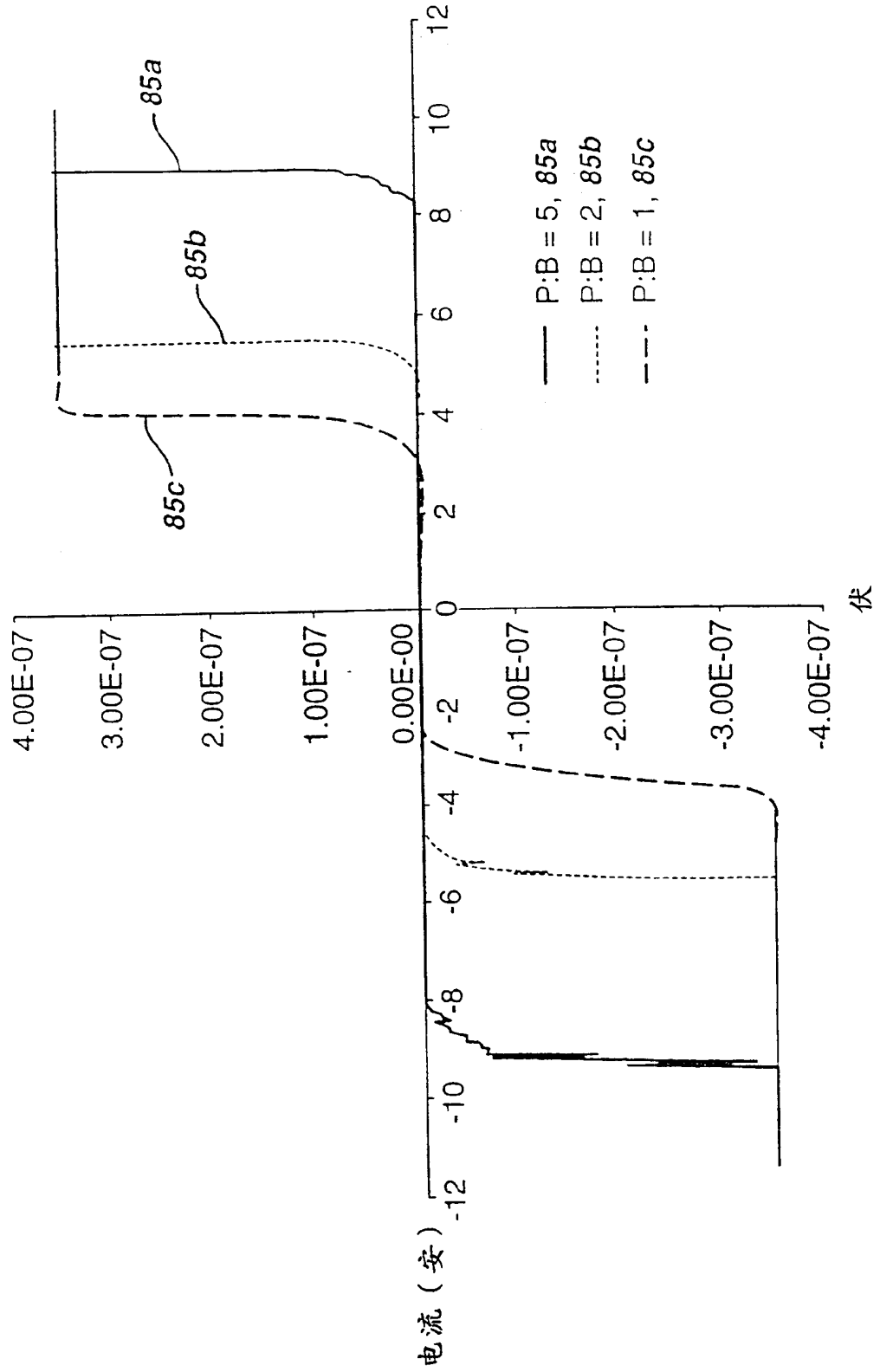


图 7A



用不同P:B比例印刷的MIM压敏电阻  
湿厚 = 15密耳

图 7B



以不同厚度印刷的MIM压敏电阻  
油墨：未处理的钽与粘合剂以8:1比例混合

图 7C

