

# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96192584.1

[45]授权公告日 2001年10月3日

[11]授权公告号 CN 1072362C

[22]申请日 1996.2.2  
 [21]申请号 96192584.1  
 [30]优先权  
     [32]1995.3.16 [33]US [31]08/405,478  
 [86]国际申请 PCT/US96/01287 1996.2.2  
 [87]国际公布 W096/29610 英 1996.9.26  
 [85]进入国家阶段日期 1997.9.16  
 [73]专利权人 特拉达因公司  
     地址 美国马萨诸塞州  
 [72]发明人 蒂莫西·W·希恩  
 审查员 胡斌

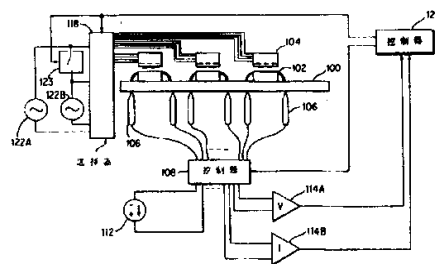
[74]专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司  
 代理人 谷惠敏

权利要求书3页 说明书9页 附图页数3页

[54]发明名称 具有已改善故障检测覆盖率的制作缺陷分析仪

[57]摘要

一种用于印刷电路板的制作缺陷分析仪,它可以检测元件的引线和印刷电路板之间开路故障。制作缺陷分析仪可以按感应耦合模式或电容耦合模式操作。相同的传感器可用于两种模式,以便使在同一部份的不同引线能用任一种方法测试。本发明还公开了一种使装置可以快速且精确地检测制作缺陷的方法。



ISSN 1008-4274



## 权 利 要 求 书

1. 一种用于检测在其上装有多于个元件(102)的印刷电路板(100)上的制作缺陷的装置, 包括

5 多个用于接收和产生电磁场(310)的传感器(104), 每个传感器装在一个元件上面, 每个传感器在第一层(210)上至少有一个螺旋天线元件(215A, 215B), 该螺旋天线元件形成第一端点(220A)和第二端点(220C)间的导电通路;

至少一个可切换地耦合到每个传感器的信号源(122A, 122B);

10 至少一个测量仪表(114A, 114B), 后者可切换地连接到印刷电路板上, 用于测量板上的电压信号或电流信号;

一个偏流源(112), 可切换地连接到印刷电路板上, 用于在板上形成导电回路; 和

15 测试控制装置(124), 用于控制把信号源耦合到每个传感器上和把测量仪表连接到印刷电路板上, 其中测试控制装置连接多个传感器中的一个, 以便使电流在第一端点和第二端点间流动, 并测量在印刷电路板和多个传感器之一间的感应耦合的测试信号, 其特征在于:

20 每个传感器至少在第二层(212)上有一个螺旋天线元件 ( 217A, 217B ), 在第二层上的螺旋天线元件形成第三端点(220B)和第四端点(220D)间的导电通路;

测试控制装置连接多个传感器中的一个, 以便使电流在第一和第二端点之间及第三和第四端点之间流动, 并测量在印刷电路板和多个传感器之一间感应耦合的测试信号; 和

25 测试控制装置连接多个传感器中的一个, 以便防止第一和第二端点之间和第三和第四端点之间的电流流动, 并测量印刷电路板和多个传感器之一间电容耦合的测试信号。

30 2. 按照权利要求 1 所述的用于检测在印刷电路板上的制作缺陷的装置, 其特征在于, 测试控制装置包括一个用于把第一和第二端点连接在一起和把第三和第四端点连接在一起的开关矩阵(118), 由此阻止电流在端点之间流动。

35 3. 按照权利要求 1 所述的用于检测在印刷电路板上的制作缺陷的装置, 其特征在于, 测试控制装置包括一个用于将至少一个信号源连接在第一和第二端点之间和在第三和第四端点之间的开关矩阵 ( 118 ),

以允许电流在端点之间流动。

4. 按照权利要求 1 所述的用于检测在电路印刷板上的制作缺陷的装置，其特征在于，测试控制装置包括：

- 5 一个钉床（106），  
一个与该钉床上、至少一个测量仪表和一个偏流源相连接的选择器（108）；和  
一个与至少一个测量仪表和一个选择器相连接的微处理机（124）。

10 5. 按照权利要求 1 所述的用于检测在印刷电路板上的制作缺陷的装置，其特征在于，每个螺旋天线元件包括：一个顺时针盘绕的第一螺旋天线元件（216），和一个反时针盘绕的第二螺旋天线元件（214）。

15 6. 一种测试具有多个元件（102）且每个元件具有多个连接到印刷电路板上的导电故障测试点的引线的印刷电路板（100）的方法，包括如下步骤：

20 a) 在多个元件的第一个元件附近构成一个传感器（104），以便在第一个元件附近产生一个磁场，其中包括在传感器的第一层（210）上的第一螺旋天线元件（215A, 215B）的两个端点施加第一 RF 信号的子步骤；

b) 测量在包括第一元件的第一引线在内的印刷电路板上的回路中由磁场感应的电压；

25 c) 在第一元件附近形成传感器（104），以产生一个电场（310），其中包括在传感器的第二层（212）上的第一螺旋天线元件和第二螺旋天线元件（217A, 217B）间施加第二 RF 信号子步骤；

d) 测量由传感器经第一元件的一个引线电容耦合到印刷电路板上的一个故障测试点的电流；和

30 e) 当测量的电压低于阈值时或测量的电流低于阈值时检测在印刷电路板上的缺陷。

7. 按照权利要求 6 所述的方法，其中步骤(b)包括把偏流源（112）连接到回路内。

35 8. 按照权利要求 6 所述的方法，其中在步骤(b)和步骤(d)中测量的是同一引线。

9. 按照权利要求 6 所述的方法，其中在步骤(b)和步骤(d)中测量的是不同的引线。

- 5           10. 按照权利要求 6 所述的方法，其中步骤(c)还包括，把第一螺旋天线元件的两个端点连接在一起和把第二螺旋天线元件的两个端点（220B, 220D）连接在一起的子步骤。

# 说明书

## 具有已改善故障检测复盖率的 制作缺陷分析仪

5

本发明总的涉及用于测试印刷电路板的设备,特别涉及用于检测印刷电路板上的制作缺陷的设备。

10

授与 Cilingiroglu 的美国专利 US-5,124,660 公开了一种制作缺陷分析仪,在该分析仪中,形状通常为平板的金属电极置在印刷电路板上的元件的上面。该电极由产生电场的振荡器驱动,在测试中电场耦合到元件的引线结构上。这种类型的耦合称为“电容耦合”。

15

测试探头连接到印刷电路板上,以测量电容性地耦合到电路板的信号。为了确定在试验中的元件的特定引线是否正确地连接到印刷电路板上,可把在印刷电路板上该引线与该印刷电路板连接的故障测试点连接到电流测量装置上。而将电路板上的其它故障测试点接地,以避免虚假信号,这称之为“屏蔽”。

20

如果电流测量装置检测出电流,表明从元件的引线结构到印刷电路板是一条通路。如果没有测出电流,则表明在测元件的引线结构和印刷电路板存在断裂,这种断裂表明存在有制作方面的缺陷。

25

授予 Crook 等在美国专利 US-5,254,953 公开了一个类似的系统。按该专利,在测试中测试信号是电容性地耦合在元件的引线结构和呈平板形的导电电极之间。

30

Freve 在欧洲专利申请 EP-0636887A1 公开了另一种类似的系统。在该系统中,由弹性多孔材料制成的隔离器固定在导电的探头板和探头安装表面间,测试信号也是电容地耦合到在测元件的引脚和导电的探头板之间的。然而,隔离器使导电的探头板能适合于在元件的上表面和探头按装表面之间的机械平行度的偏离,由此,改善了电容测量的重复性。

35

上述的美国专利 US-5,124,660 和 US-5,254,953 和欧洲专利申请

EP-0,636,887A, 在此作为参考文献引入本文。

5 另一种测试技术是由 Sheen 等在 1994 年 4 月 15 日申请的, 标题为“印刷电路板测试装置”, 尚未授权的美国专利申请 08/227,854 所公开的。

该专利公开的制作缺陷分析仪, 其中天线阵列是置于在测印刷电路板上的元件之上。所构成的天线阵列, 用以在被测元件内产生磁场。

10 测试探头以下述方式连接到印刷电路板上, 即它形成一个包括在测元件引线的回路。其它的故障测试点也接地。如果将在测元件正确地连接到印刷电路板上时, 该回路是一个导电的回路。当用电磁场在该回路感应一个电压时, 如果在测元件正确地连接到印刷电路板, 就会感应一个电压。如果没有检测到电压, 则表明存在制作缺陷。这种把测试信号  
15 耦合到印刷电路板上的方法称之为“感应耦合”。

上述的美国专利申请 08/227,854 在此也作为参考文献引入本文。

20 已经认识到每种方法, 即电容耦合方法和感应耦合方法都有一些缺点。每种方法只可检测某些印刷电路板上的引线故障, 在印刷电路板上对于可以检测故障的总的引线的百分比称之为装置的故障检测覆盖率。理想上的故障检测覆盖率应该是 100%。然而, 电容和感应方法的故障检测覆盖率对于某些类型的印刷电路板都只有 80%。

25 限制这些方法的有效性的因素涉及被测试的特殊类型的元件。电容耦合方式对接地屏蔽的元件是无效的。感应耦合方式对于测试插座中无元件的插座是无效的。

30 已经证明的其它的缺点涉及具体的在测元件上的引线 with 印刷电路板的连接方法。电容地耦合到电流测量装置上的实际信号决定于电极和在测元件上的引线结构间的电容与元件网络的静电容之比。通常, 电极和引线结构间的电容非常小, 因此, 电容耦合的信号很小。

35 通常, 感应耦合的信号比电容耦合的信号大, 较大的信号能进行更精确的测量。然而, 已经发现当感应耦合信号不是很大的情况, 当多个元件连接到印刷电路板上的同一节点上时, 感应耦合信号会小于电容耦

合信号。

5 正前述美国专利申请 08/227,854 所描述的, 印刷电路板上的导电回路是由施加到印刷电路板上的偏流形成。这个偏流正向偏置在半导体元件中固有存在的基片二极管上。如果在测元件的基片二极管具有比连接到相同节点上的其它元件的基片二极管更高的导通电压, 更大的偏流将流入其它的元件而不是流入在测元件。如果流入在测元件的偏流太小, 其基片二极管将不形成完全正向偏置。在那种情况下, 在电路板上将感应出一个很小的信号。进而, 偏流流入在节点上的其它元件, 正向偏置

其基片二极管。这些正向偏置二极管代表着另一个形成电压分压器的通路，从而进一步减少用于测量的信号。

5 由此，对于在测元件的具体引线，电容耦合可以提供较大的信号，和更精确的结果。已经发现，可以提供一种既可以采用电容耦合方式也可以使用感应耦合方式测试元件的制作缺陷分析仪而获得显著的优点。还已经发现，显著的优点可以通过可以很容易构成即可用于电容耦合测试也可用于感应耦合测试的结构的制作缺陷分析仪获得，且这种结构重组可以通过引脚与引脚的偏置完成。

10 考虑到上述背景，本发明的目的在于提供一种具有高故障检测覆盖率的制作缺陷分析仪。

15 再一个目的在于提供一种可以实现电容耦合测试或感应耦合测试的制作缺陷分析仪；

又一个目的在于提供一种可以通过引脚与引脚的偏置，使其既可以用电容的方法也可以用感应的方法对于元件测试制作缺陷的制作缺陷分析仪。

20 还有一个目的是提供一种改善了精度的制作缺陷分析仪。

25 上述的和其它的目的是由具有带有在两个平行平面中按组配置的天线元件传感器的制作缺陷分析仪实现的。所述的组可以分别用具有相位差的信号驱动，以便产生用于感应耦合测试的磁场。还可以将一个信号施加到两组之间，以产生用于电容耦合测试的电场。

通过下面结合附图所作的详细说明将能更好的理解本发明，其中：

30 图 1 表示按照本发明的测试系统的示意图；

图 2 表示构成图 1 中的传感器元件的示意图；

图 3 表示当图 2 的传感器构成用于电容耦合结构时产生的电场。

35 图 1 示出了一个在测印刷电路板 100，多个元件 102 装在电路板 100 上。如常规的电路板测试系统那样，电路板 100 装在一个夹具上(未示出)。

5 传感器 104 装在待测的每个元件 102 的上面。传感器 104 可以以任  
方便的办法安装，例如安装在夹具的上压板(未示出)上。优选使用柔性  
支承方式。绝缘材料优选地插在传感器 104 和元件 102 之间，它用于防  
止传感器 104 与电路板 100 上的元件间短路。绝缘材料应尽可能的薄，  
以便使传感器 104 尽可能的接近元件 102。

10 传感器 104 将结合上面的图 2 详细地说明。每个传感器 104 具有可  
以通过元件 102 驱动而产生磁场或是电场的输出，本文所使用的术语“传  
感器”意指一种在绝缘体内，作为在电导体和电磁场之间转变用的元  
件。在优选的实施例中，“传感器”是用于激发电场或磁场。然而在另  
一个实施例中，同样的元件可以用于接收这些场。

15 电接触是通过钉 106 连接到印刷电路板 100 的下侧实施的，钉 106  
最好如在常规电路板测试器那样做成一种钉床，钉 106 与在印刷电路板  
100 上的导电故障测试点接触，所说的故障测试点与元件 102 的引线(未  
标号)相连接。

20 钉 106 连接到选择器 108 上，并通过选择器 108 连接到电压表 114A  
或电流表 114B 上，选择器 108 可以把这些表接到任何一个钉 106 上，  
由此，在印刷电路板 100 上的任一点的电压或电流信号都可以被测量。

选择器 108 还连接到偏流源 112 上，偏流电源 112 可以接到印刷电  
路板 100 的任一点上，以便为感应耦合测试建立导电回路。

25 由电压表 114A 和电流表 114B 进行的测量都送入控制器 124，控  
制器 114 优选的是一台微处理机，且数值是以数字形式传送。

30 控制器 124 按编程进行测试程序，它产生所要求的控制输入到选择  
器 108，以便把表 114 和偏流源 112 连接到在印刷电路板 100 上的各点  
上。进行连接，以测试每个元件 102 的每个引线是否正确地连接到印刷  
电路板 100 上，每根引线可以用电容耦合或感应耦合方式测试。

35 对于电容耦合测试，如在前述的授予 Cilingiroglu 的美国专利 US-  
5,124,660 所描述的那样，选择器 108 将电流表 114B 连接到印刷电路板  
100 的电路节点上。对于感应耦合测试，如前述 Sheen 等的名称为 Printed  
Circuil Board Tester 的美国专利申请 08/227,854 所描述的那样，选择器

108 将电压表 114A 和偏压源 112 连接到印刷电路板 100 的电路节点上。

5 用于测试的激发信号来自源 122A 和 122B。源 122 是 RF 源，它们设计成以相同频率工作，源 122 的相对相位也应该是可调的。对于感应耦合方式，源的相差最好为  $90^\circ$ 。对于电容耦合方式，源最好是同相的。

源 122A 和 122B 可以通过开关 123 连接在一起，开关 123 闭合时适于电容耦合，且有效地使输入功率加倍。

10

源 122 连接到选择器 118，选择器 118 连接到每个传感器 104，每个传感器 104 具有多个输入端，下文将作更详细地说明。选择器 118 是一个开关矩阵，它使源 122 能同时连接到一个传感器 104 的各输入端。

15

回到图 2，它示意地示出传感器 104 之一的一部份。正如前述专利申请 08/227,854 中所述，每个传感器 104 由在印刷电路板上的螺旋（调谐）环形天线元件组构成。图 2 示出了与螺旋环形天线的电连接。当实际制作时，螺旋回路位于印刷电路板多层表面上，且不具有在图 2 中所使用的方向性，仅表示电连接。

20

螺旋天线元件由两组构成，它们由相位相异  $90^\circ$  的信号驱动。在每一个组内，相邻的螺旋天线元件是以相反的方向盘绕的。

25

图 2 所示是多印刷电路板中的层 210 和 212，一组天线元件形成在层 210 中，另一组天线元件形成在层 212 中。如图 2 所示，各组是交错的，在层 212 中的一个天线元件位于层 210 中的各天线元件之间。

30

在每个组中的天线元件成对构成。对于在层 210 上形成的组，示出了对 215A 和 215B。对层 212 上的组，示出了对 217A 和 217B。每对均由反时针螺旋 214 和顺时针螺旋 216 组成。当在层 212 上的组以与用来驱动在层 210 上的组的信号的相位相异  $90^\circ$  的信号驱动，这种螺旋天线元件的结构将导致每个天线元件在与相邻天线元件相比在相位上超前了  $90^\circ$ 。

35

在每组中的成对的天线元件通过在印刷电路板上的电路交点并联连接，在所述的交点之上形成传感器 104，因此，对传感器 104 有四个

输入端点，端点 220A 连接到在层 210 上的天线元件的顺时针螺旋上，端点 220B 连接到在层 212 上的天线元件的顺时针螺旋上，端点 220C 连接到在层 210 上的天线元件的逆时针螺旋上，端点 220D 连接到在层 212 上的天线元件的逆时针螺旋上。

5

对于感应耦合方式，RF 源 122A 连接在端点 220A 和 220C 之间。RF 源 122B 与源 122A 的相位相异  $90^\circ$ ，并连接到端点 220B 和 220D 之间。磁场按前述专利申请 08/227,854 所描述的那样产生。

10

对于电容耦合方式，源 122A 和 122B 是同相的并连接在一起。源 122 的一侧连接到端点 220A 和 220C，其另一侧连接到端点 220B 和 220D 上。

15

图 3 图解地示出了上述连接所产生的电场 310。在层 210 上的各个天线元件连接在一起且起到类似于导电平板的作用。在层 212 上的各个天线元件也类似的连接在一起且起到类似的导电平板的作用。第一阶的两个相邻的导电板的电场如图 3 所示。

20

电场 310 延伸到传感器 104 之外并进入元件 102。在这种情况下，信号可以电容地耦合到元件，以便如前述的授与 Cilingiroglu 的美国专利 US-5,124,660 所描述的那样测试。

25

如图 1 所示，相同的硬件可用于用电容耦合或感应耦合方式来进行测量。硬件可以通过改变选择器 108，选择器 118 和开关 123 之间的连接方式简单地重组。所有这些元件都是在控制器 124 的控制下操作。

30

控制器 124 存贮着一个测试程序。该测试程序由人或由计算机运行的计算辅助设计软件开发。它包括对构成图 1 所示硬件的指令，以测试在印刷电路板 100 上的每个元件 102 的每个引线。在程序中的进一步的指令是使之进行测量并与阈值比较，阈值之下的测量值表明引线到印刷电路板的连接有故障。测试程序还包括以某种方便的方式向使用者报告有故障的指令，如报告或报警。

35

因为本发明使每个引线能以电容技术或感应技术测试，所以在测试程序内的指令对于电容方法测试，感应方法测试，或两者可以构成相应的硬件。测试方法优选地选择当引线是正确地连接时，对每个引线可给

予最大的信号的方法。这个信息可以当写入测试程序时通过分析印刷电路板的结构的方式得出。

5 另一方面，该信息也可以在“学习模式”下通过测量一块已知的好板获得。在学习模式中，控制器 124 被程序化，以便测量电容和感应耦合到每个引线上的信号。可以产生较大信号的电平的技术，可以包括在对那个引线的测试程序内并被识别。还有，测量值可以用于设定一个用来识别故障的阈值，该阈值应该比在已知的好板上的测量值稍低。

10 可以采用这两种现有测试方法，也可以同时使用，以获得更加精确的测量。例如，还可以不是设置一个阈值，而是对一种方法确立两个阈值。上阈值可以确立一个信号电平，如果测量的信号在其之上，则表明引线是正确连接。下阈值也可以确立一个信号电平，如果测量值低于它，则表明引线未正确地连接。

15 如果测量值在两个阈值之间，应该用第二种方法测量。如果对第二种方法的测量值在阈值之上，表明没有故障。如在阈值之下，则表明有故障。

20 阈值的数值是随印刷电路板上使用元件的型式和印刷电路板的特定结构变化而变化的。

25 上面已经说明了一个实施例，还可以做出许多不同的实施例或变型。例如，所示的传感器 104 的构成是适用于电容耦合的，它是通过将连接印刷电路板的两不同层上的天线元件间的信号，连接成与两个非常靠近的平行平板间的信号效果近似的方式实现的。也可以把所有螺旋环天线形成在印刷电路板的一层内，在这种情况下，所有元件的输入和输出可以连接在一起。按这种方式连接，螺旋环形天线元件近似于单个导电板，信号可以以单点连接方式驱动，天线元件因此起到了在授与  
30 Cilingiroglu 的美国专利 US-5,124,660 中的测试系统的电极的作用。

35 在另一个变型中，在其上可形成传感器 104 的印刷电路板可以包括在螺旋环形天线之上的接地层。如果传感器是用布线构成的，以使信号能连接到那个接地层，则接地层可起到平行平板的作用。它可以是用于构成在美国专利 US-5,124,660 中的电极的平行平板。另外，它可以是图 3 所示的两块平板之一。在这种情况下，第二平行平板可以通过在印刷

电路板上的一层或多层上组成传感器 104 的天线元件的互连形成。

另外，图 2 示出了一种螺旋环形天线元件，虽这样的天线元件是所希望的，因为它们可以幅射磁场，但其它类型的天线元件也可以使用。

5

图 1 示出了使用两个源来驱动相位差为  $90^\circ$  的天线元件组，但也可以使用与相移网络连接的单个源。

10

另外，图中示出的天线元件是分成两个组，且每个组内的天线元件分成相位差为  $180^\circ$  的线对，但也可以使用任何数目的组，且任何类型的线绕方式可以用在每个组的元件之间。尽管在每个组内的天线元件的相位应该交错排列，以使由所有天线元件产生的信号可以在远场范围内消失。

15

在一个优选的实施例中，本发明的测试器是钉板测试器台架上的一部分。本发明也可以很容易地制成单独的设备。

20

此外，如已经说明的，在优选的实施例中的引线即可用感应方法或也可用电容方法测试。还说明了可事先选择所使用的测试方法并可以按测试程序记录。因此，这样的结构减少了总的测试时间。而且，在测试时可以用两种方法测量信号电平，因此，可以选择能提供较大信号的方法。况且，也可以不基于对较大信号的选择，而是基于信噪比或某个其它参数的估计进行选择。

25

作为另一种变型，正如已说明的，传感器 104 只是用于对被测印刷电路板 100 驱动一个信号，但测试信号也可以引入在测电路板 100，并通过传感器 104 实施测量。

30

此外，如已说明过，对于电容耦合方式，每组天线元件的两个端点是连接在一起并用同一个信号驱动。如果只驱动每个元件的一端，而另一端不连接，本发明仍有上述功能。

因此，本发明应该仅受所附权利要求书的精神和范围限定。

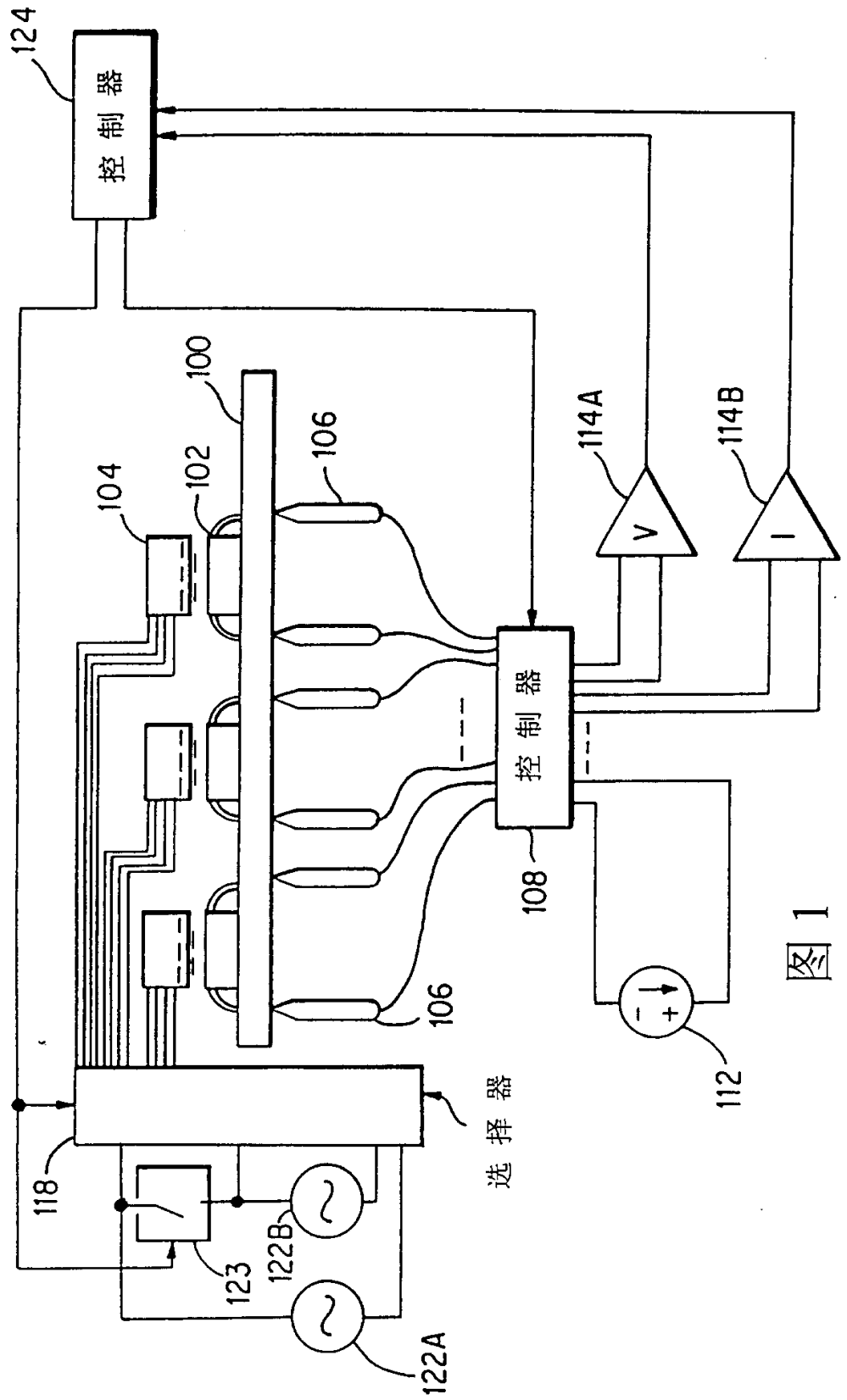


图 1

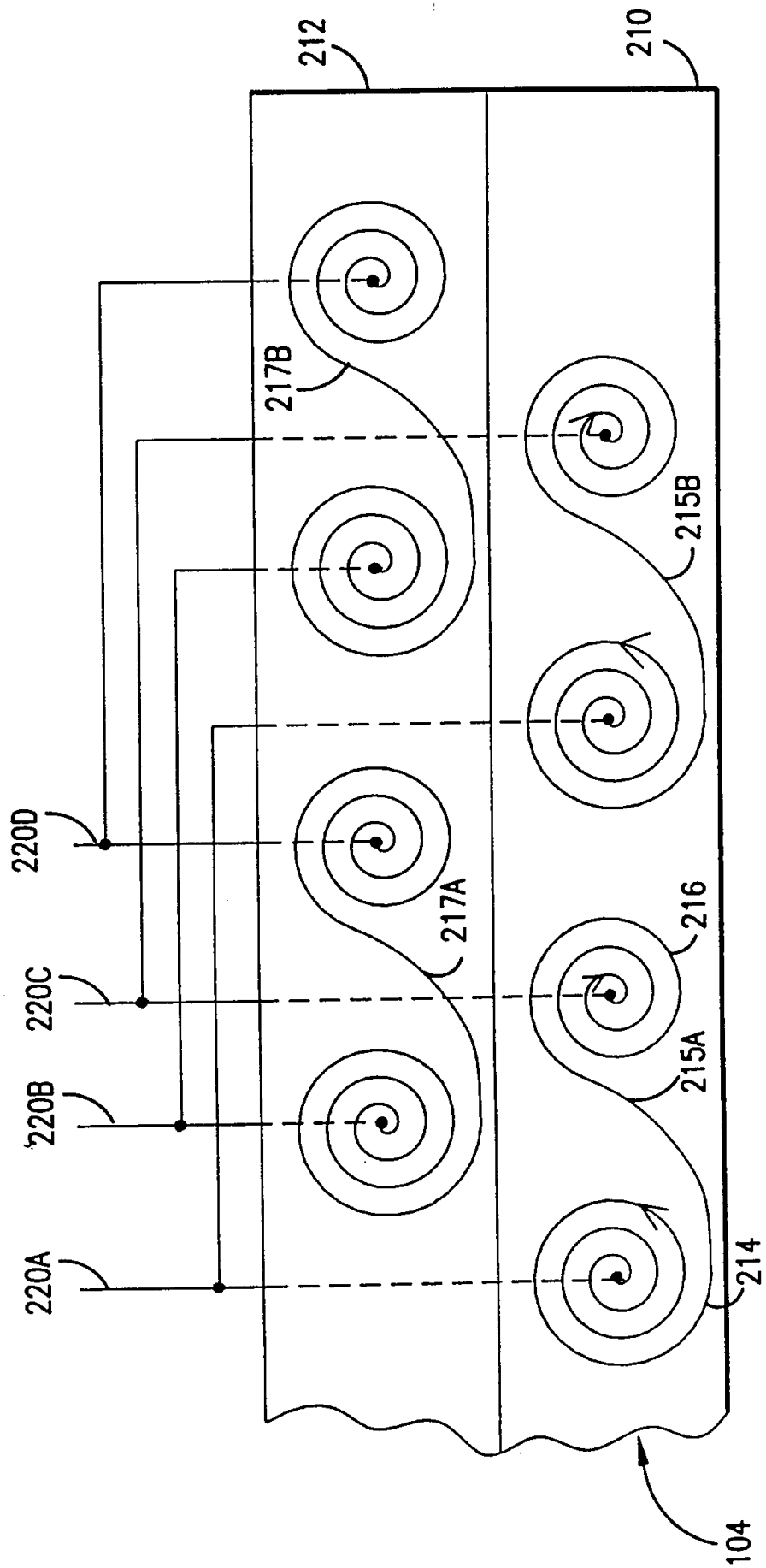


图 2

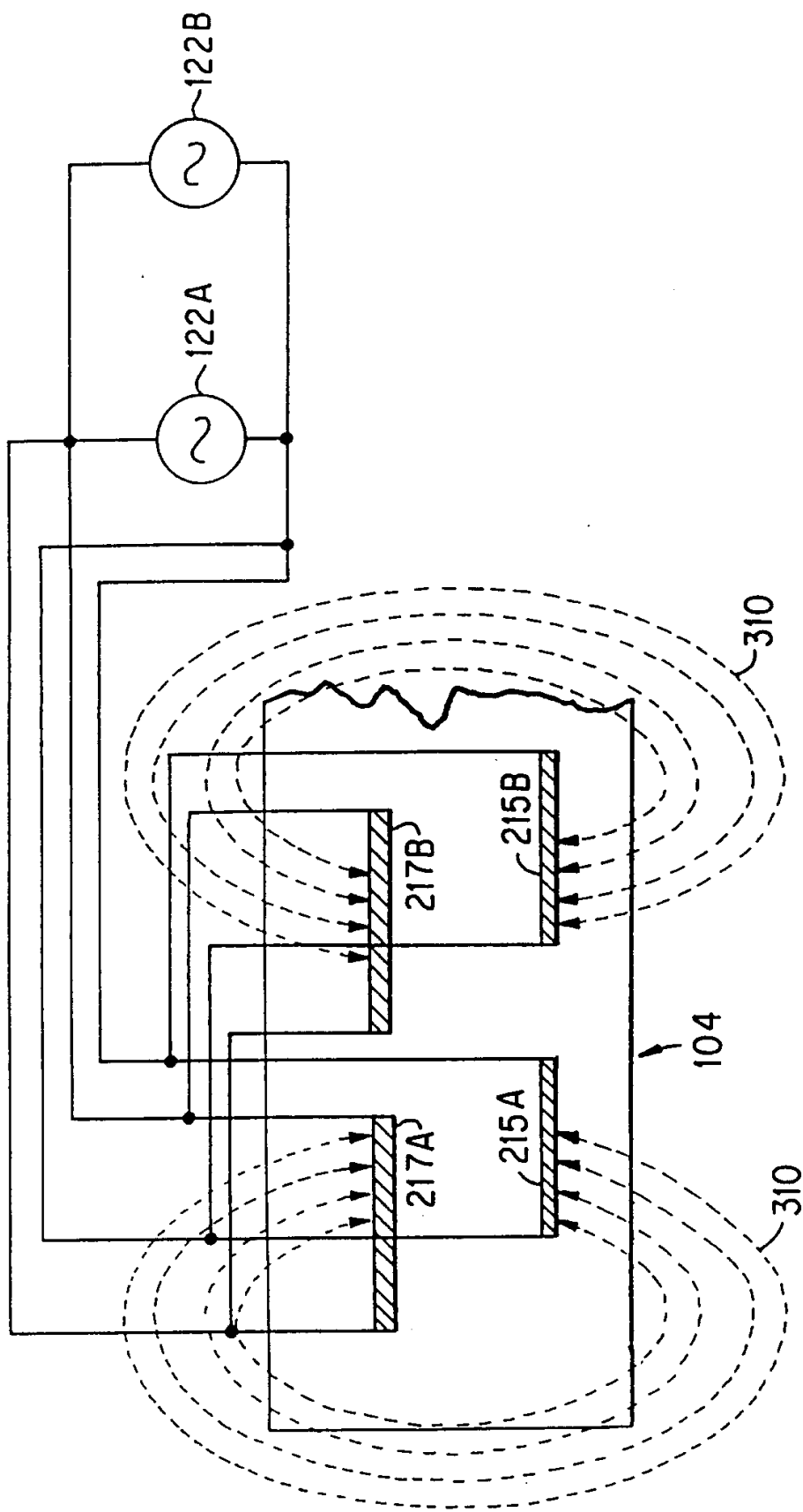


图 3