



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102326064 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 15

(21) 申请号 201080008438. 4

(22) 申请日 2010. 01. 07

(30) 优先权数据

12/389, 196 2009. 02. 19 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 08. 18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/020301 2010. 01. 07

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/096209 EN 2010. 08. 26

(73) 专利权人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 J·L·维安 M·A·卡拉莱罗

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 赵蓉民

(51) Int. Cl.

G01M 5/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2008/0064125 A1, 2008. 03. 13, 第

[0019]–[0059] 段, 图 1–4.

US 2008/0064125 A1, 2008. 03. 13, 第
[0019]–[0059] 段, 图 1–4.

US 2007/0125176 A1, 2007. 06. 07, 第
[0007]–[0033] 段, 图 1–4d.

王中林. 压电式纳米发电机的原理和潜在应用. 《物理》. 2006, 第 35 卷 (第 11 期), 897–903.

审查员 杨牧

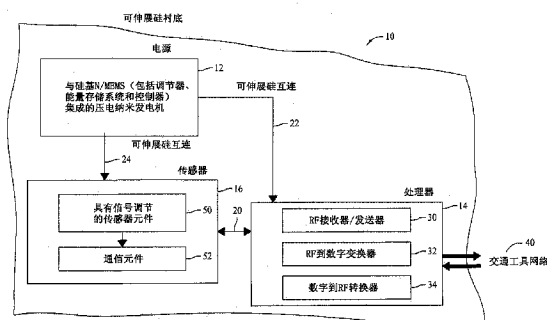
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

包括可伸展硅的传感器网络

(57) 摘要

本发明描述一种传感器网络, 其包括可伸展硅衬底和在可伸展硅衬底上制造的多个节点。节点包括能量收集和存储元件、通信器件、感测器件和处理器中的至少一个。节点经由在衬底中形成的互连导体互连。



1. 一种传感器网络,包含:

可伸展硅衬底;以及

在所述可伸展硅衬底上制造的多个节点,所述节点包括能量收集和存储元件,并且包括通信器件、感测器件和处理器中的至少一个,所述节点经由在所述衬底中形成的互连导体互连,

其中所述能量收集和存储元件被配置为向所述通信器件、所述感测器件和所述处理器供电,

其中所述能量收集和存储元件包括在所述可伸展硅衬底上生长的氧化锌纳米线。

2. 根据权利要求1所述的传感器网络,其中所述能量收集和存储元件包括压电器件,所述压电器件被配置为将机械应力转换为电能。

3. 根据权利要求1所述的传感器网络,其中所述可伸展硅衬底包括用于互连所述节点的多个导体。

4. 根据权利要求1所述的传感器网络,其中所述节点的一部分包括无线通信能力。

5. 根据权利要求4所述的传感器网络,其中所述无线通信能力包括 RF 收发器。

6. 根据权利要求1所述的传感器网络,其中所述节点中的至少一个包括与所述传感器网络外部的系统通信的处理能力。

7. 根据权利要求6所述的传感器网络,其中与所述外部的系统的通信是经由交通工具网络接口。

8. 根据权利要求1所述的传感器网络,其中所述感测器件包括结构健康监视和管理传感器、积冰传感器和被配置为感测动态气流分离的传感器中的至少一个,所述感测动态气流分离的传感器感测围绕该传感器的空气的动态气流分离。

9. 根据权利要求1所述的传感器网络,其中所述可伸展硅衬底包括在区域上伸展的单片硅管芯。

10. 根据权利要求1所述的传感器网络,其中所述感测器件包括温度传感器、压力传感器和振动传感器中的至少一个。

11. 一种制造网络的方法,包括:

在期望区域上伸展硅介质;

处理所伸展的硅介质从而在其上生成多个节点;以及

利用所述可伸展介质内的导体来冗余互连所生成的节点,从而形成所述网络,

其中处理所伸展的硅介质包括生成能量收集和存储元件,并且生成通信器件、感测器件和处理器中的至少一个,

其中利用所述可伸展介质内的导体包括从所述能量收集和存储元件发送电力到所述通信器件、所述感测器件和所述处理器,

其中所述能量收集和存储元件包括在所述可伸展硅衬底上生长的氧化锌纳米线。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中处理所伸展的硅介质包括生成具有无线通信能力的至少一个通信器件。

13. 根据权利要求11所述的方法,其中处理所伸展的硅介质包括生成能够与外部网络通信的至少一个处理器。

14. 根据权利要求11所述的方法,其中处理所伸展的硅介质包括生成结构健康监视和

管理传感器、积冰传感器和被配置为感测动态气流分离的传感器中的至少一个,所述感测动态气流分离的传感器感测围绕该传感器的空气的动态气流分离。

15. 一种用于监视飞行器的飞行器传感器网络,所述飞行器传感器网络独立于飞行器电力系统而被供电,所述飞行器传感器网络包括:

可伸展硅衬底;

在所述可伸展硅衬底上制造的多个传感器;

在所述可伸展硅衬底上制造的至少一个通信器件;以及

在所述可伸展硅衬底上制造的至少一个能量收集和存储元件,所述可伸展硅衬底包括在其中的多个导电路径,所述导电路径互连所述多个传感器、所述至少一个通信器件和所述至少一个能量收集和存储元件,所述飞行器传感器网络被配置为跨越分散所述传感器的结构而连接,来自所述传感器的数据经由所述至少一个通信器件传递到外部器件,

其中所述能量收集和存储元件被配置为向所述通信器件、所述感测器件和所述处理器供电,

其中所述能量收集和存储元件包括在所述可伸展硅衬底上生长的氧化锌纳米线。

16. 根据权利要求 15 所述的用于监视飞行器的飞行器传感器网络,进一步包括与所述至少一个能量收集和存储元件、所述至少一个通信器件和所述多个传感器互连的至少一个处理器,所述至少一个处理器可操作来与所述飞行器传感器网络外部的系统通信。

包括可伸展硅的传感器网络

技术领域

[0001] 本公开的领域通常涉及传感器网络,并更特别涉及与包括可伸展硅的传感器网络有关的方法和系统。

背景技术

[0002] 监视例如大面积结构健康的现有解决方案包括基于电线和光纤互连传感器网络。尽管光纤通信使某些通信系统中低功率器件成为可能,但它不能够在不使网络节点间互连复杂化的情况下处理传感器阵列。其它考虑包括可制造性、输入/输出信号的机械连接、可缩放性以及电线/光纤线束、电力总线 and 数据总线的成本和可靠性。

发明内容

[0003] 在一个实施例中,提供了一种传感器网络,其包括可伸展硅衬底和在可伸展硅衬底上制造的多个节点。节点包括能量收集和存储元件、通信器件、感测器件和处理器中的至少一个。节点经由互连导体互连。

[0004] 在另一实施例中,提供了一种制造网络的方法。该方法包括在期望区域上伸展硅介质,处理所伸展的硅介质从而在其上生成多个节点,并利用可伸展介质内的导电路径来冗余互连所生成的节点,从而形成网络。

[0005] 在又一实施例中,提供了一种监视结构的网络。该网络包括可伸展硅衬底、在可伸展硅衬底上制造的多个传感器、在可伸展硅衬底上制造的至少一个通信器件和在可伸展硅衬底上制造的至少一个能量收集和存储元件。可伸展硅衬底包括在其中的多个导电路径,导电路径互连多个传感器、至少一个通信器件和至少一个能量收集和存储元件。网络被配置为跨越结构而连接,从而分散传感器。来自传感器的数据经由至少一个通信器件传递到外部器件。

附图说明

[0006] 图 1 是图解在有利实施例中使用的可伸展硅制造的传感器网络的系统框图。

[0007] 图 2 是图解在另一有利实施例中传感器网络的图示,其包括互连能量收集和存储元件、无线和有线通信器件、微传感器和网络管理处理器的可伸展硅。

[0008] 图 3 是图解在另一有利实施例中使用的可伸展硅制造传感器网络的方法的流程图。

具体实施方式

[0009] 图 1 是基于可伸展硅的传感器网络 10 的框图。在图解实施例中,在可伸展硅衬底上制造三个节点。三个节点包括电源节点 12、处理器节点 14 和传感器节点 16。节点经在可伸展硅衬底中形成的互连导体 20、22 和 24 互连。

[0010] 在一个实施例中,电源节点 12 可以是能量收集和存储元件。例如,电源节点可以是与硅基纳/微机电系统(N/MEMS)集成的压电发电机。在该实施例中,该组合能够发电和

储电。电源节点 12 可以向处理器节点 14 和传感器节点 16 两者提供这种电力。在其它实施例中,多个节点 12 可以跨越可伸展硅衬底分布,从而向具有这种处理、感测和通信功能的节点供电。

[0011] 处理器节点 14 包括处理功能,并可以包括 RF 接收器和发送器 30,用于与能够用无线通信方法的传感器节点 16 的各部分通信。处理器节点 14 可以进一步包括处理能力,用于经例如数字交通工具网络接口 40 通信。图 1 的实施例可以包括 RF 到数字变换器 32 和数字到 RF 转换器 34,用于促进在交通工具网络 40 和传感器节点 16 之间经 RF 接收器 / 发送器 30 的通信。处理器节点 14 可以被配置为管理和监视传感器网络 10 的行为,包括发电和耗电、数据采集以及在传感器网络 10 内和与外部器件(例如交通工具网络 40)的通信。

[0012] 尽管可替换实施例通过有线操作能力而操作,但是传感器节点 16 可以具有无线操作能力。在两种配置中,传感器节点 16 包括传感器元件 50 和通信元件 52。传感器元件 50 可以包括集成形成的信号调节电路或信号调节电路可以与传感器元件物理分离。

[0013] 如在图 1 中示出的传感器节点 16 被配置为无线操作,相似于上面描述的处理器节点 14。然而,考虑如下实施例,在其中可伸展硅介质用作在传感器节点 16 和处理器节点 14 之间的通信互连,如可伸展硅互连 20 示出的。在图解实施例中利用可伸展硅互连 22 来从电源节点 12 向处理器节点 14 供电,同时在图解实施例中利用可伸展硅互连 24 来从电源节点 12 向传感器节点 16 供电。

[0014] 图 2 是使用可伸展硅 105 制造的传感器网络 100 的图解。在图解实施例中,网络 100 包括在可伸展硅 105 上已经制造的多个部件。这些部件包括例如能量收集和存储元件 110、通信器件 120、传感器 130 和网络管理处理器 140。通信器件 120 可以包括无线和有线器件。如在此描述的,多个部件集成在可伸展硅 105 的介质上,该可伸展硅提供在其中形成的多个导电路径 160(互连),该导电路径 160 提供例如从能量收集和存储元件 110 到通信器件 120、传感器 130 和网络管理处理器 140 的电力传导。

[0015] 导电路径 160 也提供上面列出部件之间的至少一些通信。如在此进一步描述并且在一个实施例中,可伸展硅 105 形成自治型无线传感器网络的一部分。由于用可伸展硅互连 160 内建于网络 160 的冗余而得到了高可靠性。同样,网络 100 可以利用各种网络部件之间替换通道来实现传感器 130 和现有交通工具通信网络之间的可靠通信。由于图解的网络 100 具有它自己的电源:能量收集和存储元件 110,因此这种网络的添加不会加重交通工具电力系统的负担。

[0016] 可伸展硅介质 105 是优秀使能器(enabler),因为在其上形成的每个节点都可以被转为提供期望功能的部件。例子包括处理器功能和微型传感器节点。在一个实施例中,节点具有大约 200 微米的尺寸。在一个实施例中,可伸展硅介质 105 是由制造厂处理过的单片硅管芯处理而来的,其尺寸在一厘米和二十厘米之间,并在更大面积上伸展。该处理得到多个鲁棒的导体,其在介质 105 上制造的各个节点之间经过。

[0017] 网络 100 解决与能量存储器件的重量和可支持性、网络节点间互连的复杂性、可制造性、输入 / 输出信号的机械连接和可缩放性有关的现有问题中至少一些。更具体地,包括网络 100 的系统使具有多应用的大面积网络化传感器覆盖成为可能。一个这种应用包括监视如下结构的结构健康,在其中多个上面提及的传感器向外部系统可以询问的处理元件提供数据。其它应用包括利用在介质 105 上制造的可应用传感器来监视空气动力学表面上

的气流,以及监视使用航空航天结构时可能遭遇的积冰和其它危险状况。

[0018] 现在转到网络 100 的单个部件,能量收集和存储元件 110 向网络 100 的其它元件供电。在一个实施例中,在元件 110 内利用纳米压电发电机效应来将机械应力转为电流或电压,以便向网络 100 的其它部件(包括可能在介质 105 上制造的任何传感器)供电。在一个具体实施例中,在网络 100 中利用氧化锌(ZnO)纳米线。在衬底上使用化学合成以任何曲率和材料性质生长这些 ZnO 纳米线。这些 ZnO 纳米线发电机在大约一平方毫米的面积中产生毫瓦量级的功率。

[0019] 随着纳米线衬底面积扩展,与这种能量收集和存储元件 110 关联的功率输出成比例增加。同样,这些器件容易与可伸展硅基纳/微电子器件集成,从而开发鲁棒的纳/微机电系统(N/MEMS)。在某些实施例中,元件 110 的能量收集节点并入电容基或其它能量存储部件,从而满足网络 100 的能量需求。

[0020] 关于通信器件 120,至少一个实施例包括允许数据传输到网络 100 和从网络 100 传输的无线收发器节点。这种实施例称为基于硅系统的单芯片收发器。一个实施例在收发器集成电路的制造中并入可伸展硅,所述收发器集成电路的制造包括在单管芯上开发无线收发器的 RF 部件和基带部件。无线收发器节点可以直接连接到外部器件。

[0021] 硅提供了高度集成和低成本(这对于大规模制造是期望的),并且也具有减小功耗的潜力。较低功耗允许使用更廉价的封装材料,例如塑料,这大大减小了芯片成本。对于使用硅的集成解决方案,双极晶体管和 CMOS 是最受欢迎的工艺技术。双极技术提供高速度并在模拟应用中最普通使用。CMOS 具有较低的限频,但提供高度集成,这对于数字应用有吸引力。

[0022] 传感器节点 130 形成用硅基器件构建的网络。在各种实施例中,传感器节点 130 可以包括用于结构健康监视的传感器、温度传感器、压力传感器、振动传感器、积冰传感器和动态气流分离传感器,以及其它传感器类型。在一个实施例中,传感器节点 130 包括信号调节电路,从而提供传感器节点 130 和通信器件 120 之间的接口和/或传感器节点和网络管理处理器 140 之间的接口。网络管理处理器 140 可以为有源传感器节点 130 监视网络并确定它们是否属于网络。在各种实施例中,通过上面描述的能量收集和存储元件 110 供应通信器件 120、传感器节点 130 和网络管理处理器 140 需要的电力。

[0023] 图 3 是进一步图解制造包括可伸展硅的传感器网络(例如在此描述的传感器网络)的方法的流程图 200。在流程图 200 中图解的方法包括在期望的区域上伸展 202 硅介质,处理 204 伸展的硅介质从而在其上生成许多节点,并利用 206 可伸展介质内的导体来冗余互连生成的节点从而形成网络。

[0024] 如在此进一步描述,处理 204 伸展的硅介质可以包括生成能量收集和存储元件、通信器件、感测器件和处理器中一个或多个,而利用 206 可伸展介质内的导体可以包括从能量收集和存储元件向各个通信器件、感测器件和处理器发送电力。

[0025] 在一个实施例中,处理 204 伸展的硅介质包括生成具有无线通信能力的至少一个通信器件。在另一实施例中,处理 204 伸展的硅介质包括生成能够与外部网络通信的至少一个处理器。如在此进一步描述,流程图 200 描述的方法对多种应用有用,并且因此,处理 204 伸展的硅介质可以包括但不限于生成结构健康监视和管理的传感器、生成积冰传感器以及生成被配置为感测围绕传感器的空气的动态气流分离的传感器。

[0026] 在此描述的各种实施例可以用于例如飞行器和其它交通工具的结构健康监视和管理。在这类应用中,可伸展硅衬底能够伸展出例如高达其原尺寸的 100 倍。在结构健康应用中,这种衬底可以跨越结构的相关部分附着。在配置中,传感器能够感测环境的改变,向网络处理器(例如网络管理处理器 140)提供数据,网络处理器进而利用通信器件 120 来将传感器数据传递到外部系统。除结构健康监视之外的应用的例子包括周围空气的动态流分离以及监视结构上的积冰。

[0027] 在此描述的自治型无线传感器网络适应航空航天应用的严格配置控制需求,并改进适合在恶劣环境中安装的传感器设计和构建方法。可以将用于苛刻和要求高的环境的多种温度传感器、压力传感器和流量传感器用在期望独特应用的飞行器和航空发动机中。同样,描述的网络具有合并先进数据系统架构的能力,该先进数据系统架构对于传递、存储和处理来自大数量不同传感器的大量健康管理数据是必需的。

[0028] 在一个实施例中,网络 100 可以被配置为作为集成交通工具健康管理 (IVHM) 系统的一部分而运行,所述 IVHM 系统提供结构系统、推进系统、热防护系统和其它关键系统的实时状况,以便最优化交通工具管理和任务控制。在这类系统中,机载实时感测系统是交通工具健康管理系统的部件。为了提供这种能力,网络 100 包括如下传感器,其具有经受苛刻航空航天操作环境的能力,同时还具有最小的尺寸、重量和电力要求。

[0029] 该书面描述使用例子公开各种实施例,包括最优模式,并且也使本领域技术人员能够实践这些实施例,包括制造和使用任何器件或系统,并执行任何结合的方法。专利性范围由权利要求限定,并且可以包括本领域技术人员想到的其它例子。这些其它例子,如果它们具有并非不同于权利要求的文字语言的结构元件,或如果它们包括具有与权利要求的文字语言非实质差别的等效结构元件,那么它们在权利要求的范围内。

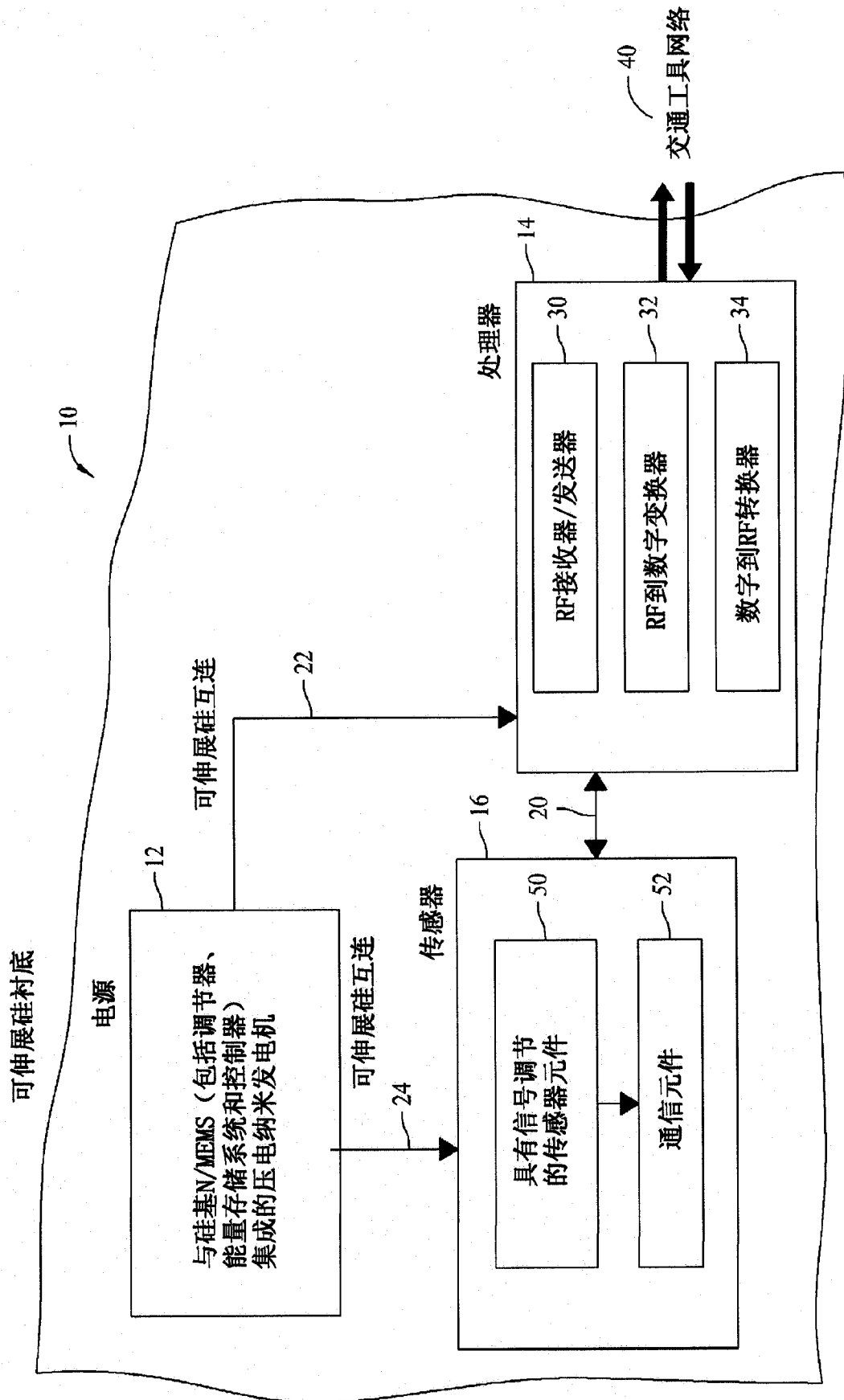


图 1

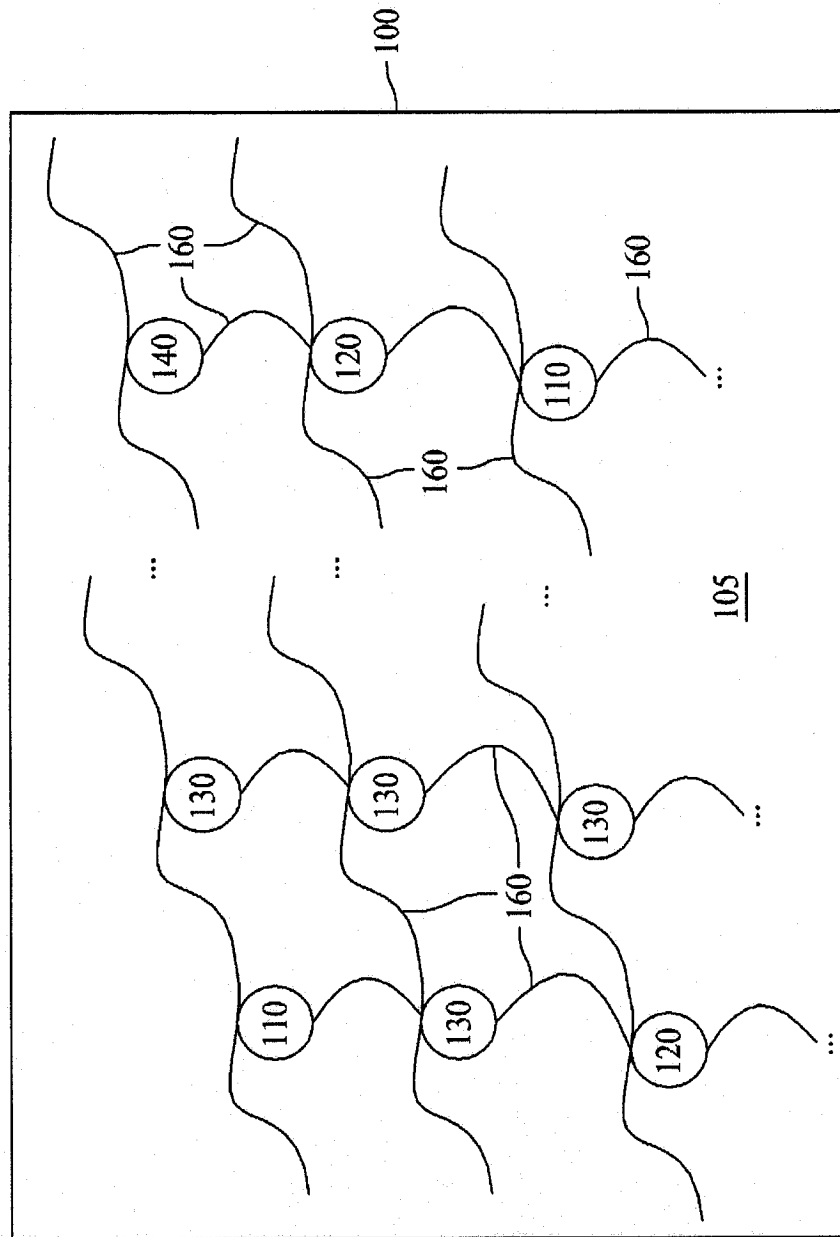


图 2

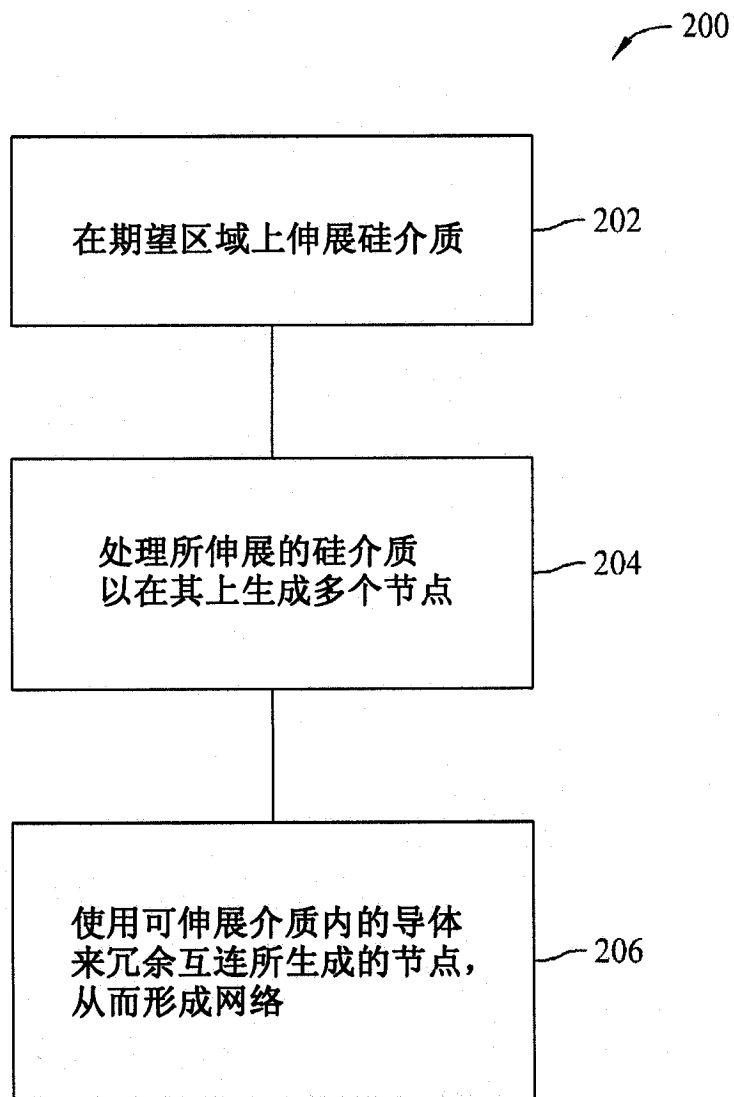


图 3