(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109954205 B
(45)授权公告日 2023.06.27

(21)申请号 201711463003.9

(22)申请日 2017.12.28

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109954205 A

(43)申请公布日 2019.07.02

(30)优先权数据
62/598,597 2017.12.14 US

(73)专利权人 财团法人工业技术研究院
地址 中国台湾新竹县
专利权人 高雄医学大学

(72)发明人 许家展 黄昭仁 李书欣

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
专利代理师 王珊珊

(51)Int.Cl.
*A61N 1/36*(2006.01)
*H02J 7/00*(2006.01)
*H02J 7/32*(2006.01)

(56)对比文件
US 2016101284 A1,2016.04.14
US 2010298720 A1,2010.11.25
WO 2011155089 A1,2011.12.15
EP 2460559 A2,2012.06.06
CN 102711906 A,2012.10.03
CN 102949783 A,2013.03.06

审查员 姜佩杰

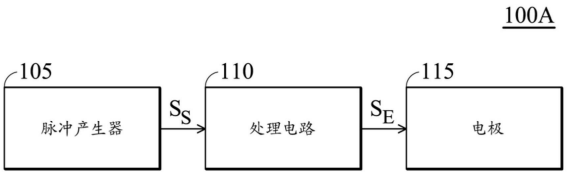
权利要求书2页 说明书7页 附图7页

(54)发明名称

# 电刺激控制电路及控制方法

(57)摘要

一种电刺激控制电路，包括脉冲产生器、处理电路以及电极。脉冲产生器用以产生开关信号。处理电路根据开关信号，产生能量信号。电极，用以接触活体的皮肤，并包括第一梳状电极以及第二梳状电极。第一梳状电极接收能量信号，并具有多个第一电极。第一电极彼此电性连接并沿着第一方向延伸。第二梳状电极接收接地电压，并具有多个第二电极。第二电极彼此电性连接并沿着第二方向延伸。第一方向相反于第二方向。第一与第二电极交错设置，并且彼此电性隔离。




CN 109954205 B

1.一种电刺激控制电路,包括:

脉冲产生器,用以产生开关信号;

处理电路,根据该开关信号,产生能量信号;以及

电极,用以接触活体的皮肤,并包括:

第一梳状电极,接收该能量信号,并具有多个第一电极,该多个第一电极彼此电性连接并沿着第一方向延伸;

第二梳状电极,接收接地电压,并具有多个第二电极,该多个第二电极彼此电性连接并沿着第二方向延伸,该第一方向相反于该第二方向,其中该多个第二电极与该多个第一电极交错设置,并且彼此电性隔离;以及

热电产生器,用以接触该活体,并根据该活体的体温产生充电信号,

其中该处理电路包括:

储能组件;以及

电源电路,根据该开关信号撷取该储能组件所储存的能量,用以产生该能量信号,其中该电源电路根据该充电信号对该储能组件充电,

其中热电产生器包括:

第一端;

第二端,被配置为接触活体;

n型半导体材料,设置在该第一端和该第二端之间;以及

p型半导体材料,设置在该第一端和该第二端之间,

其中响应于该第一端和该第二端之间的温度差异达到预定值,电流在该第一端和该第二端之间通过,并被提供给该充电信号。

2.如权利要求1所述的电刺激控制电路,其中在第一期间,该能量信号等于第一电压,在第二期间,该能量信号等于第二电压,该第一电压高于该第二电压,该第一期间的持续时间为15分钟,该第二期间的持续时间在2.5小时至24小时之间。

3.如权利要求2所述的电刺激控制电路,其中当该电极贴附活体的皮肤并且该能量信号等于该第一电压时,电流从该第一梳状电极开始,流经该活体的皮肤以及该第二梳状电极,该电流的电平位于50～600μA之间。

4.如权利要求1所述的电刺激控制电路,其中该储能组件为锂离子电容、超电容或是电池。

5.如权利要求1所述的电刺激控制电路,其中该电源电路根据该开关信号对该储能组件充电。

6.如权利要求1所述的电刺激控制电路,其中该电源电路具有单电感多输入多输出电路。

7.如权利要求1所述的电刺激控制电路,其中该电源电路包括:

第一转换器,根据该充电信号对该储能组件充电;以及

第二转换器,根据该开关信号,撷取该储能组件的能量,用以产生该能量信号。

8.如权利要求1所述的电刺激控制电路,其中该电源电路包括:

第一转换器,根据该充电信号对该储能组件充电;

第二转换器,撷取该储能组件的能量,用以产生该能量信号;以及

开关，耦接于该第二转换器与该电极之间，并根据该开关信号，决定是否将该能量信号提供给该电极。

# 电刺激控制电路及控制方法

## 技术领域

[0001] 本公开涉及一种控制电路，特别涉及一种施加电刺激以促进皮肤再生的控制电路。

## 背景技术

[0002] 当人体受到伤害时，通常会在皮肤表面留下伤口。为了治疗伤口，现有的治疗方式可能是在伤口绑上压缩绷带、或是在伤口上敷料或是贴上人工皮肤。然而，现有的治疗方式耗时且价格昂贵。

## 发明内容

[0003] 本公开提供一种电刺激控制电路，包括脉冲产生器、处理电路以及电极。脉冲产生器用以产生开关信号。处理电路根据开关信号，产生能量信号。电极用以接触活体的皮肤，并包括第一梳状电极以及第二梳状电极。第一梳状电极接收能量信号，并具有多个第一电极。第一电极彼此电性连接并沿着第一方向延伸。第二梳状电极接收接地电压，并具有多个第二电极。第二电极彼此电性连接并沿着第二方向延伸。第一方向相反于第二方向。第二电极与第一电极交错设置，并且彼此电性隔离。

[0004] 本公开还提供一种控制方法，用以刺激活体的皮肤细胞，该控制方法包括，产生开关信号；根据该开关信号，产生能量信号；以及通过电极传送该能量信号至该活体的皮肤。该电极包括第一梳状电极以及第二梳状电极。第一梳状电极接收能量信号，并具有多个第一电极。第一电极彼此电性连接并沿着第一方向延伸。第二梳状电极接收接地电压，并具有多个第二电极。第二电极彼此电性连接并沿着第二方向延伸。第一方向相反于第二方向。第二电极与第一电极交错设置，并且彼此电性隔离。

## 附图说明

[0005] 图1A为本公开的电刺激控制电路的示意图。

[0006] 图1B为本公开的电刺激控制电路的另一示意图。

[0007] 图2A为本公开的处理电路的可能实施例。

[0008] 图2B为本公开的电源电路的可能实施例。

[0009] 图2C为本公开的处理电路的另一可能实施例。

[0010] 图2D为本公开的处理电路的另一可能实施例。

[0011] 图3为本公开的电极的可能示意图。

[0012] 图4为本公开的热电产生器的可能实施例。

[0013] 图5A～5C为本公开的能量信号的示意图。

[0014] 图6A为使用电极及未使用电极的伤口复原示意图。

[0015] 图6B为伤口的面积比例图。

[0016] 图7为本公开的控制方法的可能示意图。

[0017] 符号说明

[0018] 100A、100B:电刺激控制电路;

[0019] 105:脉冲产生器;

[0020] 110:处理电路;

[0021] 115:电极;

[0022] $S_S$:开关信号;

[0023] $S_E$:能量信号;

[0024] 120:热电产生器;

[0025] $S_{CH}$:充电信号;

[0026] 205:储能组件;

[0027] 210:电源电路;

[0028] 211:电容;

[0029] 212～217:开关;

[0030] 218:电感;

[0031] 225、220:转换器;

[0032] 230:开关;

[0033] 305、310:梳状电极;

[0034] E11～E13、E21～E23:电极;

[0035] D1、D2:方向;

[0036] GND:接地电压;

[0037] 405:第一端;

[0038] 410:第二端;

[0039] 415、425:p型半导体材料;

[0040] 420、430:n型半导体材料;

[0041] 500、515、540:周期;

[0042] 505、510、520、525、530、535、545、550、555、560、565、570:期间;

[0043] V1～V4:电压;

[0044] 605、610:伤口;

[0045] S711～S712:步骤。

## 具体实施方式

[0046] 为让本公开的目的、特征和优点能更明显易懂,下文特举出实施例,并配合附图,做详细的说明。本公开说明书提供不同的实施例来说明本公开不同实施方式的技术特征。其中,实施例中的各组件的配置是为说明之用,并非用以限制本公开。另外,实施例中图式标号的部分重复,是为了简化说明,并非意指不同实施例之间的关联性。

[0047] 图1A为本公开的电刺激控制电路的示意图。如图所示,电刺激控制电路100A包括脉冲产生器105、处理电路110以及电极115。脉冲产生器105用以产生开关信号$S_S$。在可能实施例中,脉冲产生器105根据设定信号(未显示),调整开关信号$S_S$的频率及占空比(duty cycle)。

[0048] 本公开并不限定脉冲产生器105的内部电路架构。在可能实施例中，脉冲产生器105包括模拟电路(未显示)以及比较电路(未显示)。该模拟信号用以产生三角波或锯齿波。该比较电路将三角波或锯齿波与参考信号作比较，用以产生方波。在此例中，该方波即可作为开关信号$S_S$。

[0049] 处理电路110根据开关信号$S_S$，产生能量信号$S_E$。在可能实施例中，当开关信号$S_S$为第一电平时，处理电路110设定能量信号$S_E$等于第一电压，当开关信号$S_S$为第二电平时，能量信号$S_E$等于第二电压。在本实施例中，第一电压高于第二电压。在可能实施例中，第二电压等于接地电压，如0V。另外，第一电平相对于第二电平。当第一电平为高电平时，第二电平为低电平。当第一电平为低电平时，第二电平为高电平。

[0050] 电极115用以接触活体的皮肤。本公开并不限定电极115的种类。在可能实施例中，电极115为热电敷料电极。在本实施例中，当电极115接收到能量信号$S_E$时，电极115可施加低强度的电压至活体的皮肤，用以加速皮肤细胞的再生能力，减少皮肤的创伤范围。本公开并不限定电极115的数量。在其它实施例中，电刺激控制电路100A可能具有更多的电极。在此例中，处理电路110可能提供相同或不同的能量信号给不同的电极。

[0051] 图1B为本公开的电刺激控制电路的另一示意图。图1B相似于图1A，不同之处在于，电刺激控制电路100B还包括热电产生器(thermoelectric generator)120。在本实施例中，热电产生器120接触活体的皮肤，并根据活体的体温猎取能量，用以产生充电信号$S_{CH}$。在可能实施例中，电源电路110根据充电信号$S_{CH}$对内部的储能组件(未显示)充电。

[0052] 图2A为本公开的处理电路的可能实施例。如图所示，处理电路110包括储能组件205以及电源电路210。储能组件205用以储存能量。本公开并不限定储能组件205的种类。在可能实施例中，储能组件205为锂离子电容、超电容或是电池。

[0053] 电源电路210根据开关信号$S_S$撷取储能组件205所储存的能量，用以产生能量信号$S_E$。在可能实施例中，电源电路210还根据开关信号$S_S$对储能组件205充电。在另一可能实施例中，电源电路210根据充电信号$S_{CH}$对储能组件205充电。

[0054] 本公开并不限定电源电路210的电路架构。在可能实施例中，电源电路210具有单电感多输入多输出(single-inductor multiple-input-multiple-output)电路。在其它实施例中，电源电路210为直流-直流转换器。举例而言，电源电路210可能包括降压式转换器(buck converter)、升压式式转换器(boost converter)、反驰式转换器(flyback converter)或是低压降电压调节器(low drop voltage regulator)。

[0055] 图2B为电源电路210的可能实施例。如图所示，电源电路210包括电容211、开关212～217以及电感218。当开关212及216导通并且开关212接收到开关信号$S_S$时，电流流经开关212、电感218、开关216后再接地。此时，电感218储存能量。当开关215及217导通时，电感218的能量转移至电极115。当开关215及214导通时，电流从接地流经开关215、电感218、开关214后再进入储能组件205。因此，电感218的能量转移至储能组件205，用以对储能组件205充电。本公开并不限定开关212～217的种类。在可能实施例中，开关212～217可使用晶体管实现，例如：金氧半场效晶体管(MOSFET)。开关212的一端连接开关信号$S_S$，开关212的另一端同时连接开关213、电感218、与开关215。开关213的另一端同时连接储能元件205与开关214。开关215的另一端同时连接开关216与接地。开关217的一端传出能量信号$S_E$给电极115，开关217的另一端连接开关214、电感218、与开关216。

[0056] 在本实施例中，电感218用以储存及释放能量，因而达到能量转移的效果。举例而言，当流经电感218的电流增加时，电感218储存能量。当流经电感218的电流减少时，电感218释放能量。在可能实施例中，电感218将能量释放至电极115或储能组件205中。

[0057] 图2C为本公开的处理电路的另一可能实施例。在本实施例中，电源电路210包括转换器225及220。转换器225根据充电信号$S_{CH}$对储能组件205充电。转换器220根据开关信号$S_S$，撷取储能组件205的能量，用以产生能量信号$S_E$。本公开并不限定转换器225及220的电路架构。在可能实施例中，转换器225及220的至少一者为直流-直流转换器。举例而言，转换器225及220的至少一者包括降压式转换器(buck converter)、升压式式转换器(boost converter)、反驰式转换器(flyback converter)或是低压降电压调节器(low drop voltage regulator)。

[0058] 图2D为本公开的处理电路的另一可能实施例。在本实施例中，电源电路210包括转换器225、220以及开关230。转换器225根据充电信号$S_{CH}$对储能组件205充电。转换器220撷取并转换储能组件205的能量，用以产生能量信号$S_E$。开关230耦接于转换器220与电极115之间，并根据开关信号$S_S$，决定是否将转换器220所产生的能量信号$S_E$提供给电极115。本公开并不限定开关230的种类。在可能实施例中，开关230为P型晶体管或是N型晶体管。

[0059] 图3为本公开的电极的可能示意图。在本实施例中，电极115包括梳状电极305及310。梳状电极305接收能量信号$S_E$，并具有电极E11～E13。电极E11～E13彼此电性连接并沿着方向D1延伸。本公开并不限定电极的数量。在其它实施例中，梳状电极305仅具有两个电极或是更多的电极。

[0060] 另外，梳状电极310接收接地电压GND，并具有电极E21～E23。电极E21～E23彼此电性连接并沿着方向D2延伸。在本实施例中，方向D1相反于方向D2，并且电极E11～E13与E21～E23交错设置，并且彼此电性隔离。本公开并不限定电极的数量。在其它实施例中，梳状电极310仅具有两个电极或是更多的电极。

[0061] 当电极115贴附活体的皮肤时，若梳状电极305接收能量信号$S_E$并且梳状电极310接收接地电压GND，电流从梳状电极310开始，流过活体的皮肤并进入梳状电极305，其中该电流的大小与电极E11～E13与E21～E23的数量有关。在本实施例中，梳状电极305与310的电极数量均为3。当梳状电极305与310的电极数量愈多时，流经梳状电极305与310的电流愈大。另外，流经梳状电极305与310的电流也与能量信号$S_E$有关。当能量信号$S_E$的电压愈大时，流经梳状电极305与310的电流也就愈大。在可能实施例中，电极E11与电极E21之间的距离约为100μm。在可能实施例中，电极E11与电极E21之间的距离范围约为10μm～300μm。在可能实施例中，电极115贴附在人体受伤的伤口上。在此例中，通过施加电刺激(如电流或脉冲)至电极115，便可加速皮肤细胞的再生能力。

[0062] 图4为本公开的热电产生器的可能实施例。如图所示，热电产生器120包括第一端405、第二端410、p型半导体材料415、425以及n型半导体材料420、430。当第二端410接触到活体时，第二端410的温度逐渐上升。当第二端410与第一端405之间的温度差异达默认值时，p型半导体材料415、425里的空穴往冷端(即第一端405)移动。此时，n型半导体材料420、430里的电子往热端(即第二端410)移动。因此，电流在第一端405与第二端410之间流动，其中该电流作为充电信号$S_{CH}$。实际操作上，通过活体的体温和外界环境温度之间的温度差，达成热电产生器120的冷端与热端之间存在温度差，因而产生电流，该电流经电源电路210的

转换后，可作为储蓄能源，用以对储能元件充电，或供给电流给电极115。由于热电产生器120可利用活体的能量对储能元件(如电池)充电，故电刺激控制电路100B不再受到电池容量的限制，因而达成电刺激控制电路100B自体供电并且运作的功能。

[0063] 图5A为本公开的能量信号的示意图。为方便说明，图5A仅显示能量信号$S_E$在周期500里的电压变化，但并非用以限制本公开。在其它实施例中，在其它周期中，能量信号$S_E$的电压变化均相同于能量信号$S_E$在周期500里的电压变化。

[0064] 如图所示，在期间505，能量信号$S_E$等于电压V1。在期间510，能量信号$S_E$等于电压V2。电压V1高于电压V2。在可能实施例中，电压V2等于接地电压或0以上的正电压、或是处理电路110里的最小电压。本公开并不限定期间505及510的持续时间。在可能实施例中，期间505的持续时间约为15分钟，期间510的持续时间在2.5小时至24小时之间。

[0065] 在本实施例中，在周期500中，能量信号$S_E$仅具有单一正脉冲。在其它实施例中，在单一周期内，能量信号$S_E$具两个以上的正脉冲。如图5B所示，在周期515中，能量信号$S_E$具有两个正脉冲。在期间520中，能量信号$S_E$等于电压V1。在期间530中，能量信号$S_E$等于电压V3。电压V3可能等于、大于或小于电压V1。另外，期间520的持续时间可能相同或不同于期间530的持续时间。在可能实施例中，期间520及530的持续时间均为15分钟。

[0066] 在期间525及530中，能量信号$S_E$等于电压V2。在可能实施例中，期间525的持续时间约2.5小时，期间535的持续时间约24小时，但并非用以限制本公开。在其它实施例中，期间525及535的持续时间约在2.5～24小时之间。

[0067] 在图5C中，在周期540中，能量信号$S_E$具有三个正脉冲。在期间545中，能量信号$S_E$等于电压V1。在期间555中，能量信号$S_E$等于电压V3。在期间565中，能量信号$S_E$等于电压V4。在可能实施例中，电压V1、V3及V4均相同，但并非用以限制本公开。在其它实施例中，电压V1、V3及V4之一者不同于电压V1、V3及V4之另一者。另外，本公开并不限定期间545、555及565的持续时间。在可能实施例中，期间545、555及565的持续时间均等于15分钟。在其它实施例中，期间545、555及565之一者的持续时间可能不同于期间545、555及565之另一者的持续时间。

[0068] 在期间550、560及570中，能量信号$S_E$等于电压V2。在可能实施例中，期间550及560的持续时间均为2.5小时，而期间570的持续时间为24小时，但并非用以限制本公开。在其它实施例中，期间550、560及570的持续时间约在2.5小时～24小时之间。

[0069] 本公开并不限定电压V1、V3及V4的大小。在可能实施例中，当电极115贴附于皮肤上并且电压V1、V3及V4施加至电极115时，电流从梳状电极310开始，经过皮肤进入梳状电极305。在本实施例中，流过梳状电极305及310的电流约在50～600μA(微安培)之间。因此，只要能够在电极115中，引起50～600μA的电流的电压，均可作为电压V1、V3或V4。在可能实施例中，电极115的电流与梳状电极305及310的电极数量有关。举例而言，当梳状电极305及310的电极数量愈多时，流过梳状电极305及310的电流愈大。

[0070] 图6A为使用电极及未使用电极的伤口复原示意图。如图所示，一开始，伤口605与610的面积相似。在第18小时后，使用电极的伤口610的面积明显小于未使用电极的伤口604的面积。图6B为伤口605与610的面积比例图。如图所示，在第18小时，伤口605的面积约为63.5％，而伤口610的面积约为47.0％。在第24小时，伤口605的面积约为53.7％，而伤口610的面积约为29.7％。在第30小时，伤口605的面积约为26.6％，而伤口610的面积约为8.1％。

因此，在伤口施加电刺激，可促进皮肤细胞生长的速度。

[0071] 图7为本公开的控制方法的可能示意图。本公开的控制方法用以刺激活体的皮肤细胞，用以促进细胞生长，加快伤口复原的速度。首先，产生开关信号(步骤S711)。在可能实施例中，开关信号由脉冲产生器或频率产生器所产生。脉冲产生器或频率产生器根据设定信号，设定开关信号的占空比。

[0072] 根据开关信号，产生能量信号(步骤S712)。在可能实施例中，步骤S712根据开关信号，撷取储能组件所储存的能量，再转换该储能组件所储存的能量，用以产生能量信号。在其它实施例中，步骤S712根据开关信号对储能组件充电。在一些实施例中，步骤S712根据撷取活体的体温，用以产生充电信号，并根据该充电信号对储能组件充电。

[0073] 在可能实施例中，当开关信号等于第一电平时，能量信号等于第一电压，当开关信号等于第二电平时，能量信号等于第二电压。第一电平相对于第二电平。举例而言，当第一电平为高电平时，第二电平为低电平。当第一电平为低电平时，第二电平为高电平。在本实施例中，能量信号等于第一电压的持续时间约为15分钟，而能量信号等于第二电压的持续时间约为2.5～24小时。

[0074] 通过电极传送能量信号至活体的皮肤(步骤S713)。在可能实施例中，该电极为热电敷料电极。在另一可能实施例中，该电极包括第一梳状电极及第二梳状电极。第一梳状电极接收能量信号，并具有多个第一电极。第一电极彼此电性连接并沿着第一方向延伸。第二梳状电极接收接地电压，并具有多个第二电极。第二电极彼此电性连接并沿着第二方向延伸。在可能实施例中，第一方向相反于第二方向。在本实施例中，第一及第二电极交错设置，并且彼此电性隔离。在可能实施例中，当能量信号等于第一电压时，电流流过第一及第二梳状电极，其中该电流的电平位于50～600μA之间。在可能实施例中，该电流的大小与两梳状电极之间的距离、能量信号施加的时间、活体的体温有关。在可能实施例中，当活体的体温与环境温度之间的温差为7℃及电极间距100μm，电流约60μA，通电时间15分钟能加速伤口复原。

[0075] 当电极接触活体的伤口时，通过施加低强度的电刺激，可加速细胞的生长速度，加快伤口复原的速度。再者，利用热电材料的特性，从活体的表面体温猎取能量，对储能组件充电，以达到长时间治疗创伤皮肤的能力。

[0076] 本公开的方法，或特定型态或其部分，可以以程序代码的型态存在。程序代码可储存于实体媒体，如软盘、光盘片、硬盘、或是任何其他机器可读取(如计算机可读取)储存媒体，亦或不限于外在形式的计算机程序产品，其中，当程序代码被机器，如计算机加载且执行时，此机器变成用以参与本公开的装置。程序代码也可通过一些传送媒体，如电线或电缆、光纤、或是任何传输型态进行传送，其中，当程序代码被机器，如计算机接收、加载且执行时，此机器变成用以参与本公开的装置。当在通用处理单元实作时，程序代码结合处理单元提供操作类似于应用特定逻辑电路的独特装置。

[0077] 除非另作定义，在此所有词汇(包含技术与科学词汇)均属于本公开所属技术领域技术人员的一般理解。此外，除非明白表示，词汇于一般字典中的定义应解释为与其相关技术领域的文章中意义一致，而不应解释为理想状态或过分正式的语态。

[0078] 虽然本公开已以较佳实施例公开如上，然而其并非用以限定本公开，任何本领域技术人员，在不脱离本公开的精神和范围内，应当可作些许的更动与润饰。举例来说，本公

开实施例的系统、装置或是方法可以硬件、软件或硬件以及软件的组合的实体实施例加以实现。因此本公开的保护范围当视所附的权利要求所界定者为准。

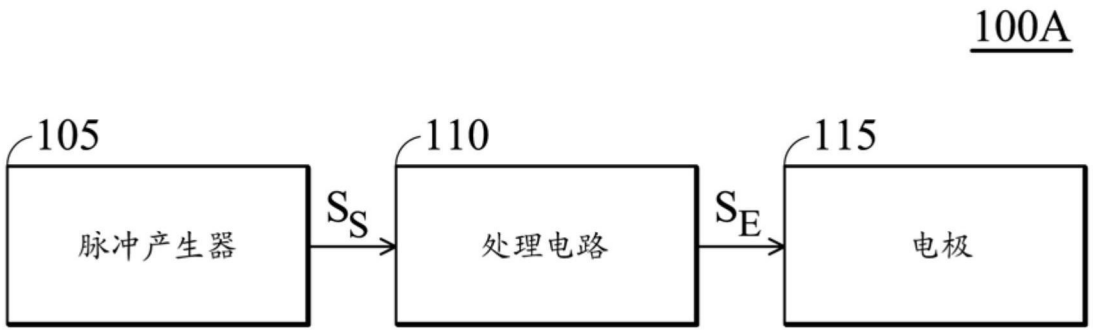

100A
105
脉冲产生器
$S_S$
110
处理电路
$S_E$
115
电极

图1A

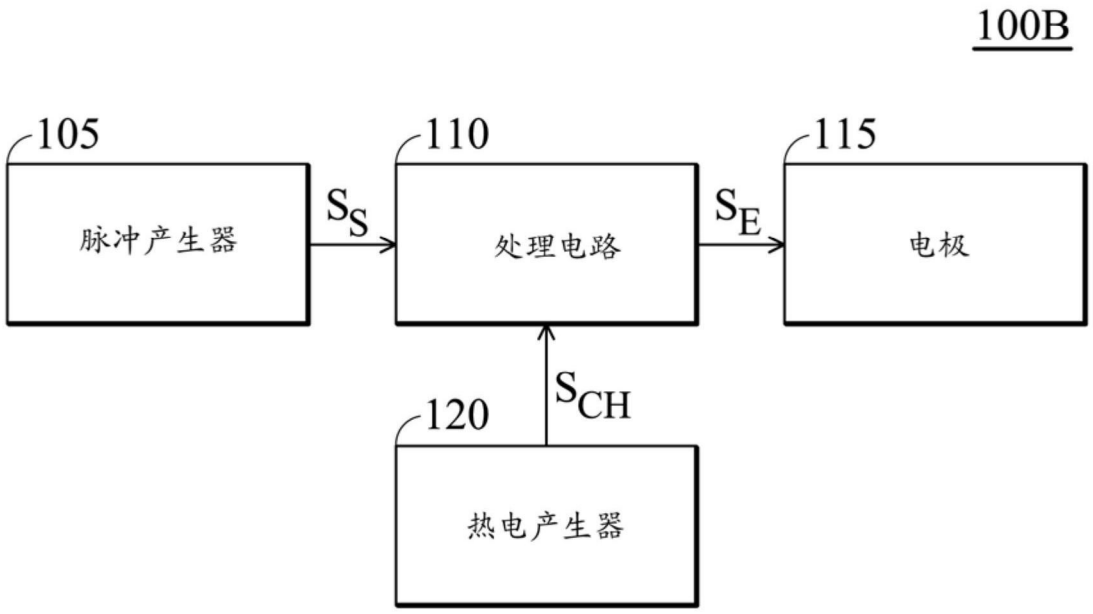

100B
105
脉冲产生器
$S_S$
110
处理电路
$S_E$
115
电极
$S_{CH}$
120
热电产生器

图1B

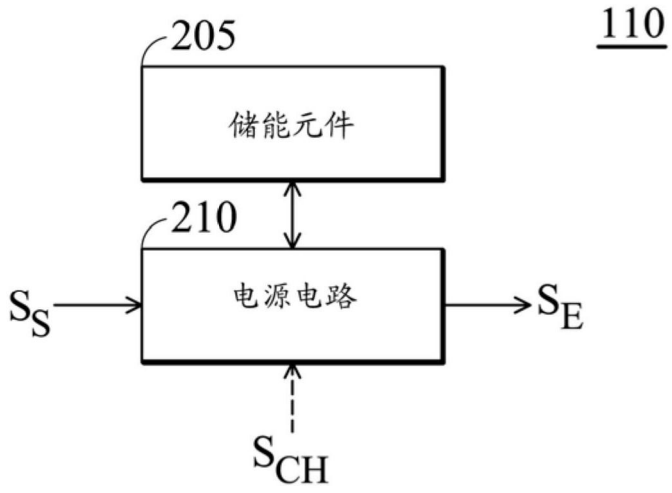

110
205
储能元件
210
电源电路
$S_S$
$S_E$
$S_{CH}$

图2A

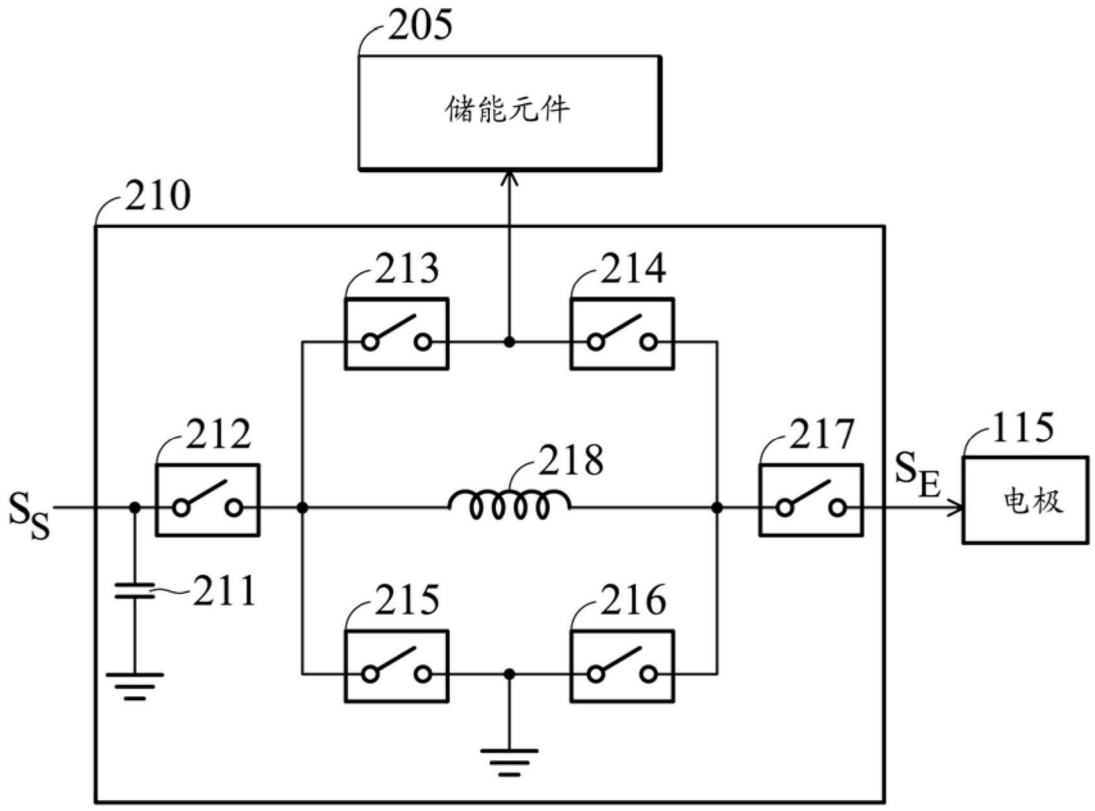

205
储能元件
210
213
214
212
218
217
115
$S_S$
$S_E$
电极
211
215
216

图2B

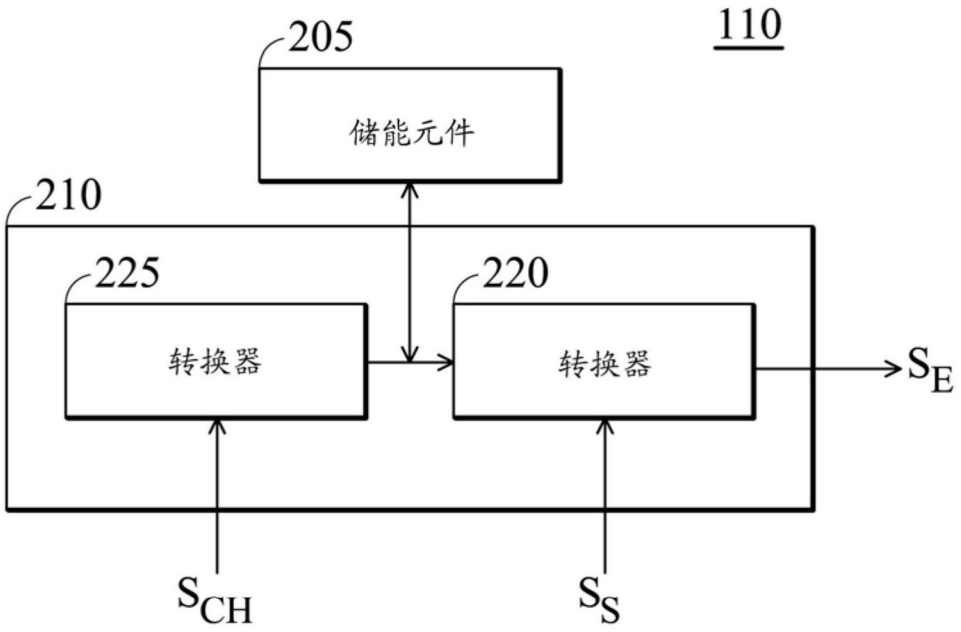

110
205
储能元件
210
225
转换器
220
转换器
$S_E$
$S_{CH}$
$S_S$

图2C

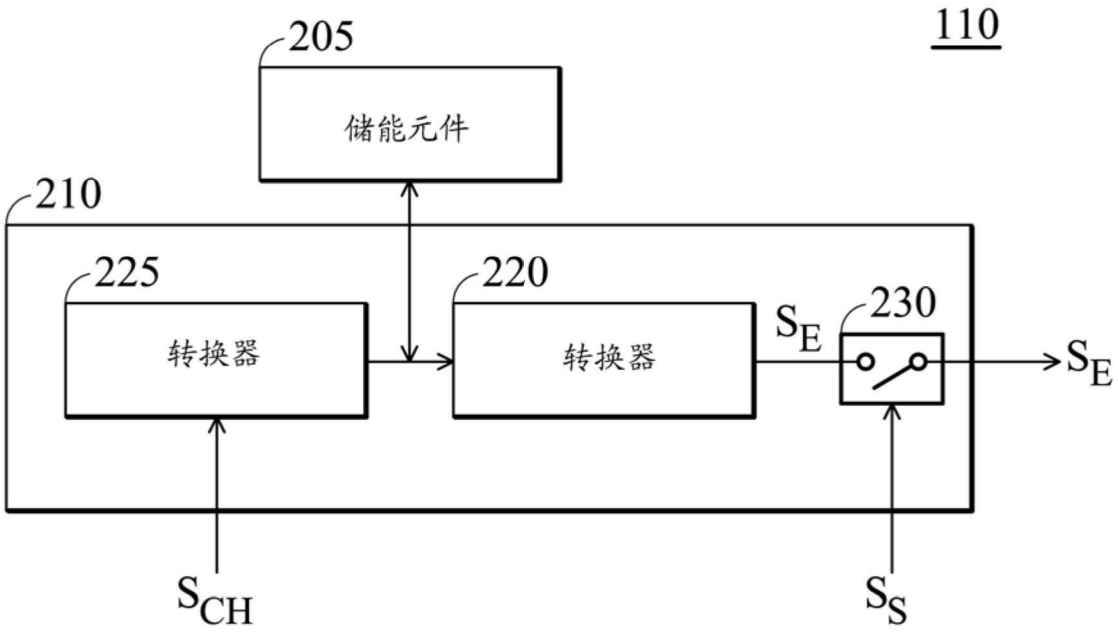

110
205
储能元件
210
225
转换器
220
转换器
$S_E$
230
$S_E$
$S_{CH}$
$S_S$

图2D

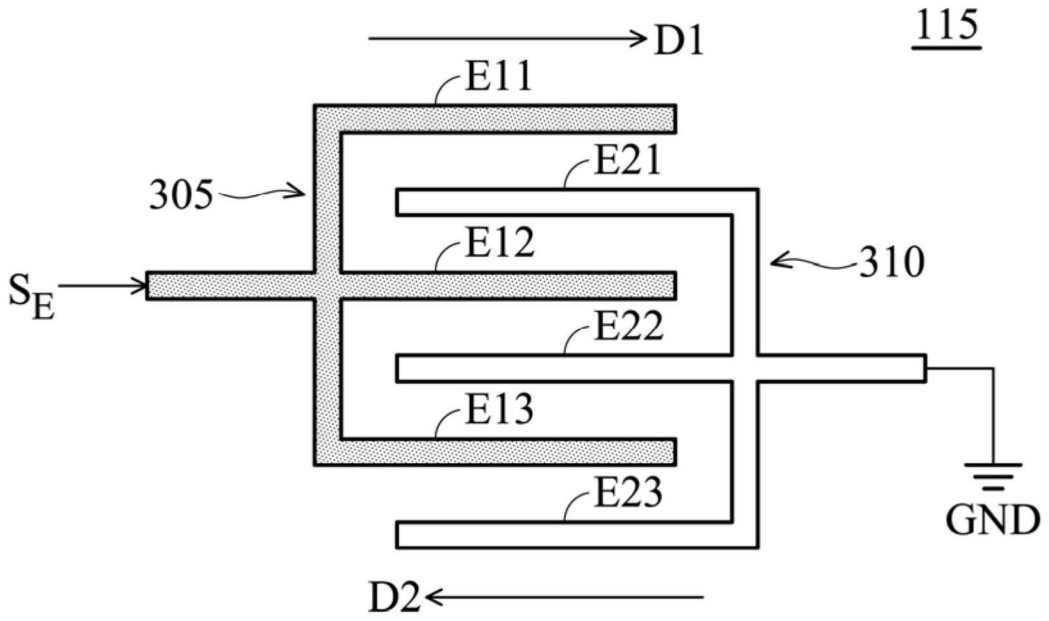

115
D1
E11
E21
305
E12
310
$S_E$
E22
E13
E23
GND
D2

图3

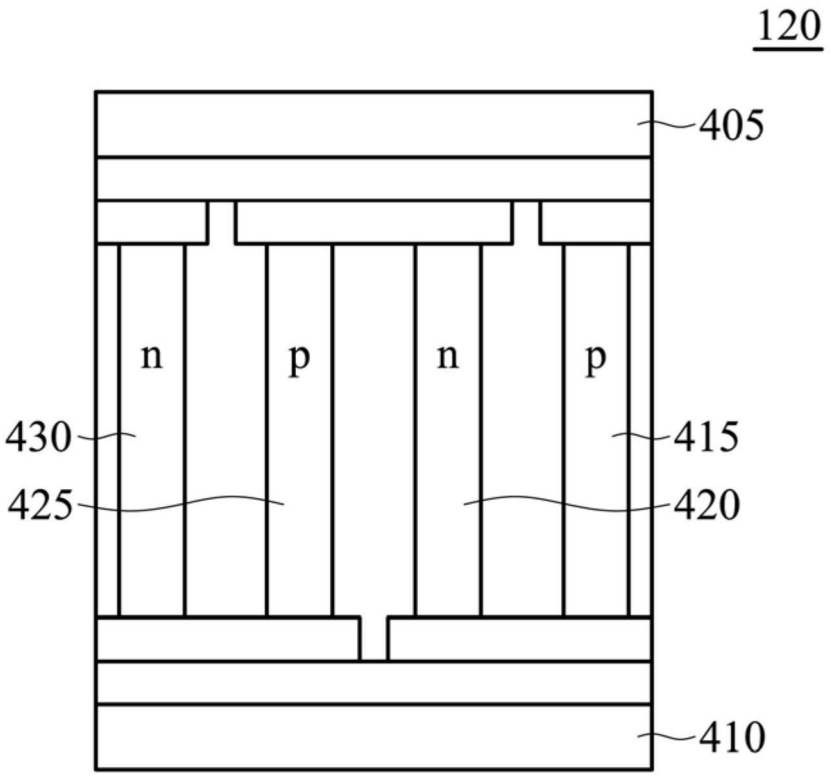

120
405
n
p
n
p
430
415
425
420
410

图4

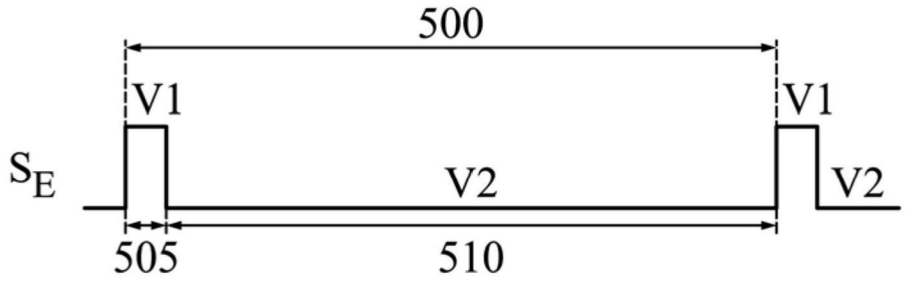

500
V1
V1
$S_E$
V2
V2
505
510

图5A

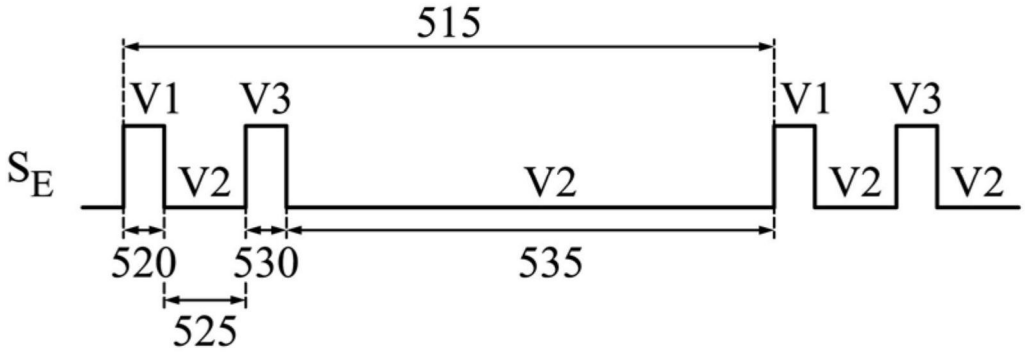

515
V1
V3
V1
V3
$S_E$
V2
V2
V2
V2
520
530
535
525

图5B

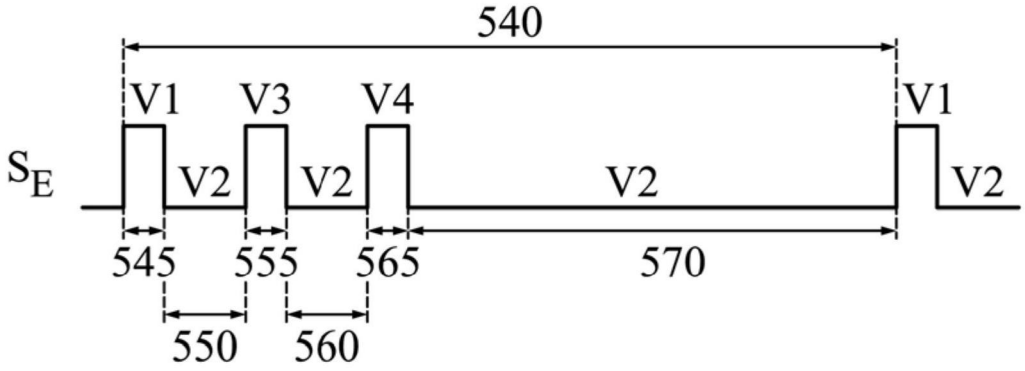

540
V1
V3
V4
V1
$S_E$
V2
V2
V2
V2
545
555
565
570
550
560

图5C

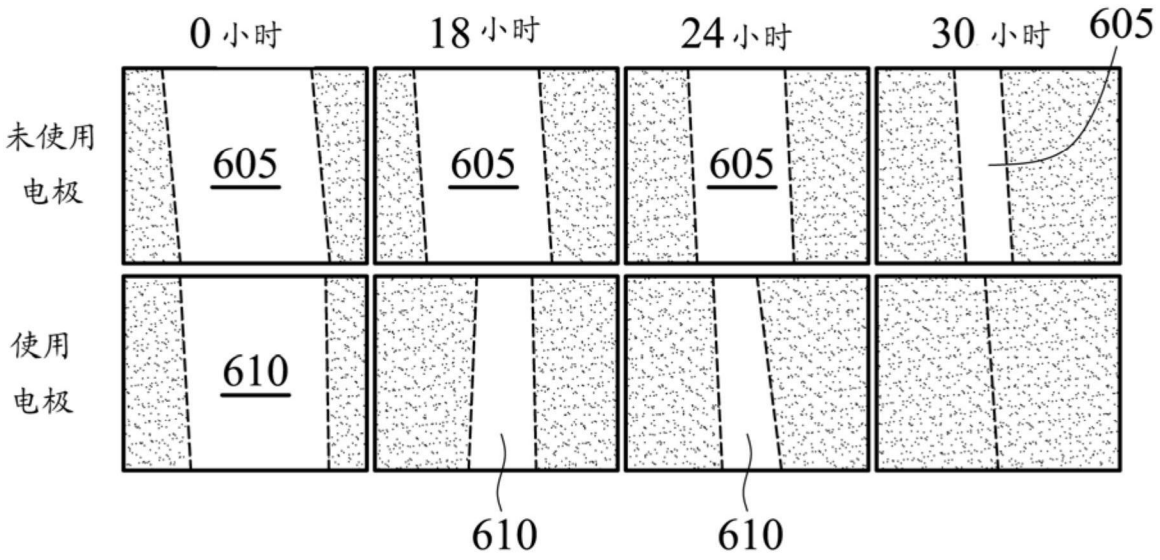

0 小时
18 小时
24 小时
30 小时
605
未使用
电极
605
605
605
使用
电极
610
610
610

图6A

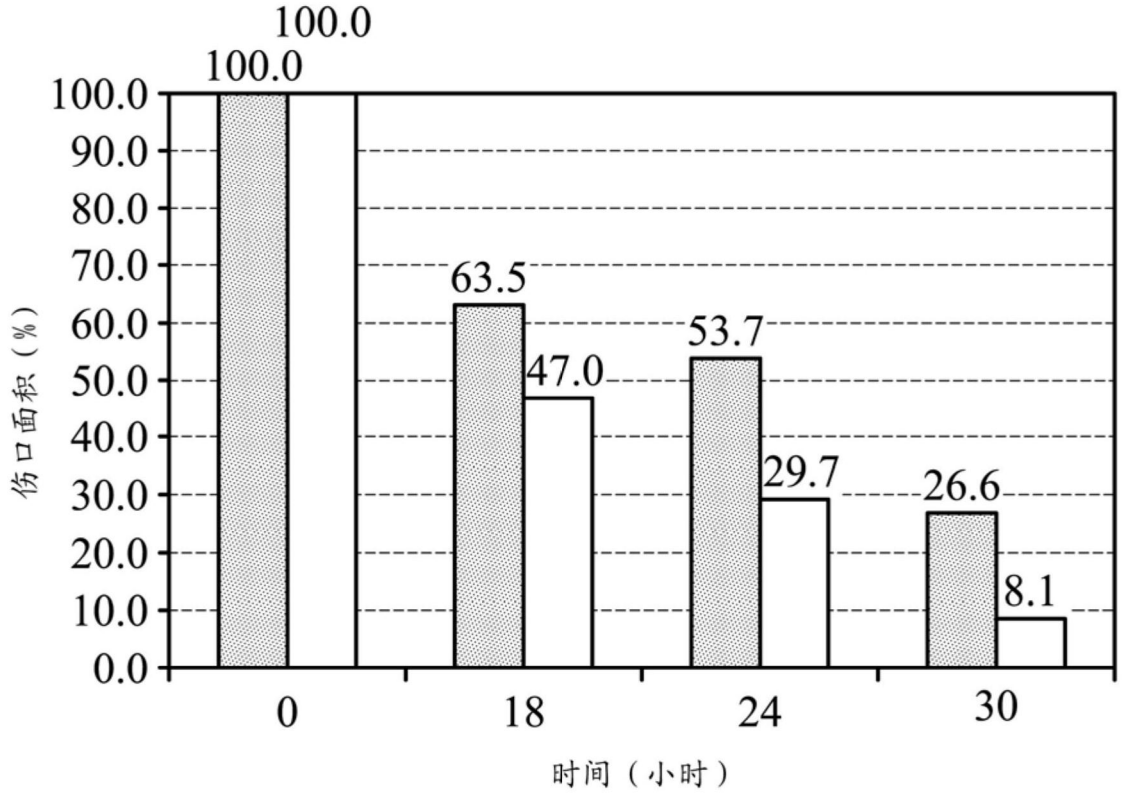

100.0
100.0
100.0
90.0
80.0
70.0
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
63.5
47.0
53.7
29.7
26.6
8.1
伤口面积（%）
0
18
24
30
时间（小时）

图6B

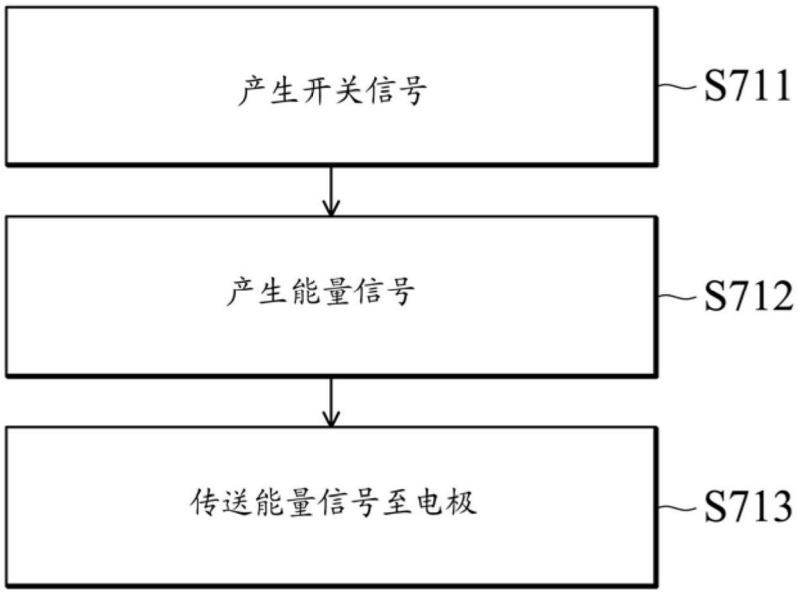



图7