



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107251155 A

(43)申请公布日 2017.10.13

(21)申请号 201580077127.6

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.03.05

G21C 17/108(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.08.29

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2015/056500 2015.03.05

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/139797 JA 2016.09.09

(71)申请人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 相场俊英 仲井敏光

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 俞丹

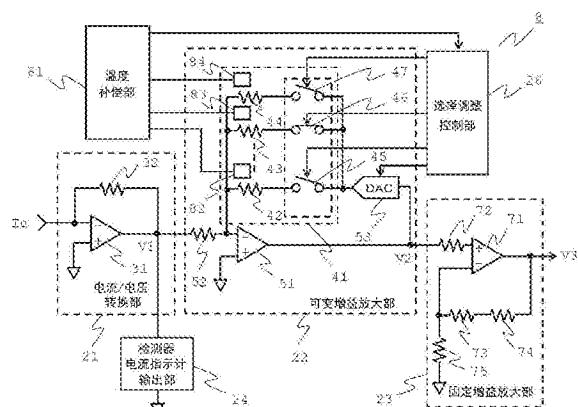
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

堆外核检测仪表装置

(57)摘要

检测器信号处理电路(8)构成为包括：电流/电压转换部(21)，将中子检测器(3)的电流值转换为电压值；可变增益放大部(22)，利用D/A转换器(53)以第1阶段的可变增益进行放大；电流水平对应用电阻电路(41)，根据电压值对测量范围进行选择；温度测定器(82、83、84)，对电流水平对应用电阻电路(41)的温度进行测定；温度补偿部(81)，基于所测定出的温度向D/A转换器(53)发出增益补偿的指令；以及选择调整控制部(26)，对测量范围的选择控制以及可变增益放大部(22)的可变增益进行调整。由此，在测量范围的切换前后也能将输出精度保持为固定，并能以较高精度对中子束进行测量。



1. 一种堆外核检测仪表装置,其特征在于,

其利用配置在反应堆容器的外部的中子检测器,对从反应堆容器泄漏的中子束进行检测并转换为电流值,并具有对所述中子束进行测量处理的检测器信号处理电路,

所述检测器信号处理电路构成为包括:

电流/电压转换部,该电流/电压转换部将所述电流值转换为电压值;

可变增益放大部,该可变增益放大部利用D/A转换器以可变增益对所述电压值进行放大;

测量范围选择部,该测量范围选择部设置于所述电流/电压转换部或所述可变增益放大部,并根据所述电流值对测量范围进行选择;

温度测定器,该温度测定器对所述测量范围选择部的温度进行测定;

温度补偿部,该温度补偿部基于所述温度,向所述D/A转换器输出增益补偿值;以及

选择调整控制部,该选择调整控制部利用所述测量范围的选择控制以及所述增益补偿值对所述D/A转换器的增益进行调整控制。

2. 如权利要求1所述的堆外核检测仪表装置,其特征在于,

所述测量范围选择部由电流水平对应用电阻电路构成,该电流水平对应用电阻电路通过使多个将电阻器与开关串联连接而得的串联体并联连接而得到。

3. 如权利要求1所述的堆外核检测仪表装置,其特征在于,

所述测量范围选择部由能根据所述测量范围对增益进行选择的第二D/A转换器构成。

4. 如权利要求3所述的堆外核检测仪表装置,其特征在于,

设置有恒温控制部,该恒温控制部进行恒温控制,以将所述可变增益放大部保持为恒定温度。

5. 如权利要求1至4的任一项所述的堆外核检测仪表装置,其特征在于,

具备固定增益放大部,该固定增益放大部与所述可变增益放大部串联连接,并以固定增益对所述可变增益放大部的输出进行放大。

堆外核检测仪表装置

技术领域

[0001] 本发明涉及利用由设置在反应堆容器外的中子检测器检测出的中子束,来对反应堆的输出水平进行测量、监视的堆外核检测仪表装置。

背景技术

[0002] 堆外核检测仪表装置用设置在反应堆一次屏蔽体内的中子检测器对中子束进行连续监视,从而在反应堆启动时以及输出运转时对运转状态进行监视,并在反应堆异常时发出警报信号以及反应堆的紧急停止信号来进行反应堆的保护。堆外核检测仪表装置主要由对中子束进行测量并输出与中子束的大小相对应的电流值的中子检测器、以及对所输出的电流值进行运算处理并发出警报信号等的堆外核检测仪表盘构成。

[0003] 通常,堆外的从反应堆的停止状态到输出运转为止的中子束在级别上遍及10~11位数的非常广的范围,因此在堆外核检测仪表装置中,根据堆的输出水平,将中子束的测量区域分成中子源区域、中间区域以及输出区域这3个区域,并使各区域彼此重叠来对整个区域进行连续监视。因此,中子检测器以及堆外检测仪表盘的结构、功能在每个区域中不同,在输出区域的运算处理中使用检测器信号处理电路。

[0004] 即使在中子检测器的输出电流非常小的情况下,为了能输出与堆的输出水平相对应的电压水平,并得到高精度的测量值,例如,在专利文献1的堆外核检测仪表装置中,为了使用检测器信号处理电路对由中子检测器测量到的电流值进行运算处理并输出运转时的中子束的状态,检测器信号处理电路包括:电流/电压转换部,该电流/电压转换部将由中子检测器转换后的电流值转换为与该电流值相对应的电压值;以及可变增益放大部,该可变增益放大部具有运算放大器,并对由电流/电压转换部转换后的电压值进行放大,该运算放大器具有能对增益进行选择的电流水平对应用电阻电路、以及对增益进行调整的D/A转换器。由此,能高精度地扩大能进行测量的中子检测器电流的幅度。

现有技术文献

专利文献

[0005] 专利文献1:日本专利特开2012-163362号公报

发明内容

发明所要解决的技术问题

[0006] 然而,专利文献1的现有的堆外核检测仪表装置中,为了输出与堆的输出水平相对应的电压水平,构成为能利用电流水平对应用电阻电路,通过切换测量范围从而对由中子检测器转换后的电流值的增益进行选择,并根据所选择的测量范围,使用不同的电阻器。然而,各电阻器的温度特性存在仪器误差,因此即使在同一温度环境下使用,也存在以下问题,即:若对测量范围进行切换,则受到电阻器的温度特性的仪器误差的影响,来自检测器信号处理电路的输出电压的精度产生偏差。

[0007] 本发明是为了解决上述问题而完成的,其目的在于提供一种在测量范围的切换前

后也能将输出精度保持为固定，并能以较高精度对中子束进行测量的堆外核检测仪表装置。

解决技术问题所采用的技术方案

[0008] 为了解决上述问题，本发明所涉及的堆外核检测仪表装置的特征在于，利用配置在反应堆容器的外部的中子检测器，对从反应堆容器泄漏的中子束进行检测并转换为电流值，并具有对所述中子束进行测量处理的检测器信号处理电路，所述检测器信号处理电路构成为包括：电流/电压转换部，该电流/电压转换部将所述电流值转换为电压值；可变增益放大部，该可变增益放大部利用D/A转换器以可变增益对所述电压值进行放大；测量范围选择部，该测量范围选择部设置于所述电流/电压转换部或所述可变增益放大部，并根据所述电流值对测量范围进行选择；温度测定装置，该温度测定装置对所述测量范围选择部的温度进行测定；温度补偿部，该温度补偿部基于所述温度，向所述D/A转换器输出增益补偿值；以及选择调整控制部，该选择调整控制部利用所述测量范围的选择控制以及所述增益补偿值对所述D/A转换器的增益进行调整控制。

发明效果

[0009] 根据本发明的堆外核检测仪表装置，可获得以下效果，即：即使存在伴随测量范围切换的温度依赖性，也能通过进行增益补偿，从而在测量范围的切换前后也能将可变增益放大部的输出值的精度保持为固定，并能把握正确的中子束的状态，与此同时能得到较高精度的测量值。

附图说明

图1是包含实施方式1所涉及的堆外核检测仪表装置的堆外核检测仪表系统的简要结构图。

图2是实施方式1中的检测器信号处理电路的结构图。

图3是示出实施方式1中的其他实施形态的检测器信号处理电路的结构图。

图4是实施方式2中的检测器信号处理电路的结构图。

图5是实施方式3中的检测器信号处理电路的结构图。

具体实施方式

[0011] 以下，参照图1至图5，对本发明的实施方式所涉及的堆外核检测仪表装置的详细情况进行说明。

[0012] 实施方式1.

图1是包含实施方式1所涉及的堆外核检测仪表装置的堆外核检测仪表系统的简要结构图，图2是堆外核检测仪表装置的检测器信号处理电路的结构图。

[0013] 首先，使用图1的堆外核检测仪表系统的简要结构图，对实施方式1所涉及的堆外核检测仪表装置1的结构进行说明。堆外核检测仪表装置1构成为包括：中子检测器3，该中子检测器3配置于设置在反应堆存储容器15内的反应堆容器16的外部的周边，对从反应堆容器16泄漏的中子进行检测并转换为电流值；检测器信号处理电路8，该检测器信号处理电路8对由中子检测器3检测出的电流值进行处理；信号处理电路11，该信号处理电路11对检测器信号处理电路8的输出电压进行信号转换处理；以及操作面板12，该操作面板12在与信

号处理电路11之间进行信号的交换。此处,中子检测器3构成为包括:上部检测器3a,该上部检测器3a对从反应堆容器16的上部泄漏的中子进行检测并转换为电流值;以及下部检测器3b,该下部检测器3b对从反应堆容器16的下部泄漏的中子进行检测并转换为电流值,由上部检测器3a转换后的电流值经由上部检测器电缆6a输入至检测器信号处理电路8,由下部检测器3b转换后的电流值经由下部检测器电缆6b输入至检测器信号处理电路8。另外,检测器信号处理电路8、信号处理电路11以及操作面板收纳在设置于反应堆存储容器15的外部的堆外核检测仪表盘14内。

[0014] 该检测器信号处理电路8分别设置有与上部检测器3a相对应的处理电路、以及与下部检测器3b相对应的处理电路,利用该检测器信号处理电路8,将上述电流值转换为上部检测器的输出电压9a、以及下部检测器的输出电压9b,并进行输出。向位于堆外核检测仪表盘14内的信号处理电路11输入上述输出电压9a、9b。信号处理电路11中,进行A/D(模拟/数字)转换、工程值转换等处理,并将所得到的各种信号输出至操作面板12或位于堆外核检测仪表装置1的外部的反应堆保护系统2内的输入输出电路13。

[0015] 参照图2,对实施方式1所涉及的堆外核检测仪表装置的检测器信号处理电路8的电路结构进行详细说明。

如上所述,检测器信号处理电路8具有上部检测器3a的处理电路、与下部检测器3b的处理电路,然而由于这些处理电路具有相同的电路结构,因此,图2中示出一个检测器信号处理电路8的结构。检测器信号处理电路8例如构成为包括:电流/电压(I/E)转换部21,该电流/电压(I/E)转换部21将对由上部检测器3a检测出的中子束的值进行转换而得的电流值Iu转换为电压值V1;检测器电流指示计输出部24,该检测器电流指示计输出部24对由电流/电压转换部21转换得到的电压值V1进行显示;可变增益放大部22,该可变增益放大部22利用D/A(数字/模拟)转换器53以第1阶段的可变增益对该电压值V1进行放大从而得到电压值V2;电流水平对应用电阻电路41,该电流水平对应用电阻电路41设置于可变增益放大部22,并作为根据电压值V1对测量范围进行选择的测量范围选择部41;温度测定器82、83、84,该温度测定器82、83、84对电流水平对应用电阻电路41的温度进行测定;温度补偿部81,该温度补偿部81基于测定出的温度向D/A转换器53发出增益补偿的指令;选择调整控制部26,该选择调整控制部26对测量范围的选择控制以及可变增益放大部22的可变增益进行调整;以及固定增益放大部23,该固定增益放大部23以第2阶段的固定增益对电压值V2进行放大从而得到电压值V3。另外,此处,对在可变增益放大部22的后级配置固定增益放大部23的情况进行了说明,然而也能在固定增益放大部23的后级配置可变增益放大部22。

[0016] 关于检测器信号处理电路8的功能,首先,由中子检测器3测量到的电流Iu输入至电流/电压转换部21中使用了运算放大器的反相放大器31,并输出与电流Iu相对应的电压值V1。32是电阻器。图2中,电流/电压转换部21以及后述的固定增益放大部23的增益是固定的。接着,利用电压值V1在检测器电流指示计输出部24中显示检测器电流,并向可变增益放大部22的运算放大器即反相放大器51输入电压值V1。

[0017] 可变增益放大部22中,为了预先将电压值V3校正为与堆输出相对应的电压值,利用选择调整控制部26对D/A转换器53的增益进行调整,由此来决定检测器信号处理电路8的电压值V3。即,基于输出并显示利用电流/电压转换部21的固定增益放大对检测器电流Iu进行转换而得的电压值V1的检测器电流指示计输出部24的值,通过选择调整控制部26对可变

增益放大部22的增益幅度进行调整。另外,对于该调整,在设置了中子检测器3(参照图1。)之后进行,并吸收堆输出、来自反应堆容器16(参照图1。)的中子的泄漏量、以及因所设置的检测器的误差或其设置场所等而产生的检测精度,且操作人员基于从其他装置等(例如,堆内核检测仪表或堆内温度检测仪表等)得到的堆输出与检测器电流指示计输出部24的关系利用选择调整控制部26进行调整。在使调整作业自动化的情况下,可以将检测器电流指示计输出部24的电压值的信号、与反应堆保护系统2(图1、或未图示的其他核电站的检测仪表系统)所具有的堆输出的信号输入至选择调整控制部26,根据上述值计算增益幅度,并对D/A转换器53的增益进行调整。

[0018] D/A转换器53能利用将来自选择调整控制部26的数字电信号转换为模拟电信号(电阻值)的电子电路(例如,12位电路)来转换为1/10,000左右精度的电阻值。然后,可变增益放大部22的输出的电压值V2由固定增益放大部23的放大器71进行放大,输出信号的电压值V3输入至信号处理电路11(参照图1。)。此处,输出信号的电压值V3是与堆输出相对应的电压值(例如是与堆输出100%相对应的电压值3.3V),信号处理电路11之后的运算处理要求与堆输出相对应的、某一定水平的电压值,因此利用检测器信号处理电路8将检测器电流Iu转换为电压值并进行放大。另外,41是能根据测量范围对增益进行选择的电流水平对应用电阻电路,52、72~75是电阻器。

[0019] 电流水平对应用电阻电路41进行测量范围的切换,其由并联体构成,该并联体通过使多个将电阻器与开关(模拟开关)串联连接而得的串联体并联连接而得到。42~44是电阻器,45~47是开关。由此,能选择并关闭开关45~47,从而设为低电流水平对应用的高电阻电路。另外,电流水平对应用电阻电路41也可以由可变电阻器构成。

[0020] 通过选择电流水平对应用电阻电路41的电阻器,从而能调整反相放大器51的增益。例如,设电阻器42=R1、电阻器43=R2、电阻器44=R3,如R1、…、R2、R3=1/100R、…、10R、100R那样以1位数为单位来阶段性地改变电阻值,利用选择调整控制部26选择性地对开关进行导通控制、断开控制,并选择所希望的电阻器,从而与固定电阻器时相比能扩大可变增益放大部22的增益的幅度。在由中子检测器3所检测到的电流Iu较小的情况下,选择较大的电阻值。

[0021] 可变增益放大部22的增益能用选择调整控制部26的数字电信号对D/A转换器53的电阻值进行调整来改变,然而若将电流水平对应用电阻电路41设为固定电阻器,并仅用D/A转换器53来调整电阻值,则在电流输入范围的下限例如下降至1μA的情况下,D/A转换器53中的每个增益设定用计数值(数字电信号)的电压变化幅度会变大,精度会变差。因此,图2中,作为能选择增益的电流水平对应用电阻电路41与调整增益的D/A转换器53的二级串联结构,由电流水平对应用电阻电路41选择较大的增益,由D/A转换器53精细地对增益进行调整,从而能进行精度较高的增益调整。

[0022] 此处,构成根据测量范围来选择可变增益放大部22的增益的电流水平对应用电阻电路41的电阻器42、43、44的温度特性存在仪器误差,利用温度测定器82、83、84测定各电阻器的温度,基于测定出的温度,温度补偿部81向选择调整控制部26发出对所选择的电阻器进行增益补偿的指令。由此,选择调整控制部26向D/A转换器53发出指令来进行增益补偿并进行增益调整。其结果是,即使在同一温度环境下,各电阻器的温度特性存在仪器误差,也能抑制来自检测器信号处理电路8的输出的电压值的精度产生偏差。

[0023] 接着,对可变增益放大部22的利用选择调整控制部26选择电流水平对应用电阻电路41与D/A转换器53的调整进行说明。若将与堆输出100%水平对应的中子检测器电流Iu输入至电流/电压转换部21,则其被反相放大器31转换为电压值V1并进行输出。此外,利用检测器电流指示计输出部24显示检测器电流,并将电压值V1输入至可变增益放大部22的反相放大器51。此时,根据电流水平(利用检测器电流指示计输出部24所显示的检测器电流)来选择性地切换可变增益放大部22的反相放大器51的电流水平对应用电阻电路41中的电阻值,并调整D/A转换器53的电阻值,来改变可变增益放大部22的增益,从而能使检测器信号处理电路8的输出的电压值V3与请求电压水平(例如,V3=3.3V)一致。

[0024] 即,在所测量到的电流非常小,且检测器信号处理电路8的输出的电压值V3未达到请求电压水平的情况下,通过开关45~47的导通、截止来选择电流水平对应用电阻电路41的电阻器42~44,从而切换电阻值,并且,对D/A转换器53的电阻值进行调整,来进一步改变可变增益放大部22的增益,能使检测器信号处理电路8的输出的电压值V3与请求电压水平一致。此外,通过调整D/A转换器53,从而能对包含D/A转换器53的电阻值、由电流水平对应用电阻电路41选择的电阻值、以及开关的导通电阻值在内的电阻值进行微调。因此,能利用选择调整控制来比以往更大、且更高的精度地改变可变增益放大部22所具有的增益幅度,因此,其结果是可以扩大能进行测量的中子检测器3的电流的幅度。

[0025] 对使用了具有以上述方式对增益进行选择调整后的可变增益放大部22的检测器信号处理电路8的堆外核检测仪表装置进行说明。若反应堆运转时的中子检测器电流Iu输入至电流/电压转换部21,则作为电压值V1由反相放大器31进行输出。接着,利用检测器电流指示计输出部24对检测器电流进行显示,并将电压值V1输入至可变增益放大部22的反相放大器51。对于该电压值V1,用对增益进行选择调整控制后的可变增益放大部22进行放大来得到电压值V2,用固定增益放大部23进行放大来得到输出电压V3。堆输出为100%时,若输出电压V3为预先设定的请求电压水平,则反应堆正常动作,但在输出电压V3超过所设定的请求电压水平并检测出异常的情况下,输出警报信号以及使反应堆紧急停止的信号。

[0026] 此外,具备温度测定器82、83、84与温度补偿部81,从而能通过用温度测定器82、83、84依次测定温度,用温度补偿部81决定各电阻器42、43、44的补偿值,并对D/A转换器53的输出进行调整,来进行高精度的电流测量。温度补偿部81中存储有各电阻器的温度特性的矩阵表,将考虑了各电阻器间的温度特性的比较调整后的各温度中的补偿值传输至选择调整控制部26,并对D/A转换器53的输出值进行调整。由此,实现了降低H/W所具有的个体差异,提高微电流的测定精度,与此同时消除了各增益间的精度的偏差,在整个测量范围内实现了固定的精度。

[0027] 另外,作为实施方式1的温度测定器82~84,可以应用热电偶等通常的温度测定器。

[0028] 此外,图3示出了实施方式1的其他实施形态,图3中将电流水平对应用电阻电路41设置于电流/电压转换部21,而非可变增益放大部22,能期待获得与上述实施方式同样的效果。

[0029] 由此,根据实施方式1所涉及的堆外核检测仪表装置,可获得以下效果,即:能根据堆的输出水平,利用测量范围选择来切换可变增益放大部的增益,并通过利用温度测定器对测量范围选择所使用的电流水平对应用电阻电路的电阻器的温度进行测定,进行利用

电阻器的温度特性的仪器误差的增益补偿,从而抑制来自检测器信号处理电路的输出的电压值的精度发生偏差,在测量范围的切换前后也能将输出精度保持为固定,并能以较高精度对中子束进行测量。

[0030] 实施方式2.

图4是实施方式2所涉及的堆外核检测仪表装置的检测器信号处理电路的结构图。与实施方式1的检测器信号处理电路的不同点在于,实施方式1中,测量范围选择中使用了电流水平对应用电阻电路41,然而实施方式2中,电流水平对应用电阻电路41被变更为了D/A转换器55。除了温度测定器82变成1个,成为向D/A转换器55发出温度补偿值的指令的选择调整控制部28的点外,其他结构要素与实施方式1相同,因此省略说明。

[0031] 由于测量范围选择部即电流水平对应用电阻电路41的开关被变更为了D/A转换器55,因此无需对各电阻器间的温度特性进行比较的矩阵表,基于温度测定器82所测定出的温度,将对D/A转换器55的单一温度特性进行补偿的补偿值存储于温度补偿部81,从温度补偿部81向选择调整控制部28传输规定的增益补偿值,并进行增益补偿从而对D/A转换器53的输出值进行调整。另外,D/A转换器55也可以设为可变电阻器。由此,简化了测量范围切换部的结构,可获得增益调整变得较为容易的效果。

[0032] 由此,根据实施方式2所涉及的堆外核检测仪表装置,与实施方式1相同地,可获得以下效果,即:能根据堆的输出水平,利用测量范围选择来切换可变增益放大部的增益,并通过利用温度测定器对测量范围选择所使用的D/A转换器的温度进行测定,进行增益补偿,从而抑制来自检测器信号处理电路的输出的电压值的精度发生偏差,在测量范围的切换前后也能将输出精度保持为固定,并能以较高精度对中子束进行测量。

[0033] 实施方式3.

图5是实施方式3所涉及的堆外核检测仪表装置的检测器信号处理电路的结构图。与实施方式2的检测器信号处理电路的不同点在于,实施方式2中,增益选择所使用的D/A转换器55的温度由温度测定器82进行测定,并由温度补偿部81进行补偿,然而实施方式3中,不使用温度测定器82,而具备恒温槽85。由此,除了无需温度测定器82,其他结构要素与实施方式2相同,因此省略说明。

[0034] 对测量范围进行选择的D/A转换器55例如放入恒温控制部即恒温槽85,基于恒温控制后的温度,从温度补偿部81向选择调整控制部26传输固定的补偿值,进行增益补偿从而对D/A转换器53的输出值进行调整。

[0035] 由此,根据实施方式3所涉及的堆外核检测仪表装置,与实施方式1相同地,可获得以下效果,即:能根据堆的输出水平,利用测量范围选择来切换可变增益放大部的增益,并通过将测量范围选择所使用的D/A转换器放入恒温槽,基于恒温槽的温度进行增益补偿,从而抑制来自检测器信号处理电路的输出的电压值的精度发生偏差,在测量范围的切换前后也能将输出精度保持为固定,并能以较高精度对中子束进行测量。

[0036] 另外,本发明可以在其发明范围内对各实施方式进行自由组合,或者对各实施方式适当地进行变形、省略。

[0037] 另外,在图中,同一标号表示相同或相当的部分。

标号说明

[0038] 1堆外核检测仪表装置,2反应堆保护系统,3中子检测器,8检测器信号处理电路,

11信号处理电路,12操作面板,13输入输出电路,14堆外核检测仪表盘,15反应堆存储容器,16反应堆容器,21电流/电压转换部,22可变增益放大部,23固定增益放大部,24检测器电流指示计输出部,26、28选择调整控制部,31、51反相放大器,41电流水平对应用电阻电路,32、42~44、52、54、72~75电阻器,45~47开关,53、55D/A转换器,71放大器,81温度补偿部,82~84温度测定器,85恒温槽。

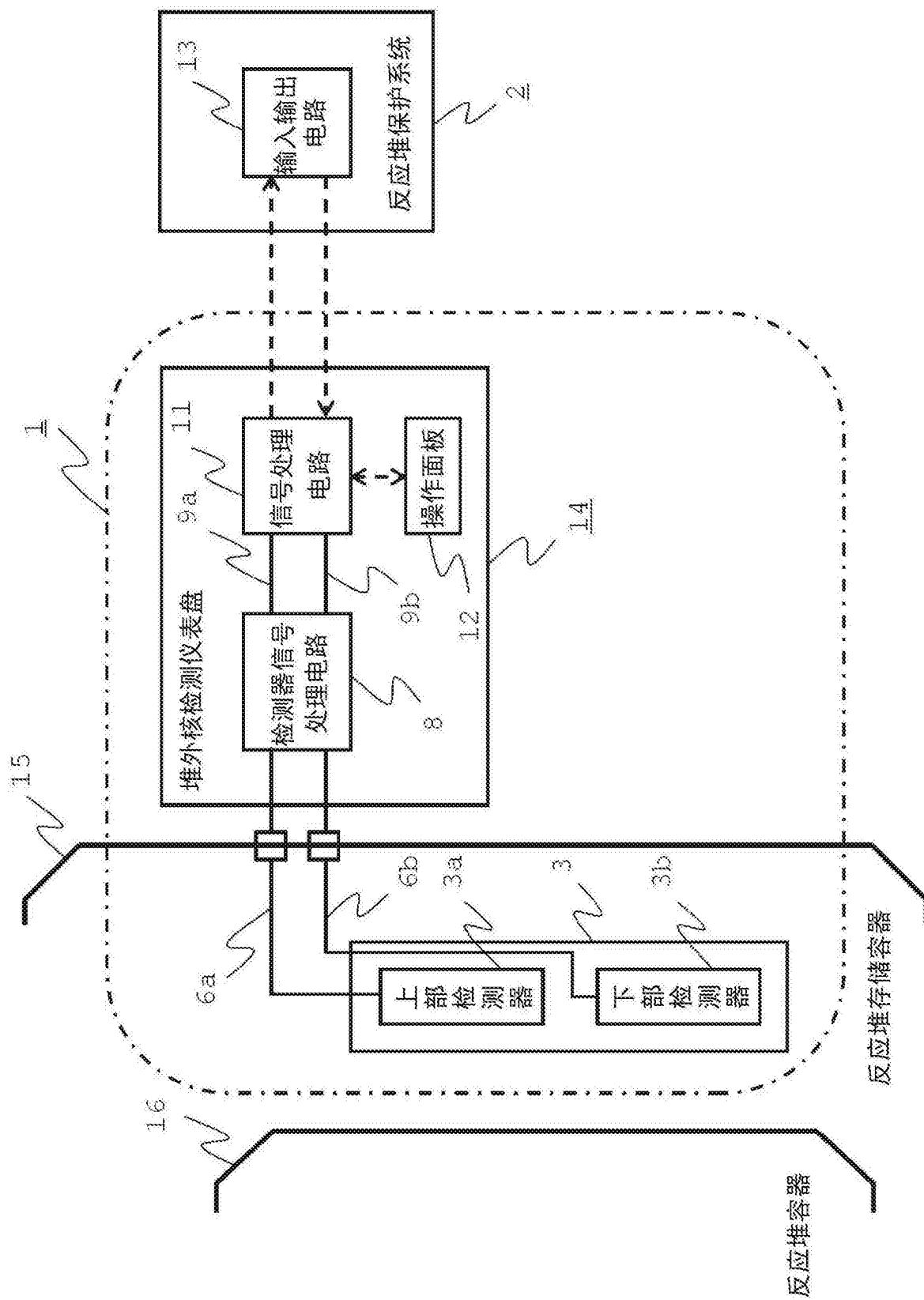


图1

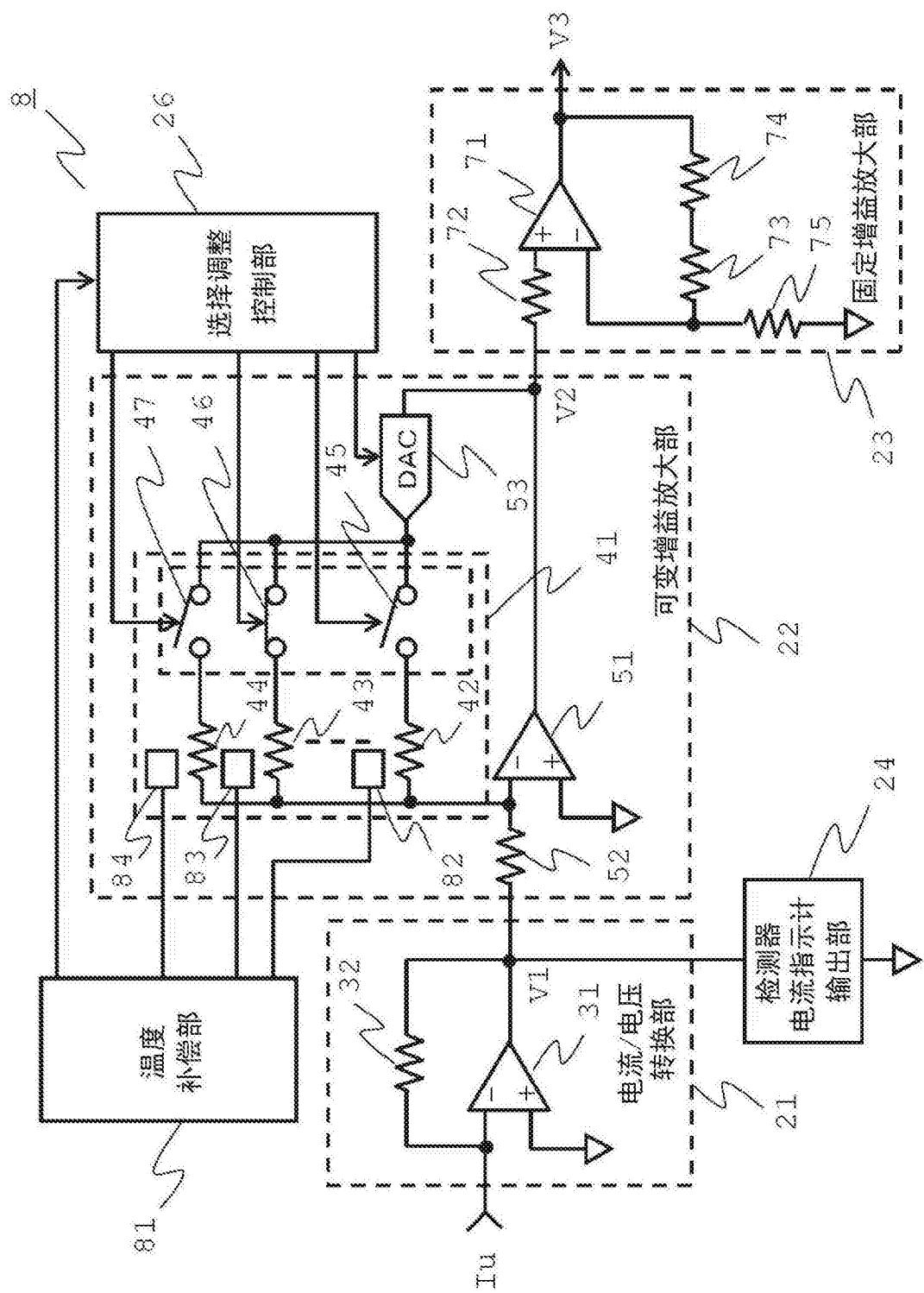


图2

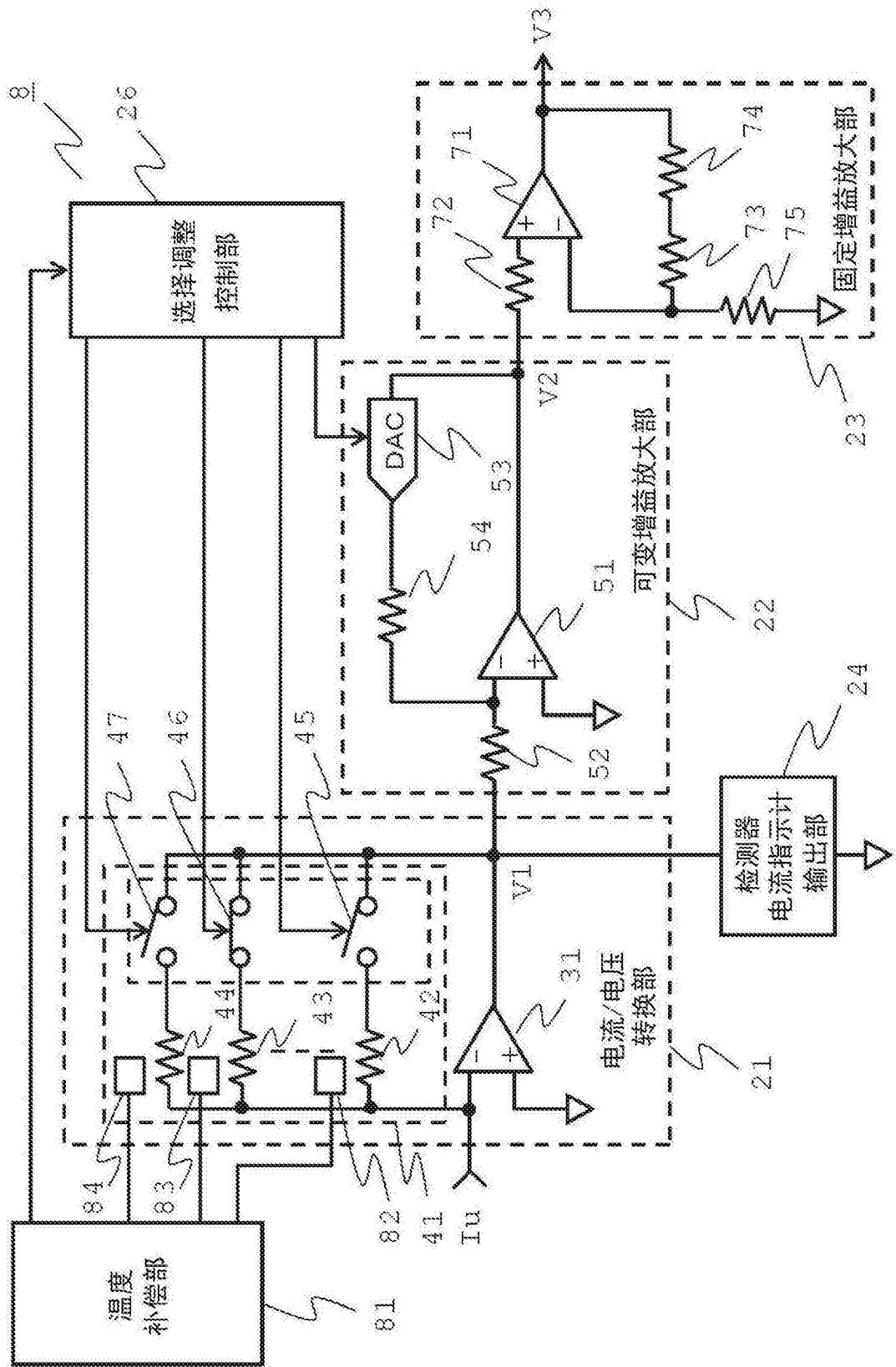


图3

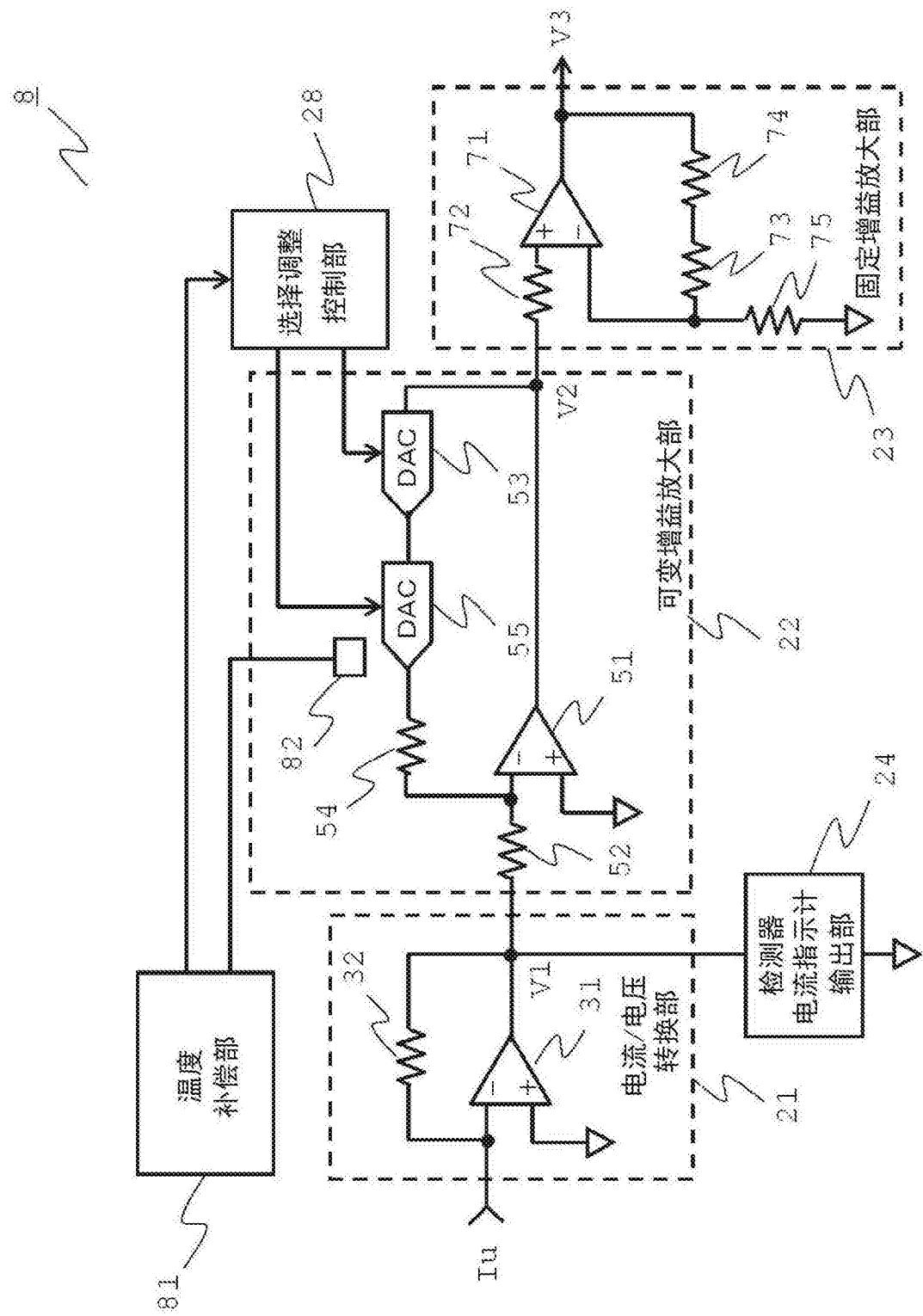


图4

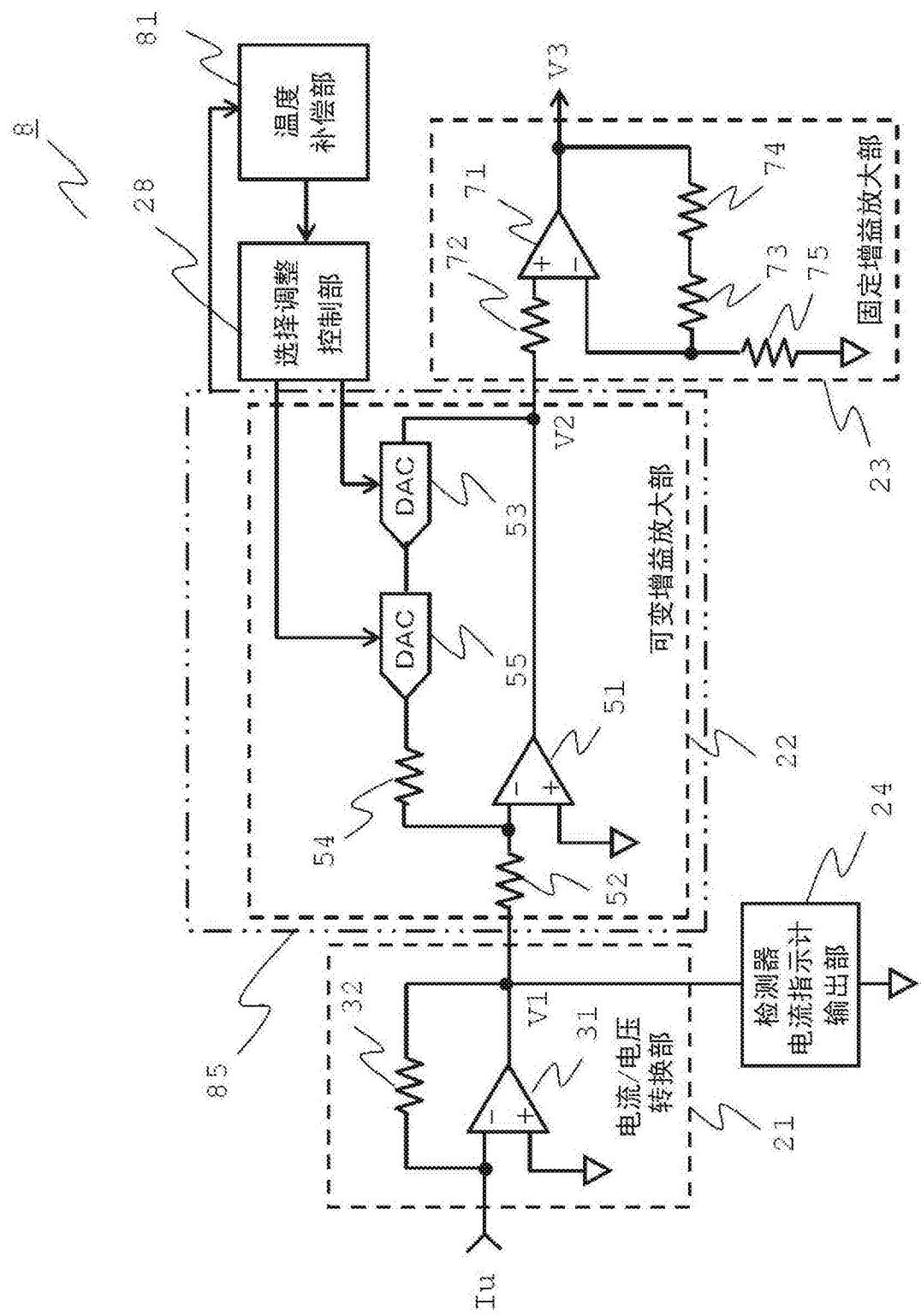


图5