

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101796295 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 28

(21) 申请号 200780053758. X

F03D 7/00 (2006. 01)

(22) 申请日 2007. 07. 12

H02P 9/04 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日  
2010. 01. 12

F01D 5/00 (2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据  
PCT/US2007/015854 2007. 07. 12

(56) 对比文件

(87) PCT申请的公布数据  
W02009/008863 EN 2009. 01. 15

- US 4446376 A, 1984. 05. 01,
- CN 1754042 A, 2006. 03. 29,
- CN 1928352 A, 2007. 03. 14,
- US 7218012 B1, 2007. 05. 15,
- CN 1411141 A, 2003. 04. 16,
- US 6977546 B2, 2005. 12. 20,
- CN 1860372 A, 2006. 11. 08,
- US 7218012 B1, 2007. 05. 15,

(73) 专利权人 MLS 电子系统有限责任公司  
地址 美国宾夕法尼亚州

(72) 发明人 保罗·约翰·罗恩  
史蒂芬·P·琼斯  
艾伦·杜安·克莱兰

审查员 刘煜

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限  
责任公司 11219  
代理人 张焕生 谢丽娜

(51) Int. Cl.  
F03D 9/00 (2006. 01)

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 8 页

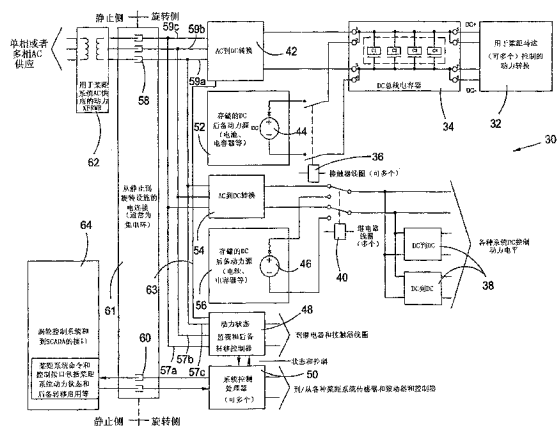
(54) 发明名称

用于风轮机倾角控制系统的网损穿越的方法和  
和设备

(57) 摘要

在风轮机 / 发电机中的一种网损穿越的设备。该风轮机 / 发电机具有 : 可旋转毂 ; 被可旋转地紧固到毂的至少一个桨叶 ; 用于调节每一个桨叶的倾角的倾角控制系统, 该倾角控制系统位于可旋转毂内 ; 静止机舱 ; 和在可旋转毂和静止机舱之间的电路接头处的集电环组件, 该集电环组件被可操作地布置用于在位于旋转毂内的设施和位于静止机舱内的设施之间传输电信号。该网损穿越的设备用于倾角控制系统并且包括 : 用于感测和监视在集电环组件的旋转侧上的动力的装置 ; 和用于当感测到的动力下降至预定电平时从后备动力源向倾角控制系统供应动力的装置。

CN 101796295 B



1. 在风轮机 / 发电机中的一种网损穿越的设备, 所述风轮机 / 发电机具有: 可旋转毂; 被可旋转地紧固到所述毂的至少一个桨叶; 用于调节每一个所述桨叶的倾角的倾角控制系统, 所述倾角控制系统位于所述可旋转毂内; 静止机舱; 和在所述可旋转毂和所述静止机舱之间的电路的接头处的集电环组件, 所述集电环组件被操作地布置用于在位于所述旋转毂内的设施和位于所述静止机舱内的设施之间传输电信号, 该网损穿越的设备用于所述倾角控制系统, 该设备包括:

用于感测和监视在所述集电环组件的旋转侧上的动力的装置; 和,

用于当所感测到的动力下降至预定电平时从后备动力源向所述倾角控制系统供应动力的装置。

2. 根据权利要求 1 的设备, 其中用于感测和监视动力的所述装置包括被配置为测量模拟电压的运算放大器和被操作地布置成将所述模拟电压转换成用于进一步处理的数字信号的微处理器。

3. 根据权利要求 2 的设备, 其中用于感测和监视动力的所述装置同时感测三个不同的位相电压。

4. 根据权利要求 2 的设备, 其中所述微处理器被操作地布置成对感测到的电压的平方求和并且当所感测到的电压的总和的绝对值降至低于额定电平的 80% 时发送信号以连接后备动力源。

5. 根据权利要求 1 的设备, 进一步包括用于当所述后备动力源已被连接时断开所述倾角控制系统的主动动力源的装置。

6. 根据权利要求 1 的设备, 其中在所述集电环组件的旋转侧上施加和测量三相供应电压, 并且所述预定电平是所有的三相电压的平方数值的总和的绝对值的大约 80%。

7. 在风轮机 / 发电机中的一种用于网损穿越的方法, 所述风轮机 / 发电机具有: 可旋转毂; 被可旋转地紧固到所述毂的至少一个桨叶; 用于调节每一个所述桨叶的倾角的倾角控制系统, 所述倾角控制系统位于所述可旋转毂内; 静止机舱; 和在所述可旋转毂和所述静止机舱之间的电路的接头处的集电环组件, 所述集电环组件被操作地布置用于在位于所述旋转毂内的设施和位于所述静止机舱内的设施之间传输电信号, 该网损穿越的方法用于所述倾角控制系统, 该方法包括:

感测和监视在所述集电环组件的旋转侧上的动力; 和,

当所述感测到的动力下降至预定电平时从后备动力源向所述倾角控制系统供应动力。

8. 根据权利要求 7 的方法, 进一步包括当所述感测到的动力返回所述预定电平时断开所述后备动力源的步骤。

9. 根据权利要求 7 的方法, 其中所述的感测和监视动力是利用运算放大器和微处理器实现的, 所述运算放大器被配置用来测量模拟电压, 并且所述微处理器被操作地布置用来将所述模拟电压转换成用于进一步处理的数字信号。

10. 根据权利要求 9 的方法, 其中所述的感测和监视动力同时感测三个不同的位相电压。

11. 根据权利要求 9 的方法, 其中所述微处理器进行操作以对感测到的电压的平方求和并且当所感测到的电压的总和的绝对值降至低于额定电平的 80% 时发送信号以连接后备动力源。

12. 根据权利要求 7 的方法,进一步包括当所述后备动力源已被连接时断开所述倾角控制系统的主动动力源的步骤。

13. 根据权利要求 7 的方法,其中在所述集电环组件的旋转侧上施加和测量三相供应电压,并且所述预定电平是所有的三相电压的平方数值的总和的绝对值的大约 80%。

## 用于风轮机倾角控制系统的网损穿越的方法和设备

### 技术领域

[0001] 本发明一般地涉及风轮机,更具体地涉及用于风轮机的倾角控制系统,并且进而更加具体地涉及一种用于风轮机倾角控制系统的网损穿越的方法和设备。

### 背景技术

[0002] 如众所周知地,风轮机是一种将风中的动能转换成机械能的机器。如果机械能直接由诸如泵或者研磨石的机械使用,则该机器通常被称为风车。如果机械能被转换成电力,则该机器被称为风力发电机(见维基百科, Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Wind\\_turbine](http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_turbine))。能够进一步根据结构和基于涡轮绕其旋转的轴线的定向而对风轮机进行分类。绕水平轴线旋转的涡轮被称为水平轴式风轮机(HAWT),而绕垂直轴线旋转的那些被称为垂直轴式风轮机(VAWT)。HAWT比VAWT更加普遍。见上述的Wikipedia。

[0003] 原理上,利用风产生电力是一个简单的过程。大多数HAWT涡轮具有被安装到旋转毂的三个大的桨叶。桨叶在空气动力学方面被设计成当风吹在它们上面时尽可能容易地转动(桨叶的数目可以改变)。转动中的桨叶旋动一根轴,该轴通过齿轮箱连接到产生电力的发电机。齿轮箱和发电机被安装于机舱中,机舱进而被安装在塔顶上。当风吹在涡轮桨叶之上时,它们形成“升力”,非常类似于机翼,并且开始转动。旋动中的桨叶以相对低的速度、通常30-60rpm转动低速轴。齿轮箱将低速轴与驱动发电机的高速轴连接。齿轮连接还将高速轴的旋转速度推升到发电机的运转速度。该运转速度可以改变,但是通常在900-1800rpm的范围中。这个快速地旋动的轴驱动发电机以产生电力。发电机的电力输出被连接到更大的电网。通常,大容量发电机以与电网同步化的受控频率提供多相电压。发电机输出经由适当的变压器而被连接到电网。

[0004] 桨叶自身在无风时也能够绕它们的纵轴转动,或者被设定倾角以控制转子速度并且防止转子在太大或者太小以至不能产生电力的风中转动。它们的倾角还能够被设为“横桨”位置以防止在紧急的情形中旋转。(风轮机还通常包括紧急制动系统以在紧急的情形中停止旋转。)通过倾角控制系统,桨叶绕它们的纵轴旋转。实现这点有几种不同的方式,包括致动器和马达。包括马达或者致动器以及相关动力(power)源和控制电子设备的倾角控制系统在传统上被安装于涡轮的旋转毂中。动力被从集电环供应到倾角控制系统,集电环传输来自被安装于机舱中的固定总线/源的动力。用于倾角控制系统的动力源能够来自多个源。它能够经由适当的变压器由主电网自身提供,或者它能够由被涡轮驱动的发电机提供。

[0005] 在历史上,风轮机对于世界能量需求贡献的百分比很低。但是诸如油和天然气的自然资源的损耗、相关的这些资源的更高价格以及与外国石油的依赖性相关联的政治分歧正在改变能量生产前景。工业上利用具有更高容量(额定1.5MW或者更高)的涡轮、更好的技术以及具有大量风轮机的风电场作出响应。如近来CNNMoney.Com所报道的,“风能工业源报道了在2006年全世界装机了大致15000兆瓦的新的风能生产容量,与2005年相比增加了百分之二十五。在过去五年,工业已经保持了大于17%的平均增长率,并且关于下一个

五年的工业估计反映出类似的增长率和大于 \$1800 亿的总体风能设施市场价值” (<http://money.cnn.com/news/newsfeeds/articles/prnewswire/LAM00302072007-1.htm>)。这些统计和预测得到 E.ON Netz 即 E.ON 集团的德国输电系统执行人的确认,他在 2005 年报告,“在 2004 年,德国在风力生产方面再次成为全球领导者。在 2004 年年末,具有 16400MW 的装机容量的风能发电站为德国电网供电…根据 Deutsche Energie-Agentur (dena) 的电网研究,在德国,风力容量预期在 2020 年以前增加至 48000MW,这是自 2004 年以来大约三倍的增加…这意味着德国保持世界的无可争议的第一风能生产者。在 2004 年,德国占据世界风力容量的大致三分之一和欧洲风力容量的一半…总之,德国风电场产生了 260 亿 kWh 的电力,这是德国总需求量的大约 4.7%”。Wind Report 2005, E.ON Netz。在过去,当风轮机在发电中发挥微不足道的角色时,当考虑电网稳定性时,它们能够被大大地忽略。这已成为过去。

[0006] 响应于在风轮机工业中的这个增长和它对于国家电网的影响,联邦能源管制委员会 (Federal Energy Regulatory Commission, “FERC”) 已经关于对于在共用事业电网上的特定的低电压状况的风电站响应提出最低要求。这些要求要求风轮机在规定的瞬时“网损 (grid-loss)” 状况期间保持被连接到电网。全世界的电网连接和管制权威提出类似的要求。通常,他们将在  $t = 0$  时即刻电压降规定为显著降低的电平例如额定线路电平的 10 或者 15% 并且然后在  $t = 0$  的三秒内逐渐地返回额定线路电平的至少 80%。电平被视为全部得以组合的三个位相而不考虑各个位相。例如,FERC, E.ON Netz (德国)、HECO (夏威夷) 和西班牙电网权威的总体要求能够全部利用如下描述的一种简化的电力损耗方案而得以满足:当 AC 干线电压电平降至低于 80%, 并且低至零并且在至少长达三秒的时间内保持低于 80% 时,此时 AC 主电平返回额定线路电平的最小 80%, 倾角控制系统应该继续正常地操作。

[0007] 倾角控制系统的这种连续操作在本工业领域中被称作“穿越 (ride-through)” 能力。它广泛地描述了倾角控制系统在“网损” 状态,即由于任何若干原因切断到倾角控制系统的动力的状态期间,发挥作用的能力。有趣的是,并不是在本工业领域中的每一个人以相同的方式来定义“网损”,或者更不用说以相同的方式尝试解决同一问题。为了本发明的目的,我们将网损定义为中断到风轮机 / 发电机的倾角控制系统的动力的任何状态。这能够由于多种方式引起,包括但是不限于干线电网中的故障;倾角控制 AC 动力源发生问题 (短路或者其它故障);有缺陷的集电环;断裂的导体等。为了理解本发明,重要的是应注意倾角控制系统在传统上被容纳在涡轮的旋转毂内。该系统需要动力来进行操作。如在电领域中众所周知地,从静止源到旋转负载输送动力的最通常的方式是经由集电环。还应该意识到如在这里定义的“网损” 能够在集电环的任一侧上发生——在电路的静止侧或者旋转侧上。在它可能发生的任何位置处探测损耗,并且相应地采取纠正动作,是重要的和有必要的。记住这点,我们简要地回顾已经解决了风轮机存在的问题的其他人的、已经授予专利权的发明和已经公开的专利申请。

[0008] 美国专利 No. 6, 921, 985 (Janssen 等人) 公开了一种用于风轮机发电机的低电压穿越方案。该专利发明包括在第一操作模式期间被连接到第一动力源 (AC 电网), 和在第二操作模式期间即在电网动力损耗期间被连接到第二动力源 (后备动力源) 的涡轮控制器和桨叶倾角控制系统。该涡轮控制器感测在两种动力模式之间的过渡并且响应于所述过渡

改变一个或者多个桨叶的倾角。该专利还教导了涡轮控制器通过耦接到传感器而探测低电压事件,所述传感器提供指示各种风轮机发电机系统组件的状态的数据,所述状态例如转子速度和发电机输出电压。当感测到低电压时,控制器在 AC 动力和 UPS 动力之间过渡。Janssen 等人测量了在变压器处即在倾角控制电路的静止侧上的电网电压。不幸的是,这意味着如果 Janssen 等人的发明丢失集电环,则该专利发明不能探测到这点。

[0009] 美国专利申请公报 No. 2005/0122083(Erdman 等人)公开了一种具有共用事业穿越能力的发电机。这篇公报教导了从干线电网变压器的低侧的单一位相或者全部三个位相测量电压,但是教导了信号的幅度是不重要的。该申请教导了频率和位相更重要。该系统使用一种锁相环方案来以一种方案产生电流命令信号,所述方案控制从风轮机产生的电压的频率和位相,并且在短暂故障期间保持锁相环信号。Erdmann 等人关于准确的电压测量点未作说明,仅仅指出“频率和位相角度传感器 8 在适当的时刻被连接到共用事业电网以在电网上发生故障期间操作”(第 31 段)。看起来该参考文献并未教导在倾角控制电路的旋转侧上的集电环处进行测量。而且,Erdmann 等人关于在穿越期间为倾角控制系统供以动力大体上未作说明,即,该公报没有教导一种被布置成在网损期间操作的倾角控制系统。

[0010] 美国专利申请公报 No. 2006/0267560(Rajda 等人)公开了一种用于为风力发电机场即用于多个风轮机/发电机提供低电压故障穿越的设备、系统和方法。该系统使用用于吸收动力的电阻器组和在电网上的低电压状态持续期间保持集流器总线电压高于阈值电压的控制系统。在该申请中的发明监视在集流器总线即通过变压器而被耦接到风轮机驱动的发电机的总线上而不是在倾角控制电路的旋转侧(集电环一侧)上的电压电平。

[0011] 美国专利申请公报 No. 2007/0057516(Mever 等人)公开了一种倾角控制电池后备方法和系统。已经公开的申请描述了一项发明,该发明使用一种用于经由充电的后备电池控制倾角控制系统的无源方法,该电池当全部 AC 动力可用时不向 DC 链路提供任何动力,但是当 AC 动力损耗或者降至低于阈值电平时使用来自 DC 链路(包括电容器)的动力。该专利申请关于被用于感测 AC 动力损耗的方法未作说明,仅仅一般性地提及“传感器”。

[0012] 因此,需要一种用于风轮机倾角控制的网损穿越的方法和设备,并且特别地需要一种感测在倾角控制电路的旋转侧上即邻近集电环的网损的方法和设备。

## 发明内容

[0013] 在风轮机/发电机中的网损穿越的设备。该风轮机/发电机具有:可旋转毂;被可旋转地紧固到毂的至少一个桨叶;用于调节每一个桨叶的倾角的倾角控制系统,该倾角控制系统位于可旋转毂内;静止机舱;和在可旋转毂和静止机舱之间的电路接头处的集电环组件,该集电环组件被可操作地布置用于在位于旋转毂内的设施和位于静止机舱内的设施之间传输电信号。该设备用于倾角控制系统并包括:用于感测和监视在集电环组件的旋转侧上的动力的装置;和用于当感测到的动力下降至预定电平时从后备动力源向倾角控制系统供应动力的装置。

[0014] 本发明的一般性目的在于提供一种用于风轮机/发电机中的倾角控制系统的网损穿越的方法和设备。

[0015] 本发明的一个更加具体的目的在于提供一种用于风轮机/发电机中的倾角控制系统的网损穿越的方法和设备,该方法和设备感测和监视在集电环的旋转侧上的网损(动

力源电压),该集电环提供在涡轮的静止侧(机舱)和旋转侧(毂)之间的电连接。

[0016] 本发明的进一步更加具体的目的在于提供一种用于风轮机/发电机中的倾角控制系统的网损穿越的方法和设备,该方法和设备感测和监视在集电环的旋转侧上的网损(动力源电压),该集电环提供在涡轮的静止侧(机舱)和旋转侧(毂)之间的电连接,并且当监视到的 AC 供应电压降至预定电平时将倾角控制系统连接到后备动力源。在优选实施例中,该系统测量所有的三相电压并且当所有的三相电压的平方数值之和的绝对数值降至低于额定线路电平的 80% 时连接后备动力源。即使当 AC 主电压已经降至低于 80% 并且低达零至少长达三秒的时间时,该倾角系统也继续正常地操作。当 AC 主电压返回额定线路电平的 80% 或者以上时,该系统切换回 AC 主供应并且将后备动力源断开。

[0017] 在根据附图和权利要求阅读以下详细说明时,本领域普通技术人员可以容易地清楚本发明的这些和其它目的、特征和优点。

### 附图说明

[0018] 将在下面参考附图更加详细地解释本发明。

[0019] 图 1 是典型现有技术风轮机的侧透视图;

[0020] 图 2 是图 1 所示风轮机的一部分的片断透视图;

[0021] 图 3 是大体沿着图 2 中的线 3-3 截取的毂、桨叶和机舱的片断截面视图;

[0022] 图 4 是大体沿着图 1 中的线 4-4 截取的、在第一位置中示出的本发明的风轮机的桨叶之一的截面视图;

[0023] 图 5 是在桨叶的倾角已被调节从而桨叶在第二位置中之后、图 4 所示桨叶的视图;

[0024] 图 6 是用于本发明的网损穿越倾角控制系统的控制电路的框图;

[0025] 图 7 是本发明的动力状态监视和后备转换控制电路的示意图;

[0026] 图 8 是关于 SRF 动力源的动力损耗探测器 (Power Loss Detector) 部分的附加示意图;以及

[0027] 图 9 是关于本发明的逻辑动力源的示意。

### 具体实施方式

[0028] 现在参考附图,图 1 是风轮机 10 的侧透视图。风轮机 10 通常包括诸如通过轴承或者在本领域中已知的某种其它方法而可旋转地紧固到机舱 14 的毂组件 12。机舱被安装在塔 16 顶上,塔 16 具有足以允许毂组件 12 在地面以上的安全距离处充分旋转的高度。在优选实施例中,毂组件 12 包括可旋转地紧固到毂 18 的三个桨叶 20。在其它实施例中,桨叶的数目当然可以改变。具有这种一般结构的风轮机在本领域中是已知的。

[0029] 图 2 示出图 1 所示风轮机的一部分、具体地为机舱 14 的片断透视图。风引起毂组件旋转,毂组件进而旋转低速轴 19。低速轴终止于齿轮箱 24 中,齿轮箱 24 是将低速轴 19 连接到高速轴 28 的一组齿轮。在优选实施例中,齿轮箱 24 从低速轴获取大约 30-60rpm 的旋转速度并且将其转换成用于高速轴的、大约 900-1800rpm 的旋转速度。能够是在本领域中已知的任何适当的旋转发电机的发电机 26 被连附到高速轴 28 以产生电力。

[0030] 图 2 还图示在低速轴 19 上的集电环组件 61。在本领域中已知集电环是用于将电

流从旋转源转移到静止源的机电装置。在优选实施例中,电刷保持器 66 和 68 邻近集电环以将集电环电刷保持到位。集电环的盘体被紧固在可旋转轴上,从而盘体随着轴旋转。弹簧或者其它力朝着盘体恒定地压电刷,从而在盘体自由地旋转时在盘体和电刷之间总是形成接触。结果,能够在旋转和静止组件之间转移电流。

[0031] 图 3 是基本沿着图 2 中的线 3-3 截取的毂、桨叶和机舱的片断截面视图。毂 18 被紧固到低速轴 19,从而当风引起毂旋转时,毂进而引起低速轴旋转。线 59a-c 向在毂 18 中容纳的电气组件传递动力。在优选实施例中,在毂 18 中容纳的电气组件主要是倾角控制系统 30,但是能够包括另外的组件。倾角控制系统 30 可以包括但是不限于用于倾角马达控制的动力转换模块 32、AC 到 DC 转换模块 42、动力状态监视和后备转移控制器 48、系统控制处理器 50、后备动力源 52 和致动器、传感器以及必要的其它控制。

[0032] 图 4 和 5 示出用于桨叶 20 的两个交替位置的截面视图。在优选实施例中,桨叶 20 能够在这两个位置之间以多个间隔旋转地变化。进而,应该理解,在一些实施例中可能期望使得桨叶 20 能够完全地绕桨叶的轴线旋转。图 4 图示了桨叶 20 处于用于风轮机发电的典型位置中。假设风沿着基本向左或者向右的方向出现,则桨叶截面 22 提供用于风冲击的、大的表面。如在本领域中通常已知地,桨叶的曲率产生升力,并且最终引起毂组件旋转。

[0033] 在图 5 中,桨叶 20 的倾角已被改变为使得桨叶 20 在“横桨”位置中。桨叶在横桨位置中是非常流线型的,并且允许风在其上和桨叶下面简单地经过,从而在桨叶的任一侧上不存在任何净力。因此,当桨叶在这个位置中时,风将不会引起毂组件旋转。通常在紧急情形例如极大的风或者网损状态中使用横桨位置。倾角控制系统 30 被容纳在毂 18 中并且负责绕它的分别的轴线旋转每一个桨叶 20。

[0034] 期望在本领域中已知的很多风轮机能够感测如在上面定义的网损状态,并且对于规定的时间段、通常大约三秒“穿越”网损状态。穿越主要包括对于规定的时间段为倾角控制系统提供动力从而桨叶 20 能够移动到横桨位置以防止损坏涡轮。

[0035] 电子框图及概述

[0036] 图 6 图示了本发明的控制系统 30 的电子框图。应该指出,图 6 图示了系统 30 的“静止侧”和“旋转侧”。两侧被集电环组件 61 分离。如在本领域中熟知地,集电环是一种用于通过旋转组件形成电连接的设备,并且提供将电力从静止组件转移到旋转组件的途径。还被称为旋转电气接口、旋转电连接器、集电器、转环或者电旋转接头的集电环通常存在于发电机、交流发电机、包装机械、电缆卷轴、吊扇和风轮机中。集电环由在轴上安装并且与其绝缘的导电圈或者带构成。从系统的旋转部分诸如发电机的转子到集电环形成电连接。固定触头或者电刷与集电环相接触地运行,从而将电力或者信号转移到该系统的外部静态部分 (Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Slip\\_rings](http://en.wikipedia.org/wiki/Slip_rings))。

[0037] 在集电环组件的静止侧上的设施位于机舱 14 中,而在旋转侧上的设施被容纳在毂 18 中。通过变压器 62 提供用于倾角控制系统 30 的动力。到该变压器的 AC 供应能够来自任何源。它能够通过其它变压器而被直接地从干线电网提供,或者它能够被直接地从发电机供给。在一个实施例中,AC 供应是 690VAC,并且变压器被配置为将电压降至 400 或者 230VAC 以跨集电环 58 传输。

[0038] 在本发明中,集电环组件 61 包括集电环 58 和 60。集电环 58 被用于经跨接口传送供应动力,而集电环 60 被用于传送命令和控制数据。



[0039] 本发明的实质在于,倾角控制系统 30 被可操作地布置成感测和监视在集电环的旋转侧上的 AC 供应动力,并且在 AC 供应动力局部或者总体损失的情形中继续操作受控的时间段。如在前述及地,本发明的倾角控制系统被可操作地布置成当 AC 干线电压电平降至低于 80% 并且低达零、并且至少长达三秒保持低于 80% 时正常地操作,此时 AC 主电平最小返回额定线路电平的 80%。不象现有技术倾角控制和网损穿越系统,本系统测量在集电环的旋转侧上的供应电压。当供应动力降至预定电平时,后备动力源被打开,并且继续向倾角控制系统供应动力直至主 AC 供应电压返回最小电平。

[0040] 倾角控制系统 30 广泛地包括被可操作地布置成将 AC 供应电压转换成 DC 的 AC 到 DC 转换模块 42。在一个实施例中,模块 42 将 AC 供应电压转换成 325VDC。该 DC 电压能够被半波或者被全波整流,并且接着被提供给 DC 总线电容器 34 以进行滤波和平滑处理。用于倾角马达控制模块 32 的动力转换包括 IGBT 换流器或者如在本领域中熟知地、用于将 DC 供应电压转换成适当的 AC 电压供应的其它装置。第二模块 54 将 AC 供应转换成较低的 DC 电压,例如,24VDC。

[0041] 倾角控制系统 30 进一步包括动力状态监视和后备转移控制模块 48,这是本发明的核心组件。动力状态监视模块测量在线路 59a、59b 和 59c 处的三相电压。如在前述及地,在集电环的旋转侧上监视该 AC 供应电压。该监视方案具有优于现有技术方法的优点,因为它能够探测由于静止侧监视系统不能探测的集电环、导体和其它电路部分引起的问题。当递送动力的质量根据预定算法退化时,动力状态监视器经由通过线路 63 发送的命令信号将 AC 到 DC 转换模块 42 断开,并且然后向继电器 40 和接触器线圈 36 发送信号以分别连接后备动力供应 46 和 44。这些后备动力供应能够采取多种形式,例如电池或者电容器等。这些后备动力供应继续为倾角控制系统供以动力直至主 AC 供应动力得到恢复(至少额定值的 80%)。应该理解,虽然在优选实施例中,用于后备连接和断开连接的触发点是额定线路电压的 80%,但是这不是关键的数字,并且经由简单编程而能够采用其它电压降范围,并且任何数目的算法能够被用于触发后备动力切换。而且,在本发明的优选实施例中,动力状态监视器测量所有三相的电压,但是本发明能够容易地被配置为测量仅仅单相电压或者甚至三相中的两相。

[0042] 还在图 6 中分别地示出两个后备动力源 52 和 56。在优选实施例中,动力源 52 向 DC 总线电容器并且然后向用于倾角马达控制模块 32 的动力转换提供 250VDC,从而为倾角控制马达供以动力。动力源 56 提供 24VDC 从而为各种电子组件供以动力。例如,24VDC 为制动线圈、继电器逻辑、隔离的数字 I/O 信令供以动力。如在本领域中熟知地,该电压通过传统的分压器等而被进一步降低,从而为微处理器、存储器、A/D 转换等提供 12VDC,并且为 CMOS 电路提供 5VDC。虽然附图中示出两个分离的后备动力供应,但是应该指出,后备动力源可以包括带有分别地用于 12VDC 和 250VDC 的适当分接头的、串联连接的多个电池。后备动力还能够由电容器供应。

[0043] 动力状态监视器 48 还与系统控制处理器 50 通信。系统控制处理器 50 还经由集电环 60 经由串行数据通信与涡轮控制系统和到 SCADA 模块 64 的接口通信。模块 64 代表与倾角控制系统、命令倾角控制等通信的主涡轮控制系统。

[0044] 图 7 是监视 AC 线路电压的电路的详细示意图。它示出差分放大器和串联连接的绝对值电路的三个分离的部分。差分放大器由 op amp (运算放大器) U1A、U2A 和 U4A 构成。

绝对值电路由运算放大器 U1B、U2B 和 U4B 构成。绝对值电路对于该电路而言不是必要的；它们在此情形中使用仅用于为模数 (A2D) 转换器输入实现单极信号。还能够使用双极信号；它将仅需被偏压到 A2D 转换器范围的中心电压。所以，绝对值电路只是用于将信号偏压到 A2D 转换器的中间范围 (midrange) 的替代方案。

[0045] U1A 和 U1B 的组合感测 AC 线路的位相 1 的电压。U2A 和 U2B 感测位相二，而 U4A 和 U4B 感测位相三。再次，在本发明的优选实施例中，所有的三相电压均被感测，但是本发明还能够被配置为感测位相电压中的仅仅一个，或者位相电压中的任何两个。本发明能够被配置为感测接地或者非接地的 delta 或者 Y 形供应配置。

[0046] 对于感测电路，不具有任何特殊组件。它使用普通的 op amp (运算放大器) 和微处理器的 A2D 转换器。微处理器是来自 Microchip 的，但是存在能够工作的很多不同的处理器或者 DSP。

[0047] 检查位相一感测电路，通过 R4、R5 和 R6 的反馈网络连同某种噪音滤波的配置，差分放大器被设计成具有非常良好的通用模式舍选。

[0048] TB3 接线盒的输入 (部分 B5) 和差分放大器被配置用于各种类型的 AC 线路配置。通过改变信号如何被连接到接线盒 TB3，该装置能够被容易地连接到 240VAC 线-到线供应，或者被连接到 400VAC 线到线供应。当然，该装置能够具有感测被连接到它的电压并且相应地调节增益而不需要不同配线配置的智能，或者只具有足够的 A2D 分辨率以允许感测较低电压输入源。但是，这些只是有关在平衡成本、尺寸、复杂度和其它考虑时如何实现一般思想的典型选择。

[0049] 在部分 B2 和 B3 中存在用于紧急信号的状态的输入。这个信号将被用于即刻停止穿越事件并且引起供应返回正常操作，即便它已经感测到动力损耗并且正在它的动力损耗模式中操作。如果它指示在动力损耗探测之前的紧急情形，则它还将防止探测动力损耗。

[0050] 图 8 是用于 SRF 动力源的动力损耗探测器部分的另外的示意图。它示出来自 Microchip 的处理器 PIC18F4455。该处理器包含用于它的程序和数据变量的存储器。在包含于该处理器中的其它特征中，有多频道模数 (A2D) 转换器、数字输入和输出和包括捕获和比较能力的脉宽调制 (PWM) 电路。

[0051] 该装置通过对于分别代表在插脚 19、20 和 21 上的 AC 线路电压 P1SEN、P2SEN 和 P3SEN 的三个信号进行 A2D 转换而监视 AC 线路电压。为了实现低的 AC 线路状况的快速指示，处理器将每一个 AC 线路转换的数值平方并且将三个平方数值加到一起。如果输入的 AC 线路对于所有的三相均具有恒定的峰值电压，则这个结果将是相同的数字，无论何时对 AC 线路采样。因此，该电路执行 AC 线路损耗的快速感测而不需要来自 AC 线路的定时信息。在优选实施例中，样本和用于样本的平方求和计算，每隔 500 微秒进行一次，但是它们能够被以不同的间隔进行。为了防止错误地触发动力损耗事件，必须探测低的线路状况的多个样本以引起动力源改变它的操作模式。

[0052] 信号 FC1、FC2 和 FC3 (部分 D/C4) 提供用于选择供应如何操作的特性的途径，诸如需要 AC 线路的多少样本来触发动力损耗探测事件、AC 线路的触发电压应该是多少、在 SRF 状态中操作的最大时间长度是多少或者其它特征或测试模式。类似地，能够以类似的方式使用串行通信信道。

[0053] 模拟测试点部分 (D3) 使用处理器的 PWM 输出能力来产生处理器内部数据的一些

模拟测试点以利用万用表或者示波镜察看。

[0054] 串行通信部分 (D1/2) 能够被用于设定如上所述的供应的特性, 以获得供应的状态, 以发出供应的实时过程数据, 以询问诸如峰值 AC 电压的存储信息, SRF 事件的长度, 供应已经操作多长时间等等, 或者复位该存储数据。

[0055] 供应继电器驱动 (B5) 将处理器的输出信号放大为操作继电器所需的电平, 该继电器将 24VDC 源从后备动力源连接到为倾角系统产生逻辑和偏压供应的供应的输入。

[0056] 动力接触器驱动部分 (B3/4) 放大处理器的输出信号以控制主 DC 总线供应接触器的驱动电路。该部分实际上要求处理器提供具有正确和相反极性的两个分离的信号从而主要动力接触器关闭并且保持关闭。这是作为另外的硬件屏障实现的, 以防止主动力接触器在它不应该关闭时关闭。如果复位发电机感测到 5V 供应上的低电平, 则这个部分还使用复位发电机集成电路的输出来打开主动力接触器。

[0057] SRF 状态部分 (C2) 将处理器的输出信号放大为由倾角控制处理器 (PCP) 感测所需的电平。PCP 将通知涡轮控制器已经探测到动力损耗。PCP 然后将经由 SRF 状态信号监视动力损耗的时间并且具有如果 AC 线路动力保持损失则在动力源将自身关闭之前停止动力损耗穿越的能力。如果 AC 在最短时限内返回可接受的电平, 则 SRF 状态信号将指示 AC 线路对于正常操作而言再一次是可接受的。

[0058] 供应状态部分 (A3/4) 提供 SRF 动力源的状态的视觉指示。

[0059] A/D 参考部分 (B1) 是用于微处理器中的 A2D 转换器的精度基准。

[0060] 调试测试点部分 (B2/3) 旨在当研发产品时辅助调试产品并且还能够为生产测试提供测试信号。

[0061] 测试模式部分 (A2) 旨在用作用于将动力源置于操作的各种测试模式中的附加装置。

[0062] 集成电路 U7 是监视 5V 逻辑供应并且当 5V 动力源超过复位发电机的阈值电平时产生固定复位脉冲的复位发电机。如果 5V 供应低于复位发电机的阈值电平, 则处理器被置于复位中, 并且动力接触器驱动被关闭, 因此打开动力接触器。关于动力接触器驱动电路的另外的说明见以上 #5。

[0063] J1 (在 C1 中) 是在动力损耗探测器电路板和逻辑动力源板之间的接口连接器。

[0064] 图 9 图示了关于本发明的逻辑动力源的示意图。逻辑供应组件提供在倾角系统逻辑和控制电路中使用的偏压供应动力 (+5, +/-12V)。板上 DC 转换器 PS1 和 PS2 产生这个动力。PS1 和 PS2 利用非稳压 24V 输入供应操作。倾角控制系统使用 +5, +/-12V 和非稳压 24V 为逻辑电路、IGBT 门驱动、继电器逻辑和伺服电动机制动线圈供以动力。

[0065] 为了在 AC 动力断供期间保持伺服倾角操作, +5V、+/-12V、非稳压 24V 和高动力伺服总线应该得以保持。在优选实施例中, 桨叶 2 和 3 的紧急动力单元的电池为此提供动力。桨叶 2 的紧急动力单元提供在逻辑供应组件中使用的 24V 电池动力。桨叶 3 的紧急动力单元提供用于倾角控制伺服总线的高电压 / 高电流动力 (225VDC)。

[0066] 在接线盒 TB1 上是 24V sys。这是在当存在 AC 动力时的正常操作期间运行系统继电器、制动线圈、DC 转换器的非稳压 24V 动力。这个非稳压动力来自系统中的控制变压器的经过整流的 18VAC。还在端接线盒 TB1 上的是 24V Bat。这是来自紧急动力单元 2 的电池动力。在接线盒上是 24V out。这是从逻辑供应组件输出的并且为 IGBT 门驱动供以动力的

动力。在存在 AC 动力时的正常操作期间,24V sys 由控制变压器产生,为继电器逻辑和伺服电动机的制动线圈供以动力。它进入 TB 1 插脚 3 和 4,为 DC 转换器 PS1 和 PS2 供以动力,并且在 TB1 插脚 5 和 6 处从 24V out 退出。在这种状态中,如它们在示意图中所示,继电器 RL1 和 RL2 是打开的。

[0067] 当 AC 动力损失时,动力监视组件感测到这点并且向逻辑供应组件发送信号以引起继电器 RL1 和 RL2 关闭。这将在 TB1 插脚 1 和 2 处的 24V Bat 供应连接到 24V sys 端子并且还连接到 24V out 端子以保持它们被供以动力。现在紧急动力单元 2 的 24V Bat 源为 PS1、PS2 和 24V out 端子的供以动力。同时,发送信号以激励在图中底部中心处的 Q2 的动力驱动器电路。Q2 顺次地激励将紧急动力单元 3 连接到高电压伺服总线的、位于操纵室的面板上的高功率接触器,从而保持它被供以动力。结果是在 AC 动力损失之后,伺服操作在被紧急动力单元 2 和 3 的电池供以动力时不被中断地继续进行。

[0068] 当 AC 动力返回时,动力损耗探测器向逻辑供应组件发送信号,逻辑供应组件打开 RL1 和 RL2。同时发送信号以关闭 Q2 电路并且断开将紧急动力单元 3 连接到伺服总线的高功率接触器。现在该系统利用 AC 输入而被供以动力。

[0069] 因此,已经看到有效率地实现了本发明的目的,但是本领域普通技术人员显然能够对于本发明和对于它的电路作出修改和改变,并且这些改变和修改应该是在权利要求的范围内。

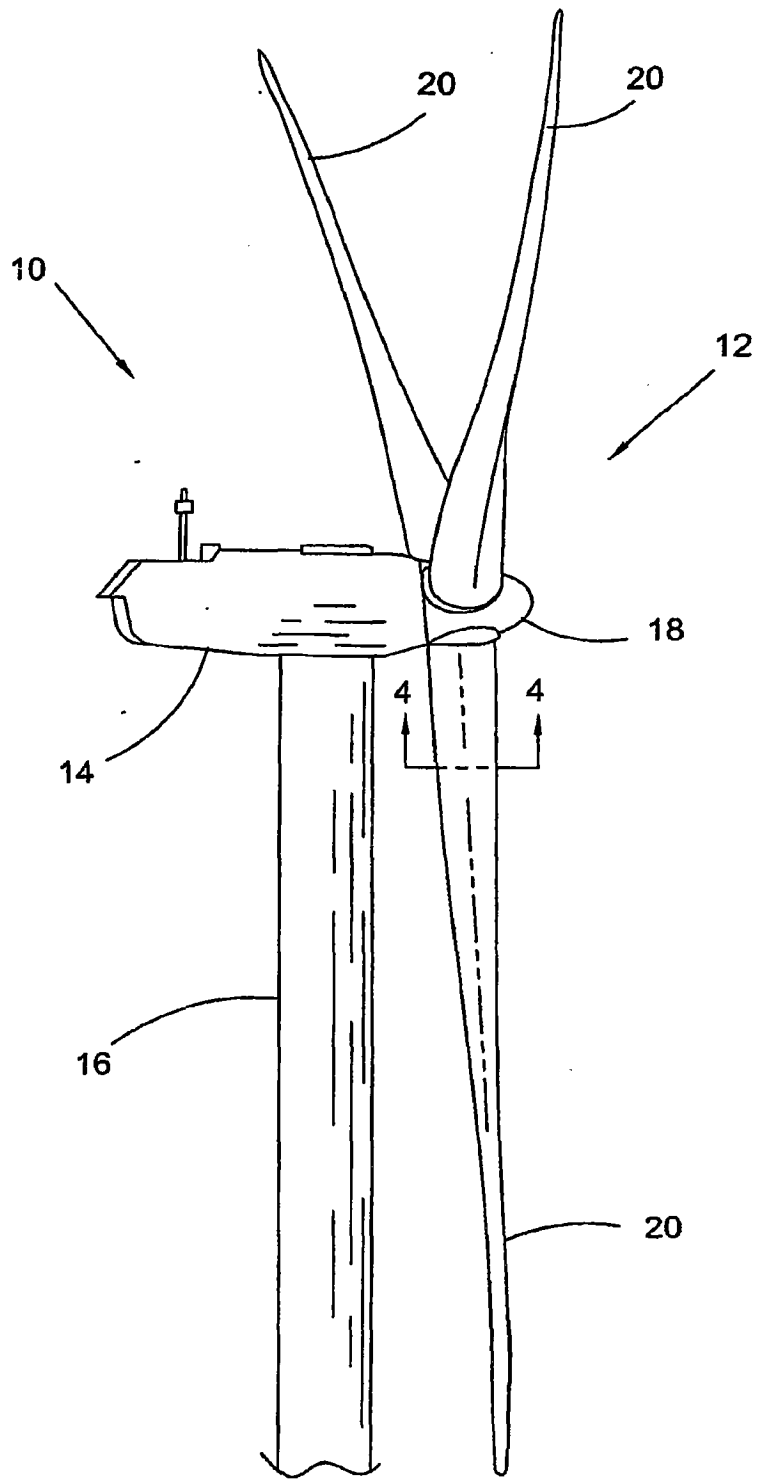


图1 现有技术

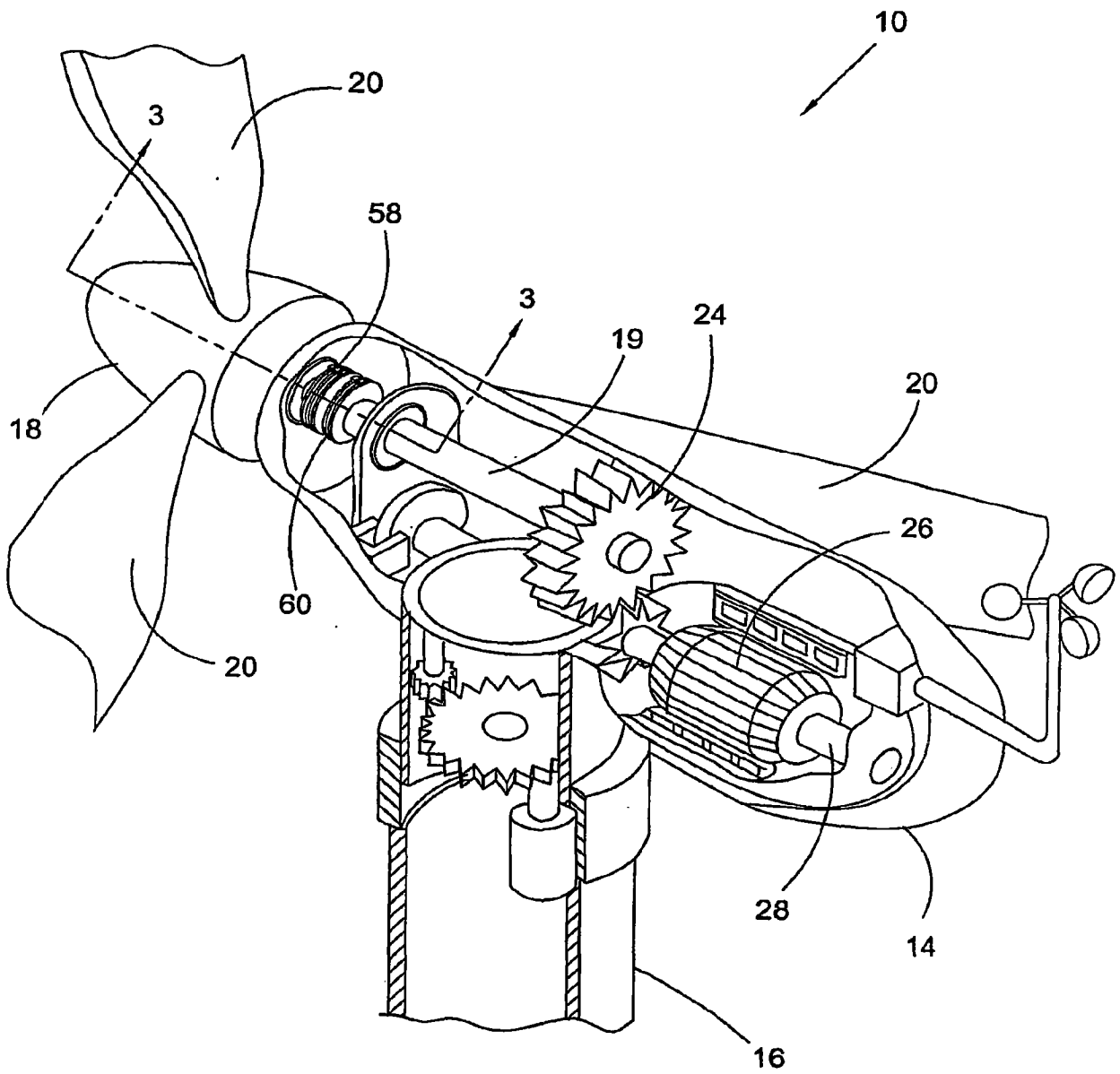


图 2 现有技术

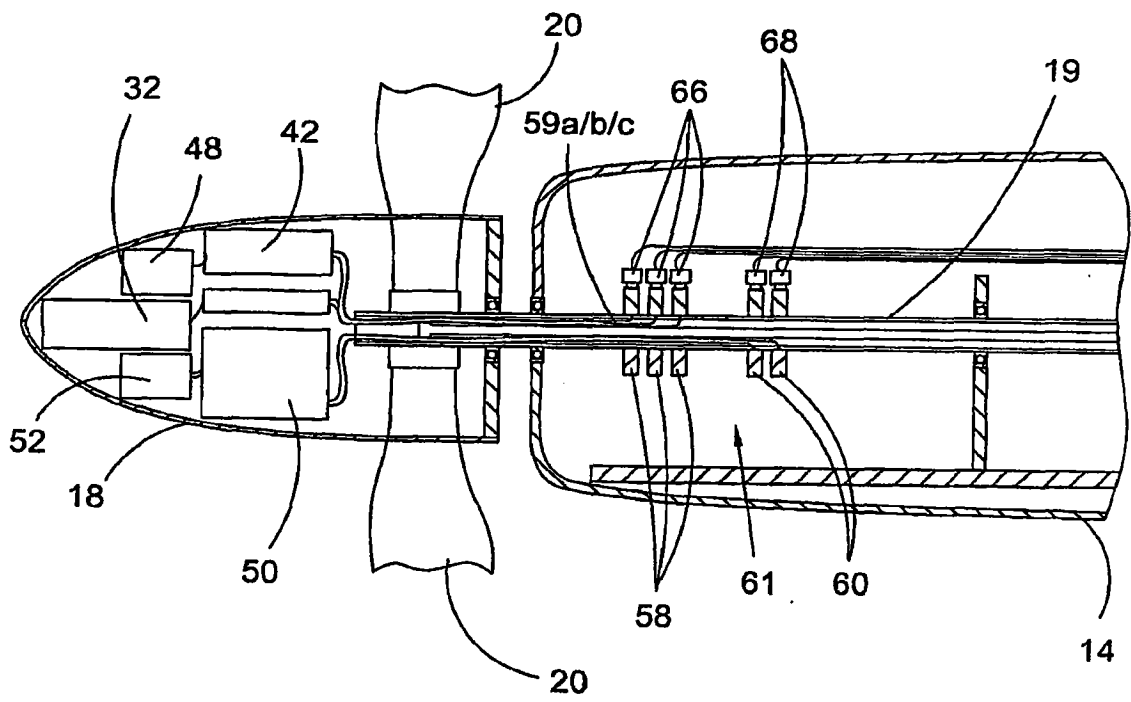


图3 现有技术

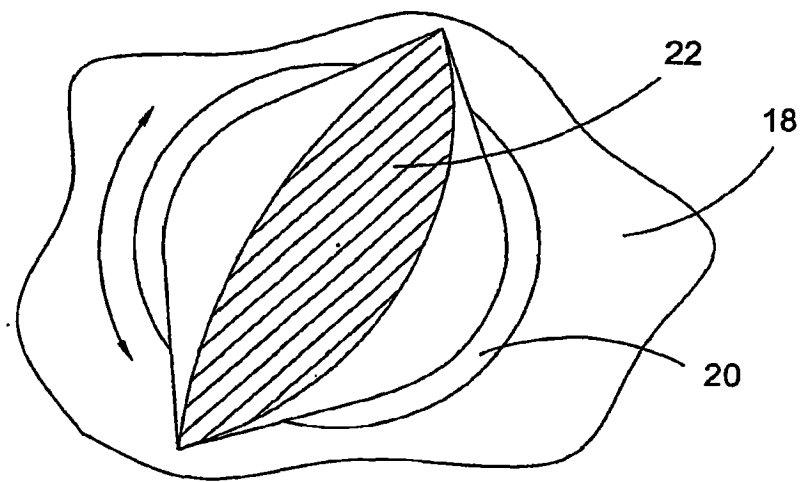


图4 现有技术

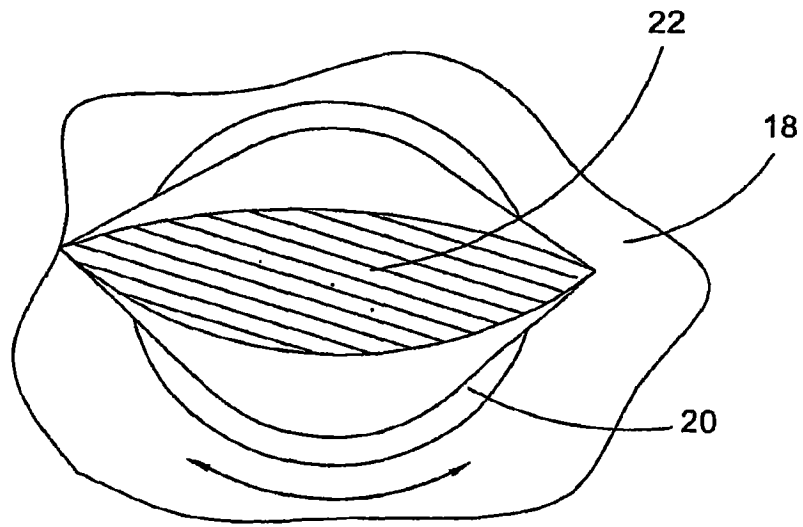


图 5 现有技术



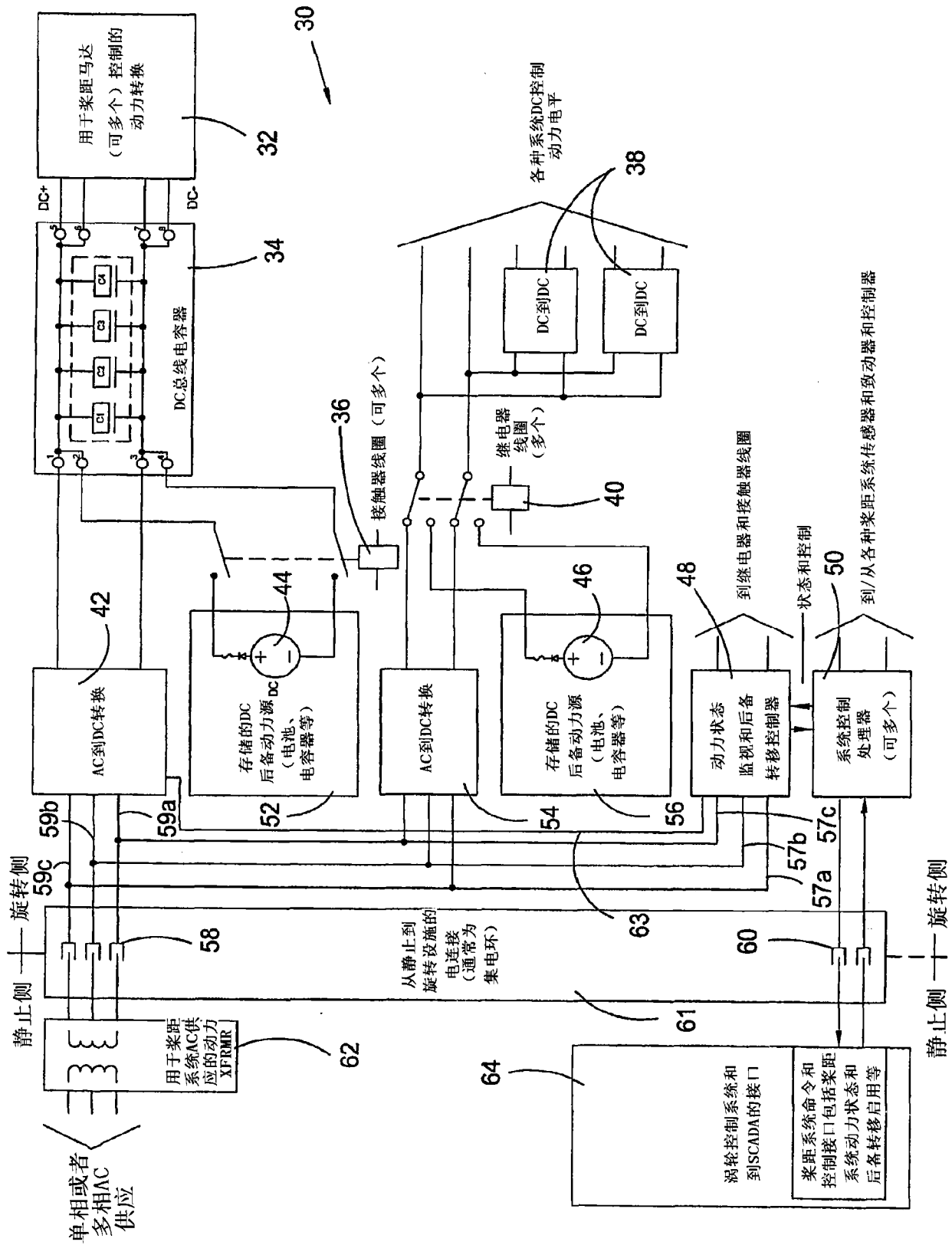


图 6

$V_{out}/V_{in} = 8.795mV/V$   
滤波器输入频率=500Hz

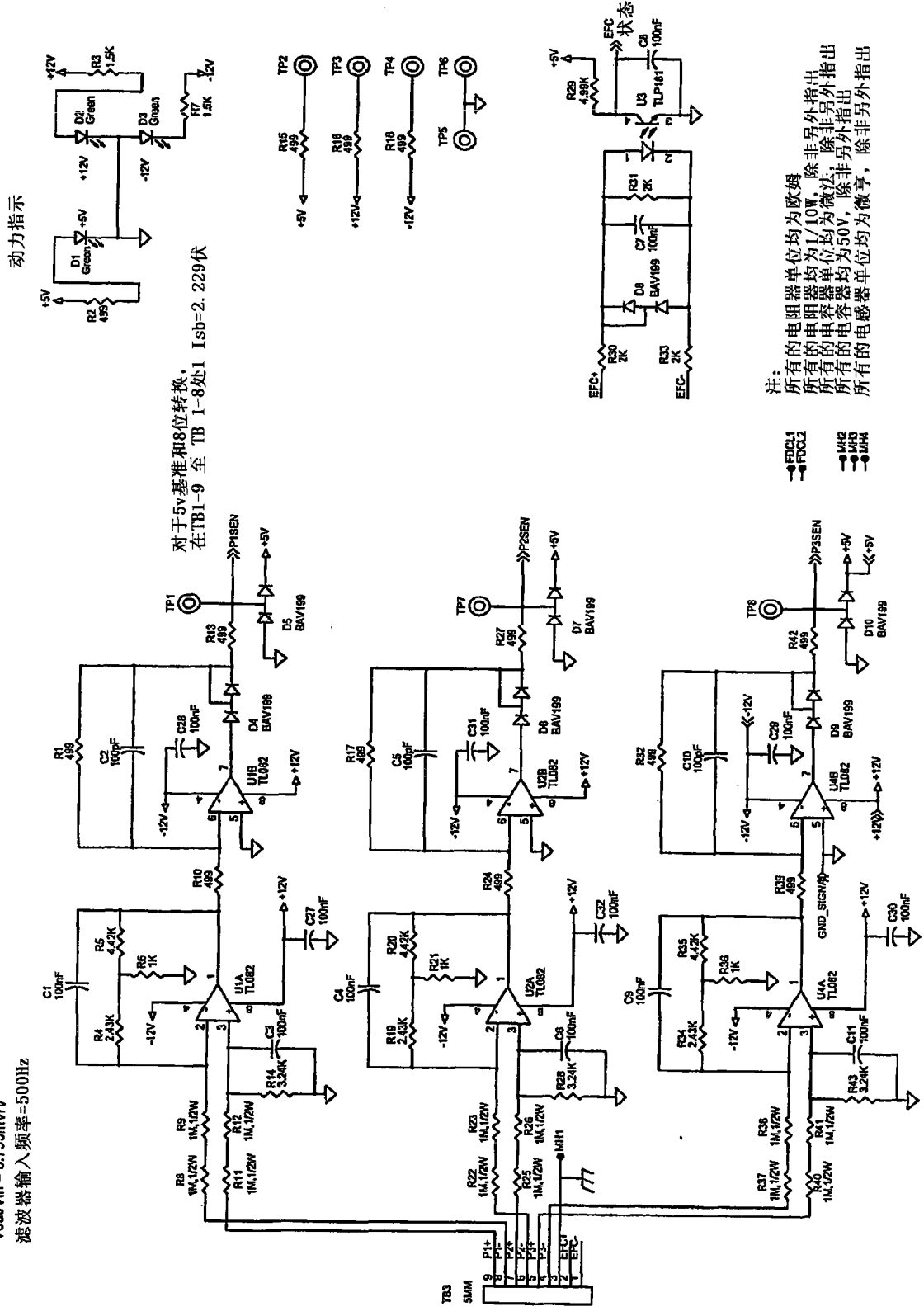
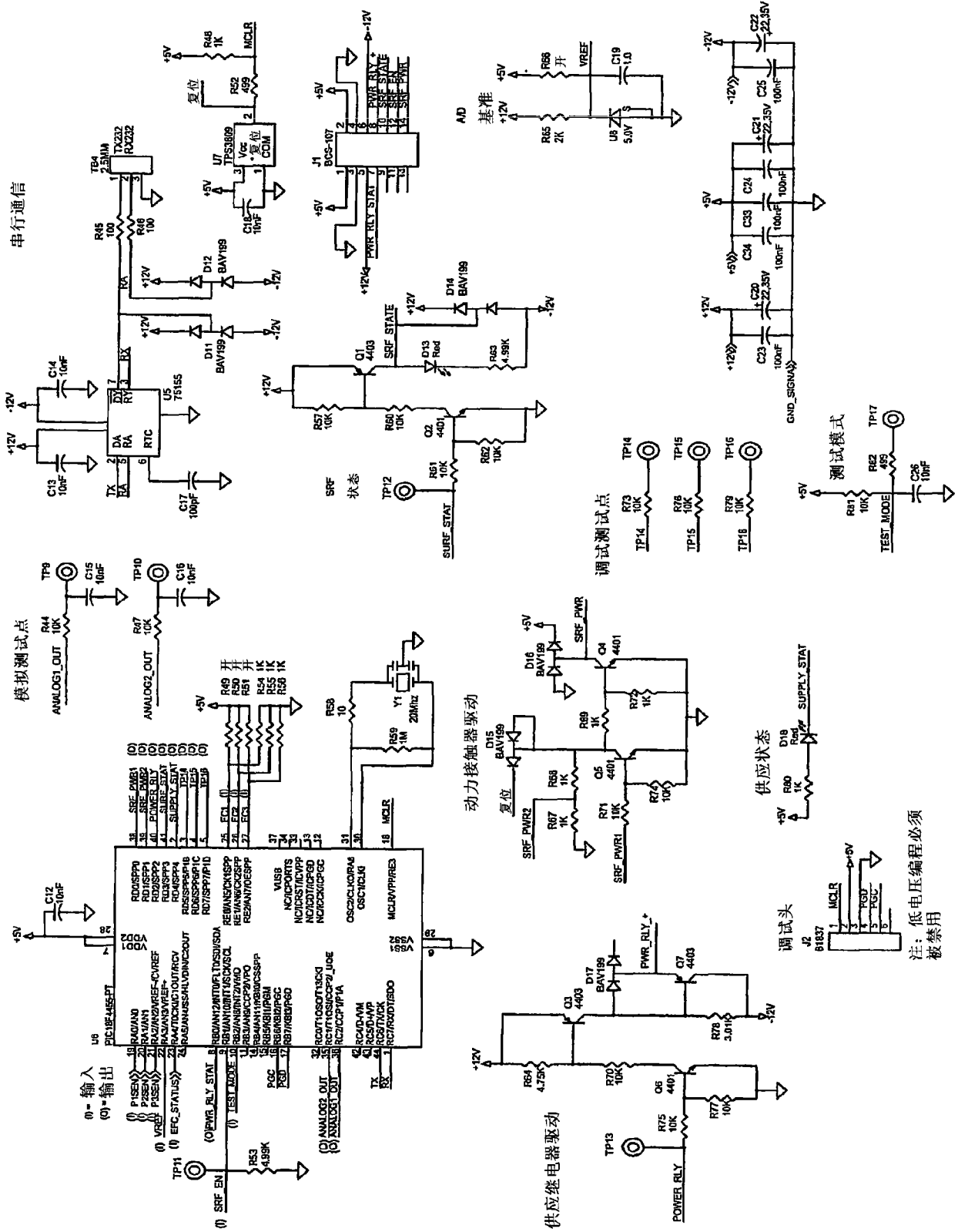


图 7



注：低电压编程必须  
被禁用



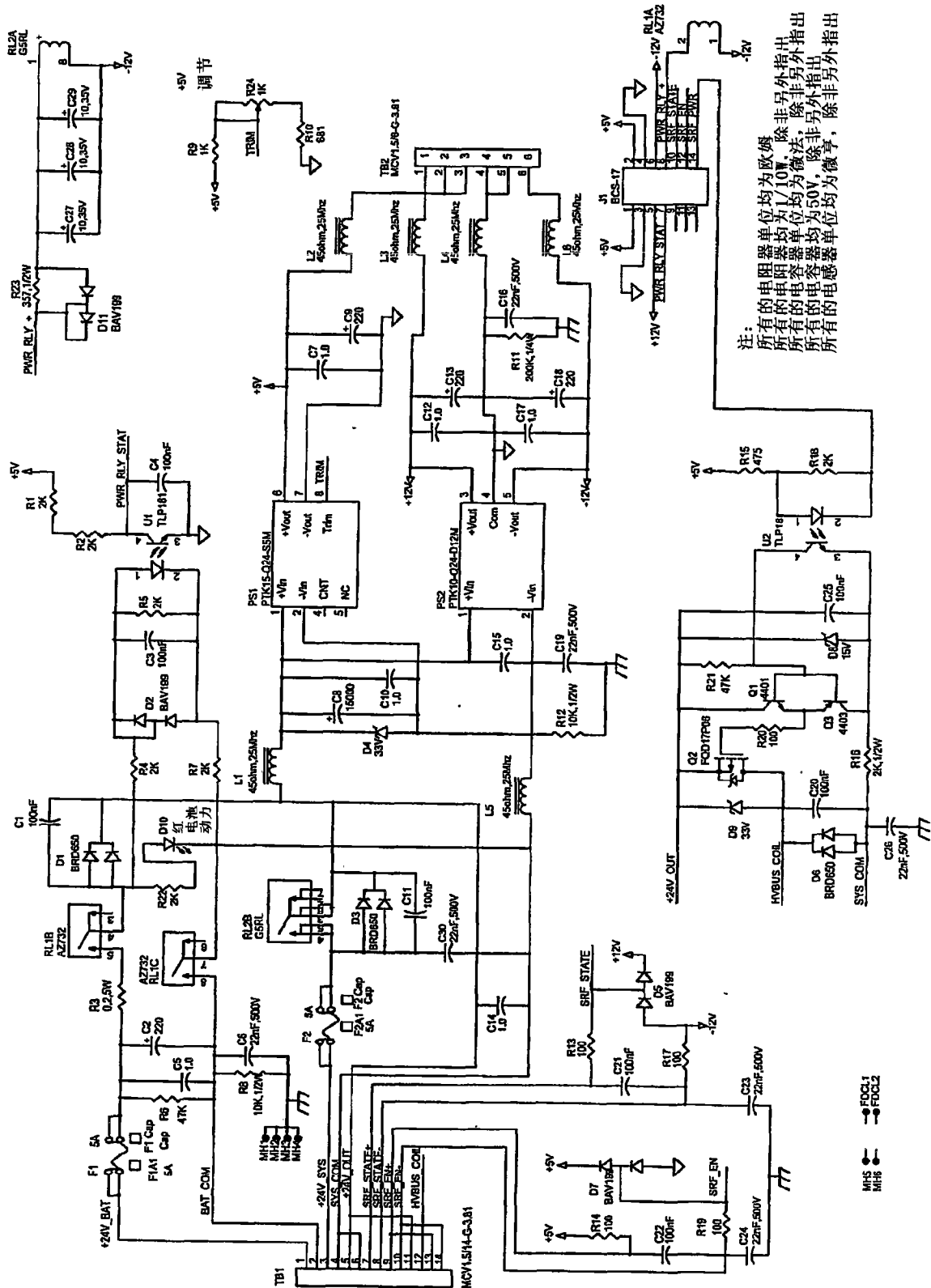


图 9