



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101291068 B

(45) 授权公告日 2012.06.20

(21) 申请号 200710039595.1

(22) 申请日 2007.04.18

(73) 专利权人 上海御能动力科技有限公司
地址 200120 上海市浦东新区张江高科技园
区郭守敬路 351 号 2 号楼 690-18 室

(72) 发明人 赵一凡

(74) 专利代理机构 上海天协和诚知识产权代理
事务所 31216

代理人 张恒康

(56) 对比文件

EP 1244203 A2, 2002.09.25,
WO 03025390 A1, 2003.03.27,
AU 4938999 A, 2000.12.18,
CN 1578094 A, 2005.02.09,
JP 2006238539 A, 2006.09.07,
EP 0540968 A1, 1993.05.12,

审查员 马姗姗

(51) Int. Cl.

H02J 3/38 (2006.01)

H02K 21/12 (2006.01)

H02M 5/44 (2006.01)

H02M 5/45 (2006.01)

H02M 5/458 (2006.01)

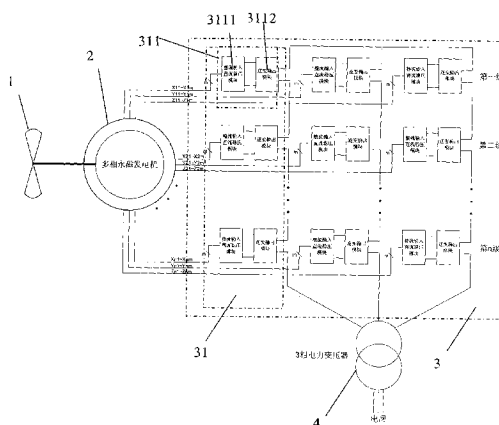
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统

(57) 摘要

本发明提供了一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统,包括依次连接的叶片、风力发电机、电力电子变频与电能转换电路和三相电力变压器,该风力发电机为多相永磁风力发电机,该多相永磁风力发电机的定子电枢绕组为多相结构,其总相数为 $3 \times N \times M$ 相, N 为级联数, M 和 N 为自然数,电力电子变频与电能转换电路包括 $3 \times N$ 个级联式的整流稳压和逆变电力电子模块。本发明通过采用多相永磁风力发电机和与之配套的级联式电力电子变频与电能转换电路,实现了宽广风力发电机工作速度范围和发电输出有功功率和无功功率的全控并网,并且具有可靠性高的特点,能更好地满足大容量发电系统并网要求,尤其适合于高能量回收、高效、大功率风力发电系统。



1. 一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统,包括依次连接的叶片、风力发电机、电力电子变频与电能转换电路和三相电力变压器,其特征在于:

所述的风力发电机为多相永磁风力发电机,该多相永磁风力发电机的定子电枢绕组为多相结构,其总相数为 $3 \times N \times M$ 相,每 M 相绕组构成一个对称集合,各对称集合之间电气独立,对称集合总数为 $3 \times N$ 个,其中, M 为绕组的相数, N 为级联数, M 和 N 为自然数;

所述的电力电子变频与电能转换电路包括 $3 \times N$ 个级联式的整流稳压和逆变电力电子模块,该整流稳压和逆变电力电子模块具有 M 相输入端子以及两个构成整流稳压和逆变电力电子模块的单相电压源输出的输出端子,它的 M 相输入端子与多相永磁风力发电机的 M 相绕组构成的对称集合的 M 相输出端相连,同一相的 N 级整流稳压和逆变电力电子模块的输出端子串联连接以形成一单相,其中:三个单相的一端的输出端子连接以形成风力发电驱动系统的中性点,三个单相的另一端的三个输出端子通过三相电力变压器与电网相连。

2. 根据权利要求 1 所述的一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统,其特征在于:所述的每一整流稳压和逆变电力电子模块包括串联的整流输入直流稳压模块和逆变输出模块。

3. 根据权利要求 2 所述的一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统,其特征在于:所述的绕组的相数 M 为 3,所述的整流输入直流稳压模块为由可控半导体开关器件构成的全控整流电路。

4. 根据权利要求 3 所述的一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统,其特征在于:所述逆变输出模块中的逆变电路为由可控半导体开关器件构成的 H 桥逆变电路。

5. 根据权利要求 2 所述的一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统,其特征在于:所述的绕组的相数 M 为 3,所述的整流输入直流稳压模块包括串联的全桥二极管整流电路和 DC/DC 升压稳压电路。

6. 根据权利要求 5 所述的一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统,其特征在于:所述逆变输出模块中的逆变电路为由可控半导体开关器件构成的 H 桥逆变电路。

7. 根据权利要求 1 所述的一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统,其特征在于:所述的每 M 相绕组构成的一个对称集合以星型方式连接。

一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种风力发电驱动系统,尤其涉及一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统。

[0002] 技术背景

[0003] 在风力发电驱动系统中,通常采用以下几种风力发电驱动系统:

[0004] 1. 定频风力发电驱动系统

[0005] 请参阅图 1,为现有技术中的定频风力发电驱动系统,采用三相异步或同步发电机,定子绕组通过电力变压器并入电网,定子工作频率与电压固定,发电机转子速度不可调或通过改变电机极对数进行阶跃式调节,通过无功补偿装置调节无功功率。

[0006] 这种风力发电驱动系统平均能量回收率低,对发出的有功功率和无功功率的调节能力差,不能满足大容量发电系统并网要求,并且电网扰动通过能力差,需要变速箱,使得系统可靠性降低。

[0007] 2. 双馈感应发电机风力发电驱动系统

[0008] 请参阅图 2,为现有技术中的双馈感应发电机风力发电驱动系统,采用三相绕线转子异步发电机,定子绕组通过电力变压器并入电网,工作频率和电压固定,转子频率和电压可通过电力电子变频与电能转换电路实现连续可调,因而使得发电机转子速度连续可调,电力电子变频与电能转换电路同时可以实现对发出有功和无功功率的完全控制。

[0009] 但是这种风力发电驱动系统由于发电机定子直接与电网连接,使系统的电网扰动通过能力较差,需要变速箱,还需要发电机转子滑环,使得系统可靠性降低。

[0010] 3. 发电功率全控并网式风力发电驱动系统

[0011] 请参阅图 3,为现有技术的发电功率全控并网式风力发电驱动系统,发电机可以是永磁同步、同步、或三相异步发电机,发出的电能全部通过电力电子变频与电能转换电路的控制并入电网,发电机转速在宽广范围内连续可调,电力电子变频与电能转换电路可以实现对发出有功和无功功率的完全控制,电网扰动通过能力强。

[0012] 但是这种发电功率全控并网式风力发电驱动系统由于需要全功率电力电子变频与电能转换电路,典型的电力电子变频与电能转换电路结构如图 4 所示,对于大功率风力发电驱动系统,图 4 所示的交流-直流-交流电力电子变频器中的半导体开关器件需要高电压大电流开关能力,导致系统高成本,并且半导体开关器件在高电压大电流条件下开关容易产生电流电压尖峰,导致元件损坏或使用寿命降低,高电压大电流开关容易产生大量电磁干扰,影响控制系统的可靠性。

发明内容

[0013] 本发明的目的在于克服现有技术的缺陷,而提供一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统,它通过采用多相永磁风力发电机和与之配套的级联式电力电子变频与电能转换电路,实现了宽广风力发电机工作速度范围和发电输出有功功率和无功功率的全控并网,并且具有可靠性强的特点,能更好地满足大容量发电系统并网要求,尤其适合于高能量

回收、高效、大功率风力发电系统。

[0014] 实现上述目的的技术方案是：一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统，包括依次连接的叶片、风力发电机、电力电子变频与电能转换电路和三相电力变压器，其中，

[0015] 所述的风力发电机为多相永磁风力发电机，该多相永磁风力发电机的定子电枢绕组为多相结构，其总相数为 $3 \times N \times M$ 相，每 M 相绕组构成一个对称集合，各对称集合之间电气独立，对称集合总数为 $3 \times N$ 个，其中， M 为绕组的相数， N 为级联数， M 和 N 为自然数；

[0016] 所述的电力电子变频与电能转换电路包括 $3 \times N$ 个级联式的整流稳压和逆变电力电子模块，该整流稳压和逆变电力电子模块具有 M 相输入端子以及两个构成整流稳压和逆变电力电子模块的单相电压源输出的输出端子，它的 M 相输入端子与多相永磁风力发电机的 M 相绕组构成的对称集合的 M 相输出端相连，同一相的 N 级整流稳压和逆变电力电子模块的输出端子串联连接以形成一单相，其中：三个单相的一端的输出端子连接以形成风力发电驱动系统的中性点，三个单相的另一端的三个输出端子通过三相电力变压器与电网相连。

[0017] 上述的一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统，其中，所述的每一整流稳压和逆变电力电子模块包括串联的整流输入直流稳压模块和逆变输出模块。

[0018] 上述的一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统，其中，所述的绕组的相数 M 为 3，所述的整流输入直流稳压模块为由可控半导体开关器件构成的全控整流电路。

[0019] 上述的一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统，其中，所述逆变输出模块中的逆变电路为由可控半导体开关器件构成的 H 桥逆变电路。

[0020] 上述的一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统，其中，所述的绕组的相数 M 为 3，所述的整流输入直流稳压模块包括串联的全桥二极管整流电路和 DC/DC 升压稳压电路。

[0021] 上述的一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统，其中，所述逆变输出模块中的逆变电路为由可控半导体开关器件构成的 H 桥逆变电路。

[0022] 上述的一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统，其中，所述的每 M 相绕组构成的一个对称集合以星型方式连接。

[0023] 本发明的有益效果是：本发明的一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统由于采用了多相永磁风力发电机以及与之配套的级联式电力电子变频与电能转换电路，该级联式电力电子变频与电能转换电路由若干个功率小、电压低、制造简单的整流稳压和逆变电力电子模块构成，使得注入电网的电流谐波分量小，更好地满足大容量发电系统并网要求，采用级联式结构解决了大功率电力电子变频器受功率开关器件能力限制难以实现的问题，并且可以实现系统冗余设计，增加系统可靠性。

[0024] 附图说明

[0025] 图 1 是现有技术的定频风力发电驱动系统结构示意图；

[0026] 图 2 是现有技术的双馈感应发电机风力发电驱动系统结构示意图；

[0027] 图 3 是现有技术的发电功率全控并网式风力发电驱动系统结构示意图；

[0028] 图 4 是现有技术的发电功率全控并网式风力发电驱动系统的电力电子变频与电能转换电路的典型结构示意图；

[0029] 图 5 是本发明的一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统的结构示意图；

[0030] 图 6 是本发明的一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统的整流稳压和逆变电力电子模块实施例之一的结构示意图；

[0031] 图 7 是本发明的一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统的整流稳压和逆变电力电子模块实施例之二的结构示意图。

[0032] 具体实施方式

[0033] 下面将结合附图对本发明的一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统作进一步说明。

[0034] 请参阅图 5 至图 7, 图中示出了本发明的一种发电功率全控并网式风力发电驱动系统, 它包括依次连接的叶片 1、多相永磁风力发电机 2、电力电子变频与电能转换电路 3 和三相电力变压器 4, 本发明中, 由于多相永磁风力发电机具有多极对数, 因此可省去变速箱, 实现直接驱动, 减少系统维护, 增加可靠性, 其中：

[0035] 多相永磁风力发电机 2 的定子电枢绕组为多相结构, 该永磁风力发电机 2 的电磁结构主要由定子电枢绕组、永磁转子、以及定子转子上的导磁材料组成, 其总相数为 $3 \times N \times M$ 相, 每 M 相绕组构成一个对称集合, 对称集合总数为 $3 \times N$ 个, 每 M 相绕组构成的一个对称集合以星型方式连接, 各对称集合之间电气独立, 即无电气连接, 该永磁风力发电机 2 的叶片 1 和转子在风力驱动下旋转, 从而带动转子上的永磁体转动并在定子和转子之间的气隙内产生旋转磁场, 气隙内的磁场通过定子和转子上的导磁材料形成闭合磁路并在各定子绕组内产生交变感应电势。该永磁风力发电机 2 的每 M 相绕组构成一个对称集合, 即 M 个相绕组内的反电势构成一组相序对称的电压源, 由于各个对称集合之间电气独立, 因此可以认为每 M 相绕组构成的对称集合形成一个单独的交流永磁发电机, 而整体的发电机 2 是由 $3 \times N$ 个独立的 M 相永磁发电机组和而成的, 其中, M 为绕组的相数, N 为级联数, M 和 N 为自然数；

[0036] 电力电子变频与电能转换电路 3 包括 $3 \times N$ 个具有整流、稳压、和逆变功能的级联式的整流稳压和逆变电力电子模块 311, 该整流稳压和逆变电力电子模块具有 M 相输入端子以及两个构成整流稳压和逆变电力电子模块的单相电压源输出的输出端子, 它的 M 相输入端子与多相永磁风力发电机的 M 相绕组构成的对称集合的 M 相输出端相连, 同一相的 N 级整流稳压和逆变电力电子模块 311 的输出端子串联连接以形成一单相 31, 其中三个单相 31 的一端的输出端子连接以形成风力发电驱动系统的中性点, 三个单相 31 的另一端的三个输出端子通过三相电力变压器 4 与电网相连；

[0037] 每一整流稳压和逆变电力电子模块 311 包括串联的整流输入直流稳压模块 3111 和逆变输出模块 3112。

[0038] 当绕组的相数 M 为 3 时, 本实施例列举了两种整流稳压和逆变电力电子模块 311 的电路。

[0039] 请参阅图 6, 示出了本发明的一种整流稳压和逆变电力电子模块 311', 它的整流输入直流稳压模块 3111' 为由可控半导体开关器件构成的全控整流电路, 逆变输出模块 3112' 中的逆变电路为由可控半导体开关器件构成的 H 桥逆变电路, 通过控制可控半导体开关器件的开关同时实现对三相交流输入电压整流和直流电压稳压功能。

[0040] 请参阅图 7, 示出了本发明的另一种整流稳压和逆变电力电子模块 311", 它的整流输入直流稳压模块 3111" 包括串联的全桥二极管整流电路和 DC/DC 升压稳压电路, 逆变

输出模块 3112”中的逆变电路为由可控半导体开关器件构成的 H 桥逆变电路,该电路对输入侧采用全桥二极管整流电路对三相交流输入电压进行整流,得到其幅值随转子速度变化的直流电压。进而通过 DC/DC 升压稳压电路把直流电压稳定在满足模块输出电压要求的设定值,经过稳压的直流电压进而通过逆变输出模块 3112”中的逆变电路转换为电压和频率均为可调的单相电压源,作为模块的输出。

[0041] 综上所述,本发明通过转子速度调节可在宽广风叶速度范围实现最大发电功率跟随,因而平均能量转换率高;发出的有功和无功功率连续可控,注入电网的电流谐波分量小,更好地满足大容量发电系统并网要求;发电机与电网之间通过电力电子电能转换电路解耦,使系统具有强的电网扰动通过能力;无需发电机转子滑环,减少系统维护,增加可靠性;可以省去变速箱,实现直接驱动,减少系统维护,增加可靠性;采用级联式电力电子变频与能量转换电路,解决了大功率电力电子变频器受功率开关器件能力限制难以实现的问题,可以实现系统冗余设计,增加可靠性;开关过程中产生的电子干扰小,系统可靠性高;电力电子整流稳压与逆变模块功率小,电压低,制造简单,容易实现大批量生产。

[0042] 需要说明的是:以上仅用以说明而非限制本发明的技术方案,尽管参照上述实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解:依然可以对本发明进行修改或者等同替换,而不脱离本发明的精神和范围的任何修改或局部替换,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

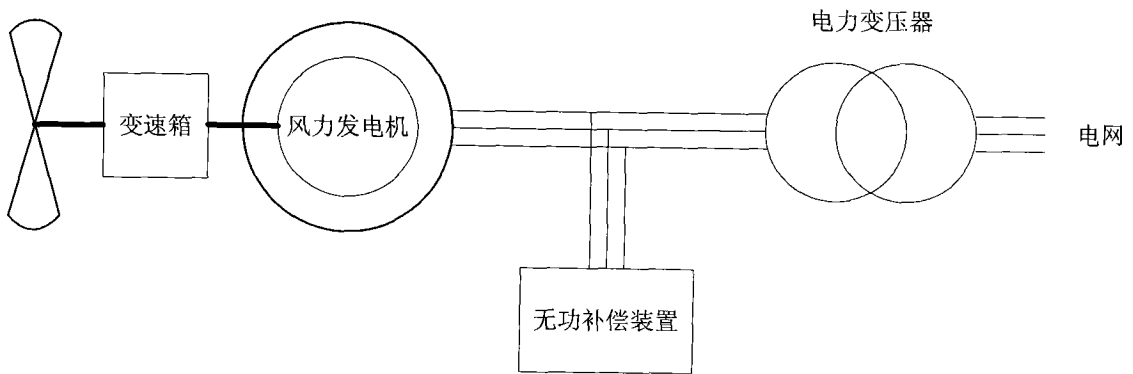


图 1

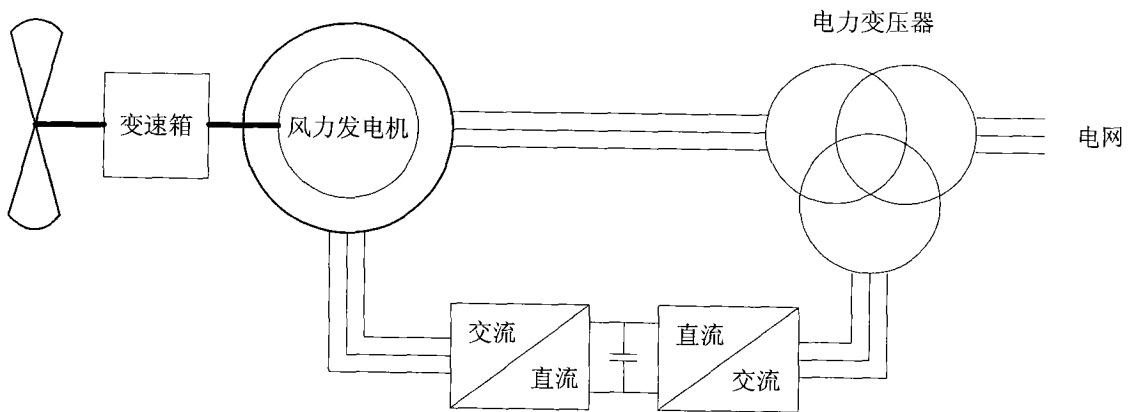


图 2

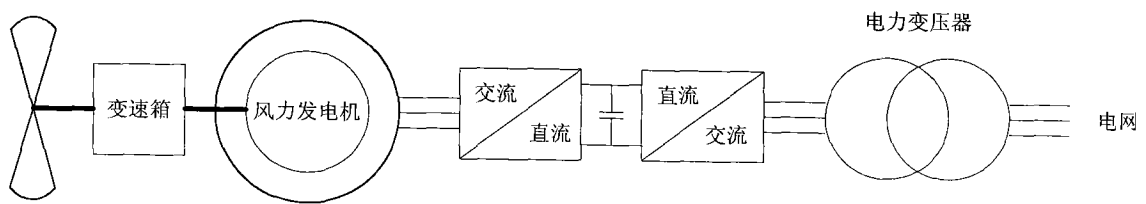


图 3

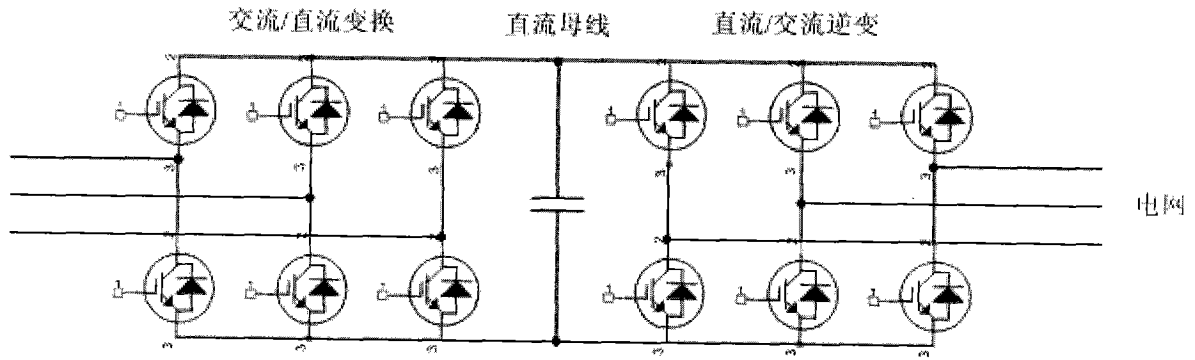


图 4

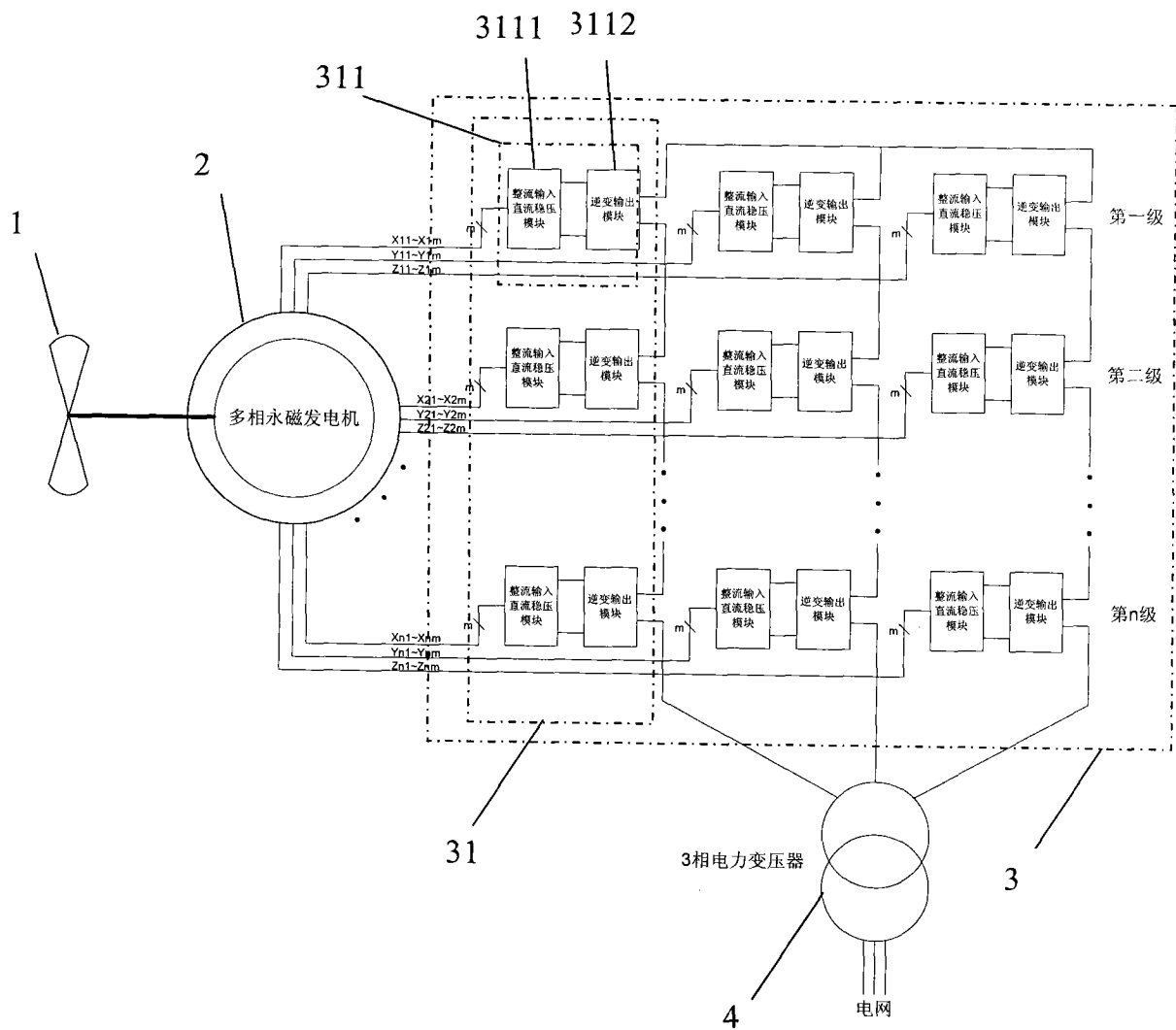


图 5

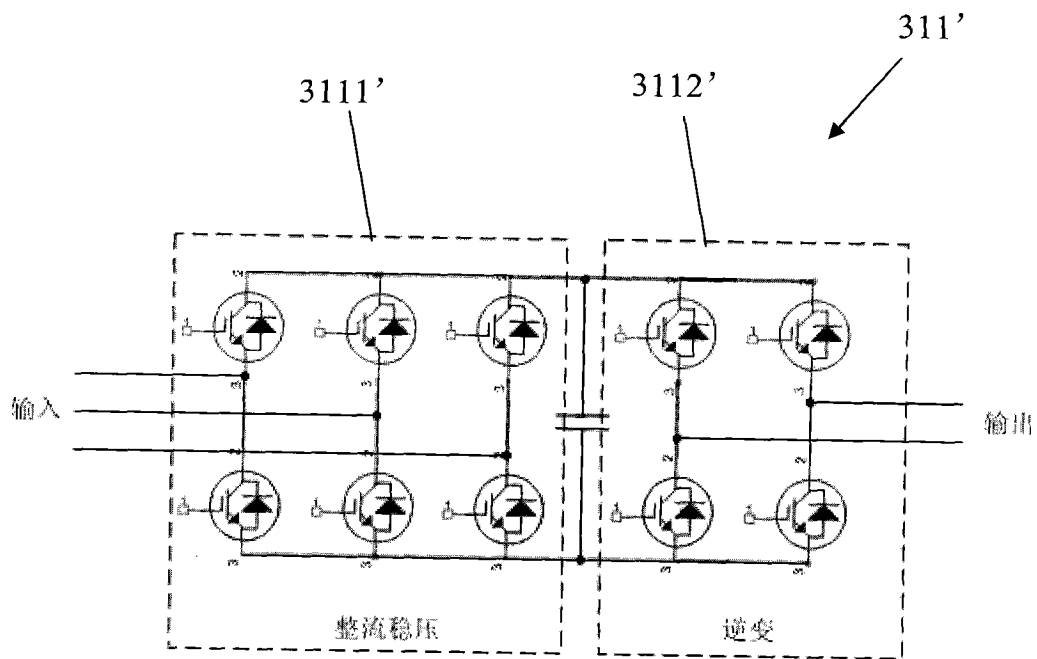


图 6

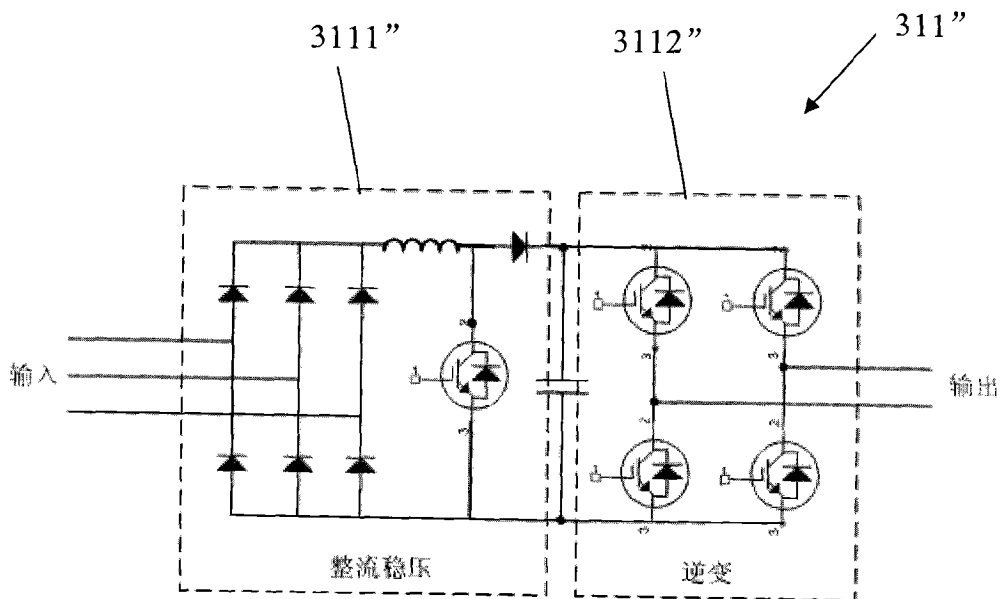


图 7