



1. 一种用于向汽车电气用户设备提供动力的蓄能系统 (15), 该蓄能系统 (15) 包括:  
 蓄电池 (20);  
 与所述蓄电池 (20) 接线端子并行连接的电容元件 (21);  
 在所述蓄电池 (20) 和所述电容元件 (21) 之间串行连接到所述蓄电池 (20) 上的电感元件 (22);

所述蓄能系统 (15), 其特征在于: 在所述蓄电池 (20) 的充电和放电瞬间, 可以有效地调节所述蓄电池 (20) 和所述电容元件 (21) 之间的功率和能量流;

所测蓄电池 (20) 容量 (Ah) 和所测电容元件 (21) 电容量 (F) 之比小于 1; 和

所测蓄电池 (20) 容量 (Ah) 和所测电感元件 (22) 电感量 ( $\mu\text{H}$ ) 之比小于 1。

2. 根据权利要求 1 所述的蓄能系统 (15), 其特征在于: 所测蓄电池 (20) 容量 (Ah) 和所测电感元件 (22) 电感量 ( $\mu\text{H}$ ) 之比低于 0.5。

3. 根据权利要求 1 所述的蓄能系统 (15), 其特征在于: 所测蓄电池 (20) 容量 (Ah) 和所测电感元件 (22) 电感量 ( $\mu\text{H}$ ) 之比低于 0.25。

4. 根据权利要求 1 所述的蓄能系统 (15), 其特征在于: 首先确定所述电容元件 (21) 的电容量, 然后, 所述电感元件 (22) 的电感量作为所述电容元件 (21) 的电容量的函数来确定。

5. 根据权利要求 4 所述的蓄能系统 (15), 其特征在于: 所述电容元件 (21) 的电容量应能使所述电容元件 (21) 储存足够的能量以在所述蓄电池 (20) 的放电瞬间预先确定的初始时间间隔期间独立地向汽车电气用户设备供电。

6. 根据权利要求 5 所述的蓄能系统 (15), 其特征在于: 所述电容元件 (21) 的规格应满足以下要求:

- 在所述蓄电池 (20) 的放电瞬间的初始时间间隔期间, 所述电容元件 (21) 可承受的最大电流大于所述电容元件 (21) 的最大供电电流;

- 所述电容元件 (21) 可承受的最大电压大于最大充电电压;

- 在所述蓄电池 (20) 的放电瞬间初始时间间隔期间, 所述电容元件 (21) 能够提供的能量大于电气用户设备所要求的能量;

- 在所述蓄电池 (20) 的放电瞬间初始时间间隔结束时, 所述电容元件 (21) 接线端子处的电压大于电气用户设备的最小电源电压。

7. 根据权利要求 6 所述的蓄能系统 (15), 其特征在于: 所述电容元件 (21) 的规格可按照下述公式确定:

$$E_{TRANS} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot (V_{NOM}^2 - V_{MIN}^2)$$

式中:

$E_{TRANS}$  在所述蓄电池 (20) 的放电瞬间初始时间间隔期间, 电气用户设备所需要的能量;

C 所述电容元件 (21) 的总电容量;

$V_{NOM}$  所述电容元件 (21) 接线端子处的额定静止电压;

$V_{MIN}$  电气用户设备的最小电源电压。

8. 根据权利要求 4 所述的蓄能系统 (15), 其特征在于: 所述电容元件 (21) 的电容量规

格应在所述蓄电池 (20) 的充电瞬间的预先确定初始时间间隔期间能使所述电容元件 (21) 吸收汽车的电气用户设备所提供的能量。

9. 根据权利要求 8 所述的蓄能系统 (15), 其特征在于: 所述电容元件 (21) 的规格按照下式确定:

$$E_{TRANS} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot (V_{MAX}^2 - V_{NOM}^2)$$

式中:

$E_{TRANS}$  在所述蓄电池 (20) 的充电瞬间的初始时间间隔期间, 电气用户设备所提供的能量;

$C$  所述电容元件 (21) 的总电容量;

$V_{NOM}$  所述电容元件 (21) 接线端子处的额定静止电压;

$V_{MAX}$  在所述蓄电池 (20) 的充电瞬间初始时间间隔期间, 所述电容元件 (21) 接线端子处的最大充电电压。

10. 根据权利要求 1 所述的蓄能系统 (15), 其特征在于: 所述电感元件 (22) 的电感量可按下式给出:

$$L = R_T \cdot \tau$$

式中:

$L$  所述电感元件 (22) 的电感量;

$R_T$  等于所述蓄电池 (20) 内部电阻  $R_B$  和所述电感元件 (22) 电阻  $R_L$  之和的总电阻;

$\tau$  所述蓄电池 (20) 和电感元件 (22) 所确定的串联支路的时间常数, 该时间常数范围在所述蓄电池 (20) 的放电瞬间预定初始时间间隔的 1/3 和 1/5 之间。

11. 根据权利要求 10 所述的蓄能系统 (15), 其特征在于: 所述蓄电池 (20) 和所述电感元件 (22) 所确定的串联支路的时间常数等于所述蓄电池 (20) 的放电瞬间预定初始时间间隔的 1/4。

12. 根据权利要求 1 所述的蓄能系统 (15), 其特征在于: 所述蓄电池 (20) 的放电瞬间的初始时间间隔的长短是在所述蓄电池 (20) 的放电瞬间所述蓄能系统 (15) 需提供的供电电流的时间模式的函数和在所述蓄电池 (20) 的放电瞬间所述蓄电池 (20) 所提供的期望最大供电电流的函数。

13. 根据权利要求 12 所述的蓄能系统 (15), 其特征在于: 所述蓄电池 (20) 的放电瞬间的初始时间间隔的长短等于在所述蓄电池 (20) 的放电瞬间所述蓄能系统 (15) 所提供的供电电流所必需的时间间隔, 以使所述蓄能系统 (15) 所提供的电流等于所述蓄电池 (20) 的放电瞬间所述蓄电池 (20) 所提供的期望最大电流。

14. 根据权利要求 1 所述的蓄能系统 (15), 其特征在于: 所述电容元件 (21) 包括由若干超级电容器元件组成的模块。

15. 根据权利要求 14 所述的蓄能系统 (15), 其特征在于: 所述超级电容器属于“双层电容器”类型。

16. 根据权利要求 1 所述的蓄能系统 (15), 其特征在于: 所述电容元件 (21) 包括平衡电路。

17. 根据权利要求 1 所述的蓄能系统 (15), 其特征在于: 包括箱体 (18), 用来安装所述

蓄电池 (20)、所述电感元件 (22) 和所述电容元件 (21), 并包含用于与汽车电气系统连接的接线端子 (19)。

## 向汽车电气用户设备供电的蓄能系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种向汽车电气用户设备供电的蓄能系统。

[0002] 本发明可以应用于汽车工业,并在汽车工业中产生良好的效果。下面仅结合示例,对本发明给予介绍。

### 背景技术

[0003] 目前,人们普遍认为需要采取更有效的技术来解决私家汽车和公共客车所带来的一些问题。尤其是,人们愈来愈将注意力集中在从根本上降低能源消耗,真正减少污染和噪声辐射,特别是城市地区。所有这些问题都是人们普遍关心的。而且,目前汽车工业无不都在研究和开发能够提供至少部分解决方案,减少对人类生存环境影响的汽车。

[0004] 正因为如此,安装高效、低污染驱动系统的创新型汽车正在逐渐得到普遍使用。在这方面,人们特别感兴趣的是开发了所谓的“混合”型汽车,即 HEVs (Hybrid Electric Vehicles)。这类汽车型号多种多样,它们集成了一种电力系统、可逆储能系统和由电机与内燃机组成的驱动系统;依据混合程度,依次分类为“轻度 HEV (Mild HEV)”、“中度 HEV (Medium HEV)”和“完全 HEV (Full HEV)”。

[0005] 目前,最普遍使用的汽车是属于最小混合或“轻度 HEV”或者“轻度混合动力汽车”类。这类混合动力汽车,是在传统型号的汽车上加装了一种电力驱动装置,可在非常短的距离上,或者特别是在短期应用环境下使用。重要的是,甚至采用混合动力程度很低的汽车也能具有降低能耗,减少污染排放等优点,特别是在城市地区行驶的车辆。

[0006] 普通汽车通常都使用一个 12 伏铅酸蓄电池,该蓄电池能够提供 400-800 瓦的平均功率和 1500-3500 瓦的峰值功率(只有在起动发动机时才需要)。另一方面,“轻度 HEV”装备能够提供 2500-3500 瓦的平均功率和 8000-11000 瓦的峰值功率(只有在起动发动机时才需要)的蓄电池(或蓄电池组)。

[0007] 在“停止一起动”模式下,当汽车是停止的或将要停止时(通常是由于交通原因,例如遇到红灯或交叉路口需要让行时),内燃机切断,而当司机踩下油门时,内燃机则又起动了。在起动期间,汽车的电动起动机就消耗掉相当大的电能,结果大大地增加了汽车蓄电池的压力,减少了蓄电池的电荷。因此,在“停车-起动”模式下,由于内燃机高频率地启动,特别是在城市交通环境下,汽车蓄电池的使用强度加大了。

[0008] 同样,在再生制动模式下,由于蓄电池不得不在很短的时间内吸收大量的电能,从而对汽车蓄电池带来很大的压力。在再生制动模式下,汽车的减速通常会产生电能,该电能是存储在汽车蓄电池内,这样就至少回收了部分动能。然而,这部分动能在普通汽车上,则会因为采用传统制动系统,而以热的形式被散发掉。

[0009] 在汽车蓄电池中,控制当内燃机起动时急剧释放瞬间过程中出现的功率和能量流,是一件需要慎重处理的事情,特别是当蓄电池同时向其它几个电气设备供电时。事实上,考虑到此阶段所需要的高瞬态功率,电气设备同时工作时造成的电池能量下降,可严重地影响内燃机的起动。

[0010] 为了解决这些问题,人们提出了多种选择方案。所有这些解决方案主要都是基于以蓄电池和超级电容相结合而组成的蓄能系统。在已知的这类蓄能系统中,能量流是通过预先设定的控制逻辑来控制的,该控制逻辑电路要求制作和使用特别的电子控制电路,因此,就使得系统更加复杂,同时,增加了生产和日常维护的成本费用。

[0011] 发明内容

[0012] 本发明的目的是提供一种蓄能系统,为电动汽车电气用户设备提供动力,以便解决上述问题。该发明生产成本低,且容易生产,尤其在充电和放电瞬间,能有效地控制功率和能量流。

[0013] 按照本发明,提供一种蓄能系统,向汽车电气用户设备提供动力。该蓄能系统包括:

[0014] 蓄电池;

[0015] 与蓄电池接线端子并行连接的电容元件;

[0016] 在蓄电池和电容元件之间串行连接到蓄电池上的电感元件;

[0017] 蓄能系统,其特征在于:在蓄电池 20 的充电和放电瞬间,可以有效地调节蓄电池和电容元件之间的功率和能量流;

[0018] 所测蓄电池电容量和所测电容元件电容量之比小于 1;

[0019] 所测蓄电池电容量和所测电感元件电感量之比小于 1。

#### 附图说明

[0020] 下面结合附图,通过示例对本发明若干非限定性的实施例进行了介绍:

[0021] 图 1 是混合机汽的传动系中机械连接电机和内燃机的四种可能方案;

[0022] 图 2 是按照本发明具有蓄能系统的混合机车传动系示意图;

[0023] 图 3 是热起动期间在一个标准汽车蓄电池的接线端子处测量的电压和电流的时间关系图;

[0024] 图 4 是图 3 的详图;

[0025] 图 5 和图 6 是热起动期间依据本发明的蓄能系统的电压和电流时间图表;

[0026] 图 7 是冷起动期间在一个标准汽车蓄电池的接线端子处测得的电压和电流的时间图表;

[0027] 图 8 和图 9 是冷起动期间依据本发明的蓄能系统的电压和电流时间图表;

[0028] 图 10 是再生制动期间一个标准汽车蓄电池接线端子处测得的电流的时间图表;

[0029] 图 11 和图 12 是再生制动期间依据本发明的蓄能系统的电压和电流时间图表。

#### 具体实施方式

[0030] 图 1 中的序号 1 表示混合机车(图中未示)的整个传动系。传动系 1 包括内燃机 2,该内燃机 2 具有一个通过插入离合器 5 与变速箱 4 相连接的驱动轴 3;变速箱 4 带有通过离合器 5 的插入而与驱动轴 3 形成机械连接的输入轴 6,和机械连接到混合机车的驱动轮(图中未示)的输出轴 7。传动系 1 还包括既可作为电动机使用又可作为发电机使用的可逆电机 8。

[0031] 在不同的实施例中,可逆电机 8 可安装在内燃机 2 的驱动轴 3 上,在离合器 5 的上

游（图 1a）；也有安装在变速箱 4 的输入轴 6 上，在离合器 5 的下游处（图 1b），也有安装在变速箱 4 的输出轴 7 上（图 1c），或连接到副轴 9 上，形成一个角度，与内燃机 2 的驱动轴 3 构成一个整体（图 1d）。

[0032] 图 2 是图 1d 结构的示例，在这个示例中，可逆电机 8 连接到副轴 9 上，形成一个角度，与内燃机 2 的驱动轴 3 构成一个整体。更具体地说，副轴 9 连接在内燃机 2 的驱动轴上，与离合器 5 和变速箱 4 相对，并通过一个三角皮带传动机构 11 与滑轮 10 相连接，皮带传动机构同时将动能传输给辅助负载，而辅助负载是通过液压力转向泵 12 和空调压缩机 13 来确定。最好通过电磁离合器 14 将滑轮 10 连接到内燃机 2 的驱动轴 3。

[0033] 可逆电机 8 是一个交流电机，它通过双向电子变换器 16 与直流蓄能系统 15 电连接，从而使可逆电机 8 能够作为发电机和电动机工作。许多车上的直流电气设备 17（内外照明设备、空调、收音机等）也都连接到蓄能系统 15 并由蓄能系统 15 直接供电。

[0034] 重要的是，图 2 的传动系 1 的结构，即使在内燃机 2 关闭的情况下，借助电磁离合器 14 可使车上的所有功能维持工作（动力转向、空调、电气设备等）。因此，传动系 1 能够在“停止 - 起动”模式下工作；在这种模式下，在汽车停止不动或将要停止时，内燃机 2 可以停车（一般都是在交通行驶车流拥堵情况下，诸如遇到红灯或交通路口让行时），当司机踩下油门时，内燃机可以重新起动。

[0035] 此外，电子变换器 16 是双向的，图 2 中的传动系 1 可以在再生制动模式下工作，此时汽车的减速通常会产生电能，该电能便储存在蓄能系统 15 中，从而至少可回收部分动能。然而，这部分动能在普通汽车上，则会因为采用传统制动系统，而以热的形式被散发掉。

[0036] 蓄能系统 15 包括带有两个外部接线端子 19 的箱体 18。在外部接线端子 19 上，连接有蓄电池 20（例如一个 12 伏的铅酸电池）、与蓄电池 20 并联的电容元件 21 和与蓄电池 20 端部串行连接的电感元件 22，该电感元件 22 接在蓄电池 20 和电容元件 21 之间。

[0037] 正如后面将要详细介绍并通过测试结果验证的那样，电感元件 22 在蓄电池 20 的充电和放电瞬间，可以在蓄电池 20 和电容元件 21 之间进行功率和能量流的差动分配，与此同时，仍不影响这两个元件的互补特性。

[0038] 为了有效地在蓄电池 20 的放电瞬间（即蓄电池 20 提供电能时）和蓄电池 20 的充电瞬间（即蓄电池 20 吸收电能时）调节蓄电池 20 和电容元件 21 之间的功率和能量流，所测蓄电池 20 容量 (Ah) 和所测电容元件 21 的电容量 (F) 之比小于 1，且所测蓄电池 20 容量 (Ah) 和所测电感元件 22 的电感量 ( $\mu\text{H}$ ) 之比小于 1。

[0039] 更具体地说，当所测蓄电池 20 的容量 (Ah) 和所测电感元件 22 的电感量 ( $\mu\text{H}$ ) 之比小于 0.5，最好是小于 0.25 时，则可以实现蓄电池 20 的充电和放电瞬间蓄电池 20 和电感元件 21 之间功率和能量流的最佳调节。

[0040] 在一个优选实施例中，首先确定了电容元件 21 的电容量，然后，电感元件 22 的电感量再根据电容元件 21 的电容量的函数来确定。电容元件 21 的电容量一般是按照这种原则确定，即电容元件 21 应能储存足够的电能，从而在预先确定的放电瞬间初始时间间隔期间单独向汽车电气用户设备（电气设备 17 和作为电动机使用的可逆电机 8）供电。

[0041] 电容元件 21 的规格，应满足以下要求：

[0042] - 电容元件 21 可承受的最大电流大于在蓄电池 20 的放电瞬间初始时间间隔期间电容元件 21 所要求的最大供电电流；

[0043] - 电容元件 21 可承受的最大电压大于最大放电电压；

[0044] - 电容元件 21 可提供的电能大于在蓄电池 20 的放电瞬间初始时间间隔期间电气用户设备所需要的电能；

[0045] - 在所述蓄电池 20 的放电瞬间初始时间间隔结束时，电容元件 21 接线端子处的电压大于电气用户设备最小供应电压；

[0046] 因此，按照下述公式，电容元件 21 的规格如下：

$$[0047] \quad E_{TRANS} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot (V_{NOM}^2 - V_{MIN}^2)$$

[0048] 式中：

[0049]  $E_{TRANS}$  在蓄电池 20 的放电瞬间初始时间间隔期间，电气用户设备所需要的电能；

[0050] C 电容元件 21 的总电容量；

[0051]  $V_{NOM}$  电容元件 21 接线端子处的额定静止电压；

[0052]  $V_{MIN}$  电气用户设备的最小电源电压

[0053] 电容元件 21 的电容量规格也可以这样确定，即在预先确定的蓄电池 20 充电瞬间初始时间间隔期间，可使电容元件 21 能够吸收汽车电气用户设备所提供的能量（即在再生制动期间通过作为发电机使用的可逆电机 8 提供）。

[0054] 在这种情况下，按照下列公式，电容元件 21 的规格可以是：

$$[0055] \quad E_{TRANS} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot (V_{MAX}^2 - V_{NOM}^2)$$

[0056] 式中：

[0057]  $E_{TRANS}$  在蓄电池 20 充电瞬间初始时间间隔期间电气用户设备所提供的能量；

[0058] C 电容元件 21 的总电容量；

[0059]  $V_{NOM}$  电容元件 21 接线端子处的额定静止电压；

[0060]  $V_{MAX}$  在蓄电池 20 充电瞬间初始时间间隔期间电容元件 21 接线端子处的最大充电电压。

[0061] 电感元件 22 的电感量可按照下列公式给出：

$$[0062] \quad L = R_T \cdot \tau$$

[0063] 式中：

[0064] L 电感元件 22 的电感量；

[0065]  $R_T$  总电阻，等于蓄电池 20 内部电阻  $R_b$  和电感元件 22 电阻  $R_L$  之和；

[0066]  $\tau$  蓄电池 20 和电感元件 22 所确定的串联支路的时间常数，该时间常数范围在蓄电池 20 的放电瞬间预定初始时间间隔的 1/3 到 1/5 之间。

[0067] 一般来讲，蓄电池 20 和电感元件 22 所确定的串联支路的时间常数，可以估算为蓄电池 20 的放电瞬间预定初始时间间隔的 1/4。

[0068] 蓄电池 20 的放电瞬间的初始时间间隔的长短，是以蓄电池 20 的放电瞬间蓄能系统 15 所需供电电流时间模式的函数和该放电瞬间蓄电池 20 所提供的最大供电电流的函数来确定的。具体地说，蓄电池 20 的放电瞬间初始时间间隔的长短等于供电电流所必需的时间间隔，该供电电流是蓄能系统 15 在蓄电池 20 的放电瞬间所需要的，与蓄电池 20 的放电瞬间蓄电池 20 的预定最大电流相等。

[0069] 在一个优选实施例中，电容元件 21 至少包括一个由若干超级电容器元件组成的模组，例如“双层电容器”，和平衡电路（图中未详细示出）。由于电容元件 21 自放电所造



成的散能效果总的来讲可以忽略不计（大约 1Wh/日），所以一般都不需要散能设备，但是，显而易见，这种散能设备可以很容易地集成到蓄能系统 15 中。

[0070] 在蓄能系统 15 正常工作期间，由于电容元件 21 的干预，蓄电池 20 的放电或充电瞬间最初得到支撑；然而，一旦初始瞬间结束，蓄电池 20 就可以提供和吸收所涉及的电能。

[0071] 已经对上述蓄能系统 15 的使用进行了若干次比较试验，下面简要介绍其中一些试验的结果。

[0072] 其中一些试验是在 **FIAT® Punto®** 汽车上进行的。该车使用的汽油内燃机是直列式 4 缸发动机，1200cc。该车首先安装了标准的 44Ah 电容量、12 伏铅酸蓄电池，随后又安装了上述的事宜规格的蓄能系统 15。

[0073] 首先，在标准蓄电池接线端子处进行了电流和电压的测量，记录了热起动和冷起动的能量吸收情况。接着，又对蓄能系统 15 接线端子 19 处的电流和电压进行了测量，记录了热起动和冷起动的能量吸收情况。

[0074] 图 3 示出了该车在热起动时标准蓄电池接线端子处所测量的电压 V 和电流 A 的图表。可以看出，在起动时，在不同的时间出现了两个典型的阶段：起动瞬间阶段和稳态阶段。

[0075] 图 4 示出了图 3 图表瞬间阶段的详细说明。参见图 4，内燃机的起动是在大约 750ms 内完成。通过观察图 4 中电压和电流吸收图形，能够确定瞬间持续时间，在这个图例中，瞬间持续时间是大约 250ms。因此，表示内燃机 2 起动的总时间是：总起动时间 750ms，其中瞬间时间 250ms，稳态阶段是 500ms。

[0076] 下面几张表列出了根据图 4 测量结果计算出的各个不同阶段的功率和能量。

[0077]

	电流	电压	功率	能量
	[A]	[V]	[W]	[J]
最大	357	11.8	3213	
最小	19	8.8	224	
中等	188	10.0	1856	
总数				465

[0078] 表 1- 放电瞬间 0-250ms

[0079]

	电流	电压	功率	能量
	[A]	[V]	[W]	闭
最大	201	10.8	1970	
最小	73	9.6	788	
中等	112	10.4	1160	
总数				580

[0080] 表 2- 稳态阶段 250-750ms

[0081]

	电流	电压	功率	能量
	[A]	[V]	[W]	[J]
最大	357	11.8	3213	
最小	19	8.8	224	
中等	137	10.3	1392	
总数				1045

[0082] 表 3- 总起动时间 0-750ms

[0083] 如表 1 所示,在瞬间阶段,相当于工作的前 250ms,蓄电池 20 所承受的最大电流等于 357A。

[0084] 为了使这种比较尽可能的具有代表性,测试汽车上的蓄能系统 15 包括与标准蓄电池相似的蓄电池 20,即 44Ah,12 伏铅酸电池。测试汽车上的蓄能系统 15 的电容元件 21 包括六个串行连接的超级电容器元件,例如“双层电容器”,每个电容器 2.5 伏,因此,当可逆电机 8 作为一个发电机以大约 14 伏的电压工作时,它也可以在再生制动阶段和再充电阶段工作。

[0085] 关于电容元件 21 的其它功能,确定电容元件 21 应能够支持蓄电池 20 的放电瞬间(相当于蓄电池工作时的前 250ms)和内燃机的整个起动阶段(持续 750ms)。在表 1 和表 3 所示的这两个工作要求和测量结果的基础上,电容元件 21 的特性如下:

[0086]

每个元件的电压	2.5V
每个元件的电容量	12.5F
元件数 / 链接方式	6 / 串行
最大电压	15V
总电容量	75F
平衡电路 / 类型	是 / 主动
散能设备	无

[0087] 表 4- 电容元件 21

[0088] 关于电容元件 21 自放电所造成的蓄能系统容量下降,可从 12 伏放电到 9 伏(在 20 小时内)的 44Ah 铅酸蓄电池 20,产生大约 590Wh 的能量。既然电容元件 21 自放电所散失掉的电能大约为 1.0Wh/日,也就是,相对于蓄电池 20 的容量而言是可以忽略不计的,无需提供任何设备来平衡电容元件 21 的自放电。

[0089] 如表 2 所示,在大约 500ms 的稳态阶段,电气负载吸取了大约 110A 的平均电流。电感元件 22 的作用是,一旦电容元件 21 所支持的蓄电池 20 的大概 250ms 的初始放电瞬间时间超过时,它必须能够使蓄电池 20 仍能保持稳态工作。假设由蓄电池 20 和电感元件 22 所组成的蓄能系统在等于大概四个时间常数的时间间隔之后到达稳定状态时,而且,假设瞬态时间是 250ms 时,所获得的时间常数等于大约 62ms(250/4)。

[0090] 考虑到由蓄电池 20 和电感元件 22 所组成的系统的总电阻大约为 16mohm,而且在给定的时间常数下,电感元件 22 的值是 1.0mH;在这个情况下,蓄电池 20 将可以提供最大 110A 的电流,也关于电感元件 22。另一方面,如表 1 所示,在标准设置中,蓄电池 20 所提供的最大电流是大约 360A。

[0091] 下表 5 示出了电感元件 22 的特性值:

[0092]

电感量	1.0mH
最大放电电流	110A
最大充电电流	110A
电路时间常数	60ms
芯线材料	无定形的

[0093] 表 5- 电感元件 22

[0094] 如上所述,在起动内燃机 2 时蓄电池 20 的放电瞬间期间,蓄能系统 15 的性能如图

5 和图 6 所示,这两张图分别示出了电流图形和电压图形。更具体地说,图 5 示出了电流吸收的图形,尤其是放电电流  $A_c$ 、蓄电池电流  $A_b$  和电容元件 21 的电流  $A_u$ 。

[0095] 最大放电电流等于约 355A,最初是由电容元件 21 来支持,后者可提供 280A 的电流;在这个初始阶段,蓄电池电流大约 75A。在首次起动瞬间之后所发生的蓄电池最大电流大约 120A,一旦起动完成,即回落到 70A。在整个起动阶段,电容元件 21 的电流反映了负载所引入的电流变化,与此同时,蓄电池 20 在起作用,它提供了一个更稳定的、递减电流,相当于负载的持续部分。

[0096] 在同一个放电瞬间,如果不提供电感元件 22,那么最大蓄电池电流将大约是 250A,而电容元件 21 的最大电流将会只有 110A;在这个情况下,与依据本发明的蓄能系统 15 的 30 毫秒相比,蓄电池 20 将会在大约 3ms 的时间内提供最大电流。蓄能系统 15 包括了一个安装在电容元件 21 上游的电感元件 22。此外,如果没有电感元件 22,蓄电池 20 在该时间的十分之一时间内将会承受该电流 2.2 倍的瞬间电流。

[0097] 图 6 示出了蓄电池电压  $V_b$  和电容元件 21 接线端子处电压  $V_u$  的图形,同时也说明了电容元件 21 在支持蓄电池 20 的放电瞬间时的最初电流分配情况。事实上,与标准蓄电池配置时 3.4 伏电压相比,蓄电池电压  $V_b$  经历了大约 0.7 伏(从 12.4V 到 11.7V)的最大变化。蓄电池 20 的电压也维持在比较稳定的大约 12 伏电压上,而电容元件 21 承受了所有变化。

[0098] 正如图 3(标准蓄电池)和图 5(蓄能系统 15)中的电流图形所清楚展示的那样,在瞬间阶段相当于工作的最初 250ms 标准蓄电池所承受的最大电流是 357A;然而,当蓄电池 20 置于蓄能系统 15 内时,蓄电池 20 所承受的最大电流大约为 110A。电容元件 21 和电感元件 22 的组合所产生的这种负载平衡效果使得高比能(Wh/kg)的蓄电池 20 得以应用,而且在给定数量的电能情况下,可以使用比较轻的蓄电池 20。铅酸电池 20 的比能水平的提高是 40%(更确切地说,电源蓄电池为 25Wh/kg,电能蓄电池为 3Wh/kg)。

[0099] 另外,又进行了进一步的试验,模拟在内燃机 2 冷起动时蓄能系统 15 的性能。人们知道,对于蓄电池 20 来讲,由于所储存容量的减少和内燃机 2 增加的阻力(摩擦力和泵吸),这是一个十分不利的条件。更具体地说,内燃机 2 的实际起动是在变化周期的非发火起动阶段之后,这种情况通常随着温度的下降而增加。

[0100] 图 7 示出了在冷起动内燃机(在被空车搁置一个晚上后)时,标准蓄电池接线端子处测量的电量,即,没有使用电容元件 21 和电感元件 22。另外,在这种情况下,所测量的起动电流表示蓄能系统 15 所需要的放电电流。

[0101] 图 8 和图 9 示出了在冷起动内燃机(在被空车搁置一个晚上后)时,蓄能系统 15 的电压和电流性能图形。图 8 示出了电流性能。更具体地说,通过提供 240A 的电流,蓄能系统 15 相当于初始最大电流瞬间的情况,大约 340A,与此同时,这个阶段最大蓄电池电流  $A_b$  只有大约 120A。

[0102] 当冷起动一个标准蓄电池时,平均蓄电池电流大约 160A,最大峰值电流在 230A 至 180A 之间,峰峰幅度为 80A。另一方面,在由电容元件 21 和电感元件 22 组成的蓄能系统 15 中,蓄电池峰值电流值在大约 120A 和 100A 之间,幅度在 30 至 40A 之间。

[0103] 图 9 所示的电压特性也反映了与电容元件 21 和电感元件 22 结合在一起的蓄电池 20 是如何独立承受小于标准蓄电池 20 的压力。如图 9 所示,蓄电池电压  $V_b$  在 11.4 和

11.8V 之间,而一个标准蓄电池的电压则达到了初始最低值 8.8V,在工作结束时增加到小于 10.5V。

[0104] 传动系 1 的图 2 结构提供了汽车正常使用期间向蓄能系统 15 再充电,其方式与普通的车载交流发动机一样,另外,当制动和 / 或减速时用于回收汽车产生的部分能量。在这些使用条件下,可逆电机轴处所获得的机械能被转换成电能,以提供给蓄能系统。这个再生阶段提供了用于支持车载电气系统和负载的动力,维持蓄能系统 15 的足够电荷。

[0105] 在 **PIAGGIO® Porter®** 电动汽车的减速和制动期间,又对电量进行了测量。图 10 示出了该电动汽车在减速时和再生制动期间所测定的再充电电流,尤其是在 35km/h 到零时的情况,平均减速为  $0.80\text{m/s}^2$  (等于城市交通的正常行驶情况)。两个阶段都是分别在大约 70A 和 150A 的恒定电流时进行的。应该指出的是,在确定电感元件 22 的规格时,考虑了瞬间电流过载的情况,即超过 110A 和达到最大 150A 的情况。当汽车减速和制动时对蓄能系统 15 的性能参照这些电流测量模式进行了评定。

[0106] 图 11 示出了 **PIAGGIO® Porter®** 电动汽车减速和再生制动期间蓄能系统 15 的电流图形;在上述两种工作结束时在上升模式下,蓄电池电流  $A_b$  只达到最大生成电流值,在此时间内,电容元件 21 的时间电流  $A_u$  降到零。此外,生成的电流的任何变化都是在电容元件 21 的电流范围内,而蓄电池电流则保持稳定。图 12 示出了蓄电池 20 的充电瞬间蓄电池电压  $V_b$  和电容元件 21 的电压  $V_u$ 。在整个再生制动阶段,蓄电池电压保持在 12 和 13 伏之间,而电容元件 21 在工作结束时达到最大生成电压 14.3 伏。生成电压的任何变化仅是在电容元件 21 的电压内。

[0107] 所建议的规格被开发用于在这里仅通过例子的方式描述的应用。因此,人们知道除了上述的情况以外,可在设计系统用途中,根据变化情况,确定系统各个部件的规格,但同时还要符合所介绍的工作原理。这些变化对于本领域技术人员来说是很显然的。

[0108] 从上述说明中可以很清楚地看到,在蓄能系统 15 中,蓄电池 20 和电容元件 21 工作方式不同,采用互补的方式工作,从而增强蓄能系统 15 整体的效能和可靠性;这种彼此不同且又互补的工作方式,实际上是通过电容元件 21 上游的电感元件 22 来实现的。实际上,蓄电池 20 的放电或充电瞬间所产生的峰值功率主要靠电容元件 21 来保持,不论其自己的电荷状态和 / 或蓄电池 20 的电荷状态如何。为此,蓄能系统 15 提供了最大可使用功率,即使在老化和 / 或部分电荷状态引起蓄电池 20 性能下降的情况下,也是如此。

[0109] 更具体来讲,瞬态期间蓄电池 20 和电容元件 21 的不同、互补工作方式增加了蓄电池 20 的工作寿命,就能量密度而言,一般来讲,对承受高功率使用和频率充电和放电峰值的各种蓄电池来讲,大大降低了蓄电池 20 性能的损失。此外,在瞬态期间蓄电池所提供和吸收的峰值功率比较低,这是由于电容元件 21 的干预,这样,减少了蓄电池 20 所承受的压力,延长了蓄电池 20 的工作寿命。

[0110] 换句话说,蓄电池 20、电容元件 21 和电感元件 22 的结合,可以提供蓄电池 20 的充电和放电瞬间的高效能量转换,大大减少了蓄电池 20 吸收或提供的峰值电流,从而减少了蓄电池 20 的焦耳效应损失,提高了给定储存或提取电荷的蓄电池 20 的容量。

[0111] 重要的是,在蓄电池 20 的充电或放电瞬间,蓄电池 20 和电容元件 21 的差动、互补响应可解决冷启动内燃机 2 时所遇到的以及蓄电池 20 电容量下降时所引起的各种问题。也就是说,启动瞬间实际上是由电容元件 21 来支持的,随着温度的降低,内部电阻的增加也

就很低,因此,也同时提高了临界冷使用条件下蓄能系统 15 的可靠性。

[0112] 需要提及的另一个重要方面是,所提出的蓄能系统 15 不需要配备用来调节能量流的电子接口部件,因此,生产成本低。事实上,蓄能系统 15 包含了专有的被动电气部件,因此本身的可靠性比较高。

[0113] 最后,倘若具有电容元件 21 和电感元件 22 的负载平衡效果,蓄电池 20 的规格可以达到高比能特性,这样就可可在更宽的电池荷电状态 (state-of-charge, SOC) 范围内使用。因此,对于给定数量的可用电能来讲,可以使用规格较小、成本低的蓄电池 20。

[0114] 一般来讲,任何类型的蓄电池 20 与超级电容器的结合,同重量相等但只包括一个蓄电池 20 的蓄能系统 15 相比,可以使比能水平  $WM/kg$  和峰值功率密度  $W/wg$  翻一番。更具体地来讲,与超级电容器相结合的铅酸电池可以最大限度地提高频繁充电或放电条件下蓄电池的工作寿命。

[0115] 重要的是,蓄能系统 15 可以安装在一个与标准蓄电池相同外形和尺寸的箱体 18 内,因此,可以用来替代传统的蓄电池,甚至可以以成套修配用零部件的形式提供。

[0116] 上面所介绍的蓄能系统 15 是基于“轻度混合动力汽车”类别汽车,但是,就其诸多优点而言,很显然,它也可以很方便地应用于其它类型的车辆。

[0117] 例如,蓄能系统 15 可以用在频繁启动-停止工作、具有重要连续工作辅助功能的机械和设备上,从而产生良好的效果。

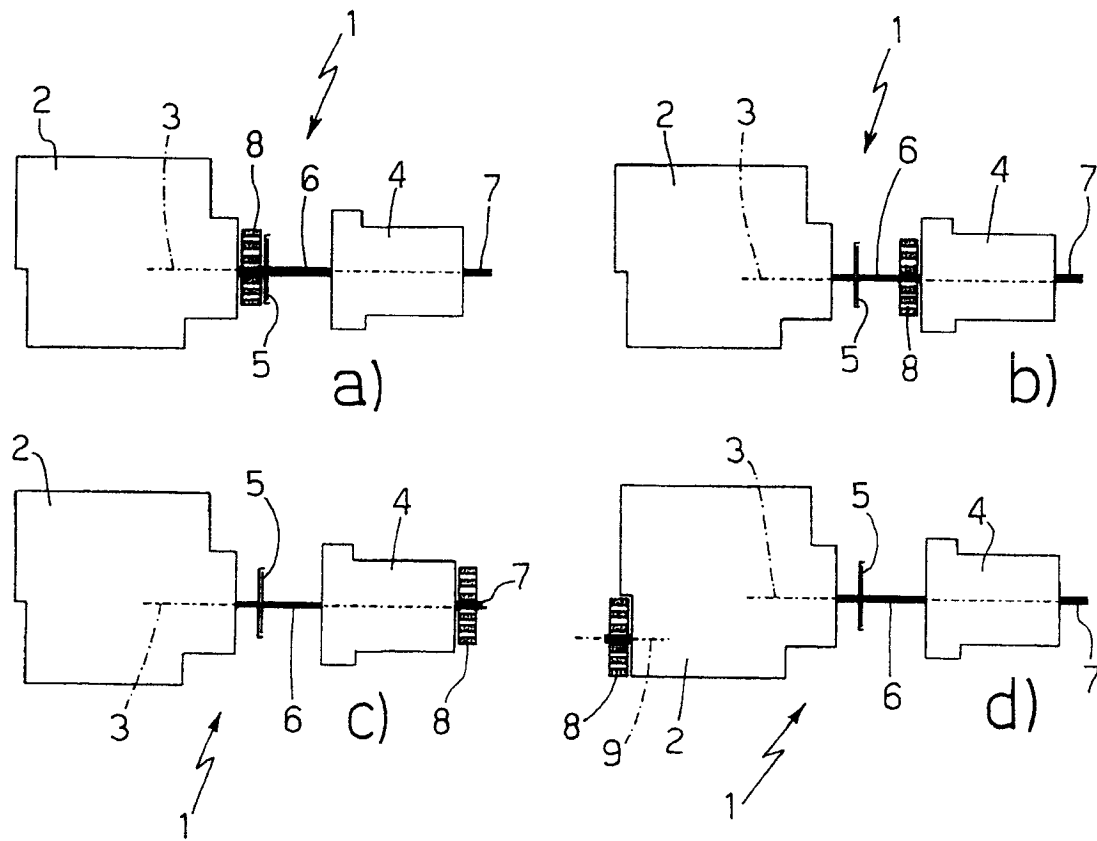


图 1

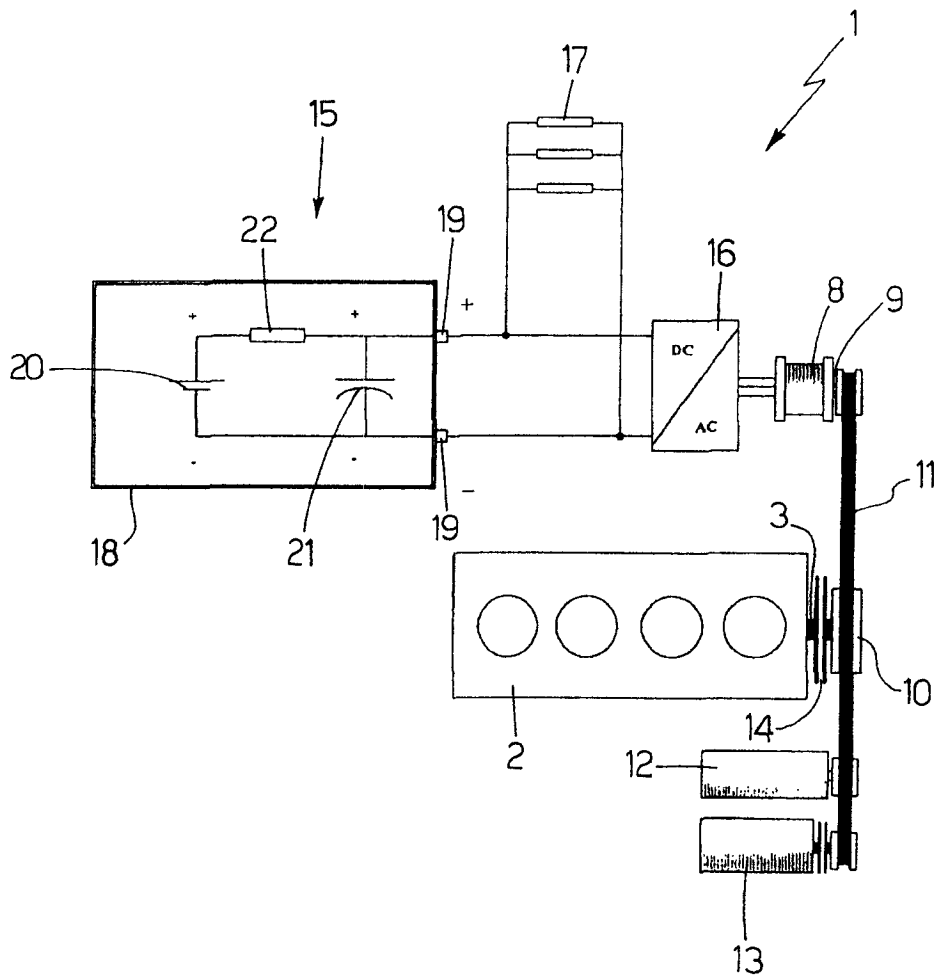


图 2

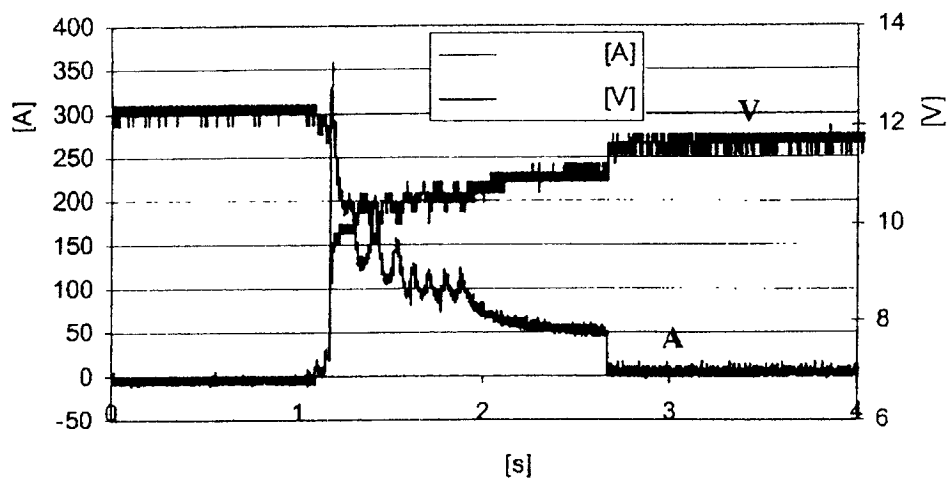


图 3

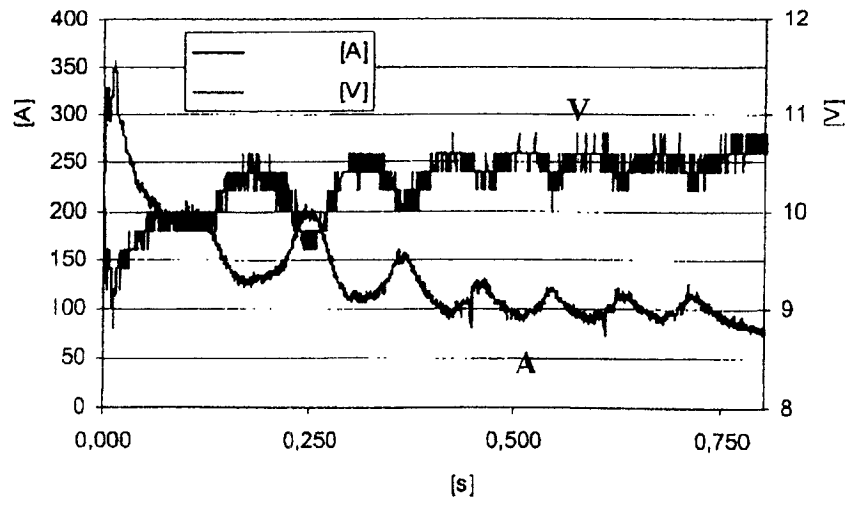


图 4

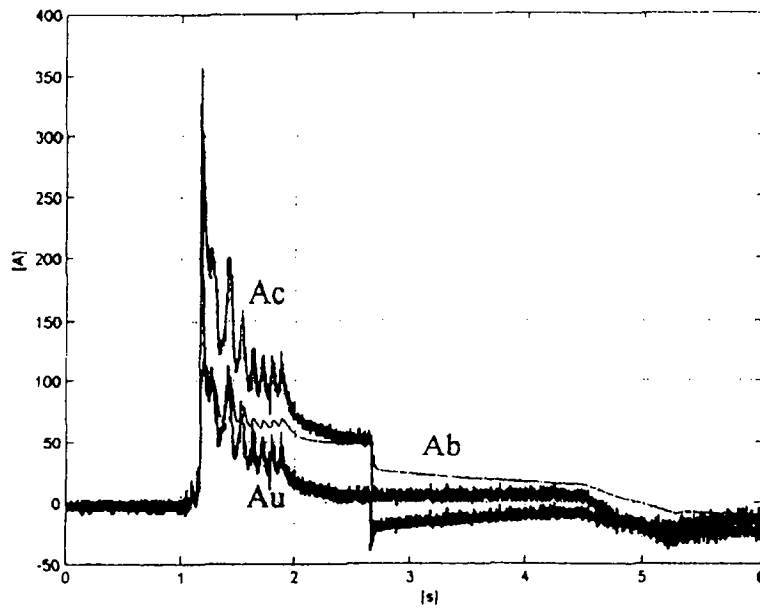


图 5



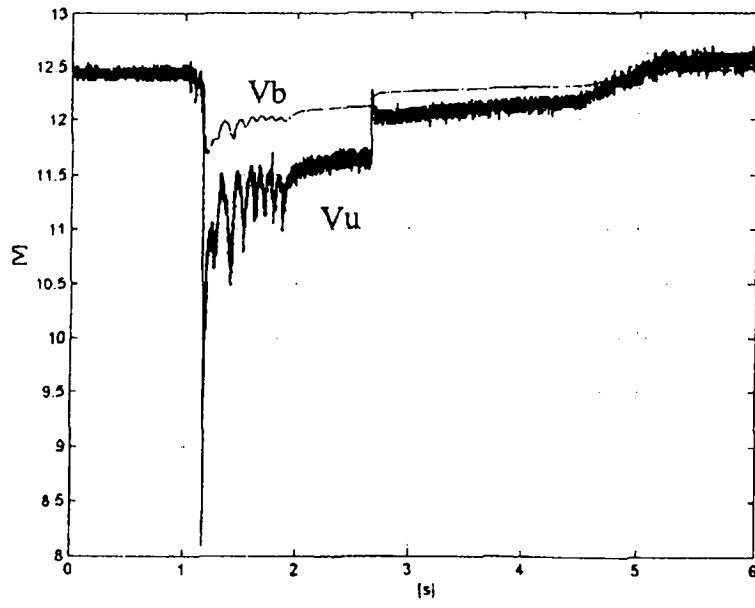


图 6

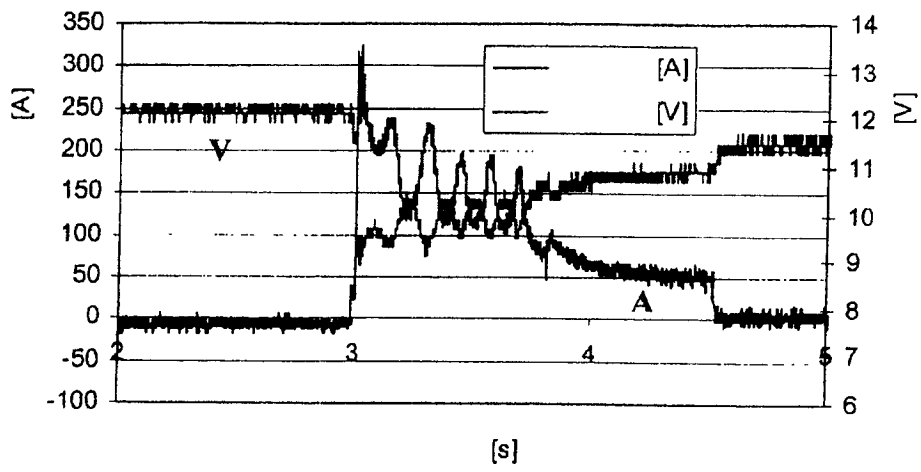


图 7

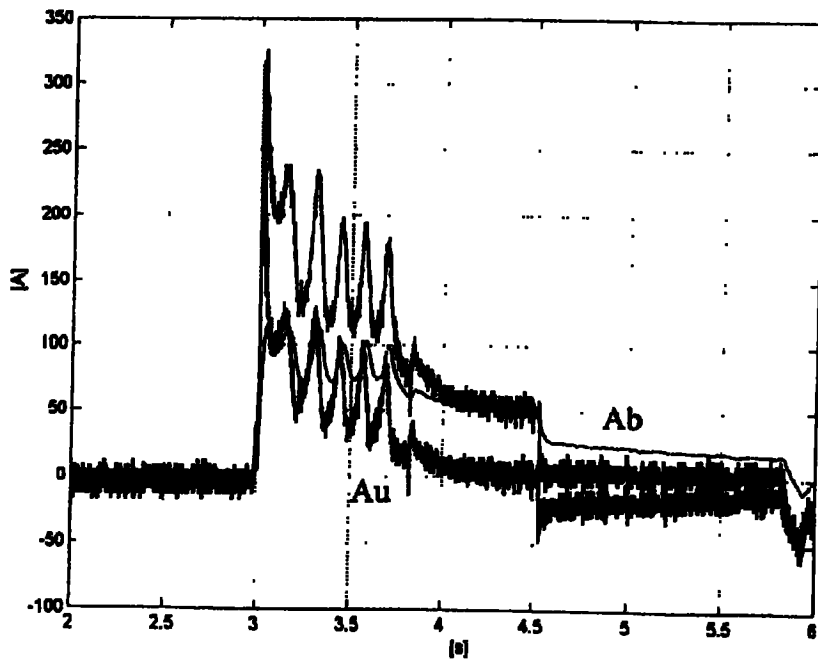


图 8

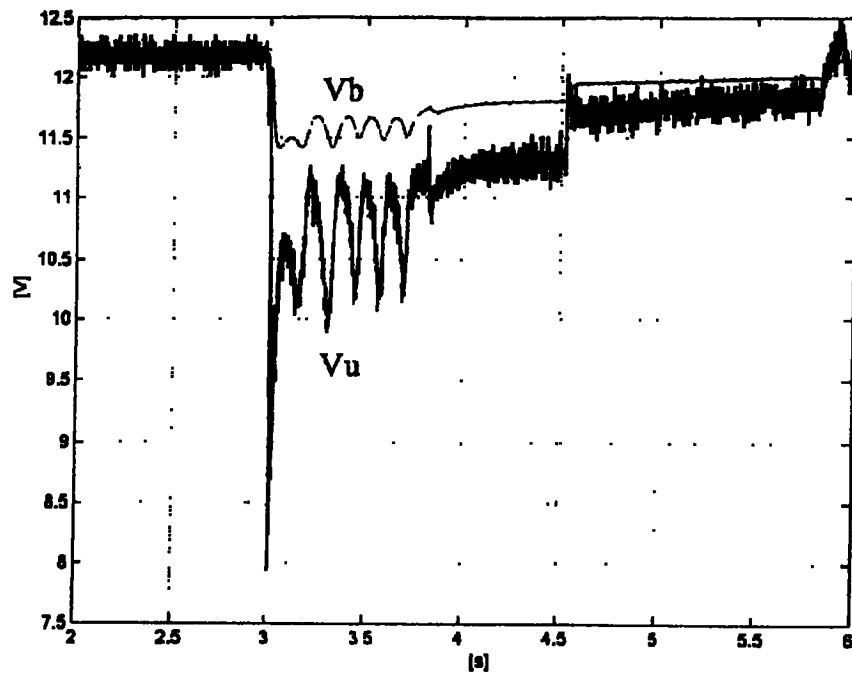


图 9

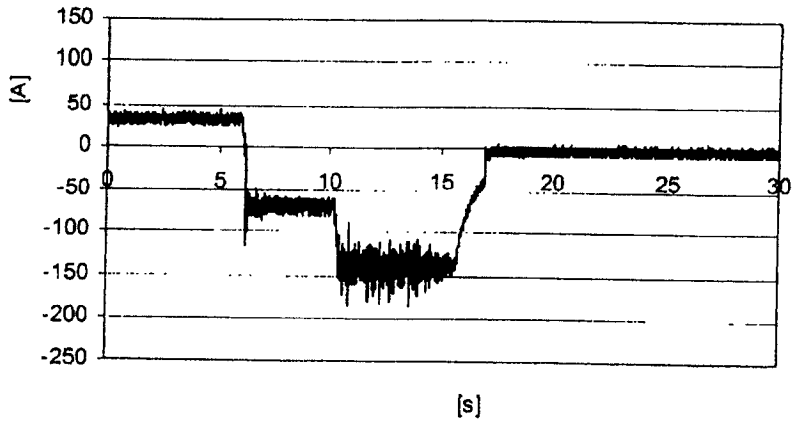


图 10

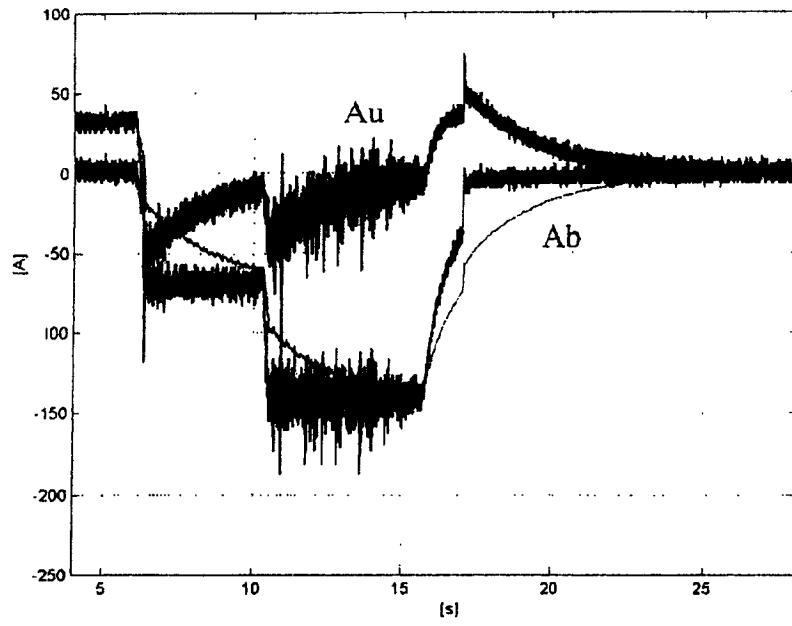


图 11

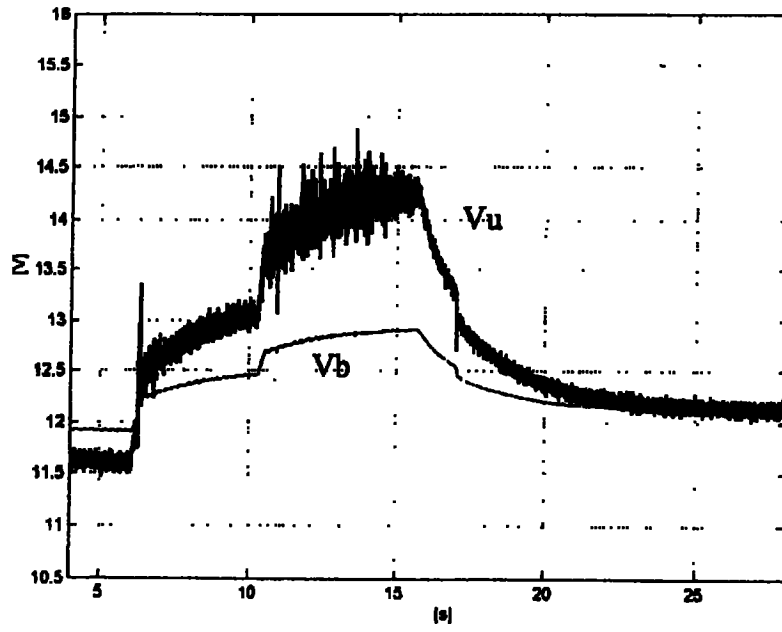


图 12