

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4385659号
(P4385659)

(45) 発行日 平成21年12月16日(2009.12.16)

(24) 登録日 平成21年10月9日(2009.10.9)

(51) Int.Cl.		F I
H02J	7/00	(2006.01)
H02J	7/14	(2006.01)
H02J	7/00	303A
H02J	7/00	301A
H02J	7/14	A

請求項の数 14 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2003-172481 (P2003-172481)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成15年6月17日(2003.6.17)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2005-12884 (P2005-12884A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成17年1月13日(2005.1.13)	(74) 代理人	100082762
審査請求日	平成18年6月2日(2006.6.2)		弁理士 杉浦 正知
		(74) 代理人	100090376
			弁理士 山口 邦夫
		(72) 発明者	菅野 正喜
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
			ニー株式会社内
		(72) 発明者	森 浩之
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
			ニー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 充電回路およびそれを用いた充電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

発電機の出力電圧を所定の電圧に降圧する降圧回路と、
上記発電機の発電量に基づいて上記降圧回路から二次電池への充電電流を制御する電流制御手段とを備え、

充電する際に、上記降圧回路により高電圧、小電流で上記発電機の出力を受け、上記降圧回路と上記電流制御手段により、上記発電機の出力抵抗と上記二次電池のインピーダンスが整合される低電圧、大電流で上記二次電池に充電する
充電回路。

【請求項2】

上記二次電池への充電モードを選択するモード選択手段をさらに備え、
上記充電モードは、
上記二次電池への充電電流を所定値に制御する電流優先モードと、
上記発電機から取り出し電力を最大限に利用する効率優先モードとを有する
請求項1に記載の充電回路。

【請求項3】

上記発電機のコイル結線はデルタ結線とする
請求項1に記載の充電回路。

【請求項4】

上記降圧回路は、上記発電機の発電電圧を定電圧化する降圧型のDC-DCコンバータ

10

20

である

請求項 1 に記載の充電回路。

【請求項 5】

上記電流制御手段は、電流制御素子および電流制限抵抗とを備え、

上記電流制御素子の負性抵抗分に対し上記二次電池抵抗分と電流制限抵抗分の和が等しいか、それ以上になるように設定される

請求項 1 に記載の充電回路。

【請求項 6】

充電電流と充電時間の掛け算を行い、充電量を検出する検出手段を有する充電量モニタ回路をさらに備える

請求項 1 に記載の充電回路。

【請求項 7】

上記降圧回路の入力電圧の大きさから充電電流を求める

請求項 1 に記載の充電回路。

【請求項 8】

発電機の出力電圧を所定の電圧に降圧する降圧回路と、

上記発電機の発電量に基づいて上記降圧回路から二次電池への充電電流を制御する電流制御手段とを備え、

充電する際に、上記降圧回路により高電圧、小電流で上記発電機の出力を受け、上記降圧回路と上記電流制御手段により、上記発電機の出力抵抗と上記二次電池のインピーダンスが整合される低電圧、大電流で上記二次電池に充電する

充電装置。

【請求項 9】

上記二次電池への充電モードを選択するモード選択手段をさらに備え、

上記充電モードは、

上記二次電池への充電電流を所定値に制御する電流優先モードと、

上記発電機から取り出し電力を最大限に利用する効率優先モードとを有する

ことを特徴とする請求項 8 に記載の充電装置。

【請求項 10】

上記発電機のコイル結線はデルタ結線とする

請求項 8 に記載の充電装置。

【請求項 11】

上記降圧回路は、上記発電機の発電電圧を定電圧化する降圧型の DC-DC コンバータである

請求項 8 に記載の充電装置。

【請求項 12】

上記電流制御手段は、電流制御素子および電流制御抵抗とを備え、

上記電流制御素子の負性抵抗分に対し上記二次電池抵抗分と電流制限抵抗分の和が等しいか、それ以上になるように設定される

請求項 8 に記載の充電装置。

【請求項 13】

充電電流と充電時間の掛け算を行い、充電量を検出する充電量モニタ回路をさらに備える

請求項 8 に記載の充電装置。

【請求項 14】

上記降圧回路の入力電圧の大きさから充電電流を求める

請求項 8 に記載の充電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

10

20

30

40

50

この発明は、発電機の出力を効率よく二次電池に充電する充電回路およびそれを用いた充電装置に関する。詳しくは、発電機の出力電圧を所定の電圧に降圧する降圧回路と、発電機の発電量に基づいて降圧回路から二次電池への充電電流を制御する電流制御手段とを備え、充電する際に、降圧回路により高電圧、小電流で発電機の出力を受け、低電圧、大電流で二次電池に充電することによって、発電機出力抵抗と二次電池とのインピーダンスマッチングを取ることができるため、発電機の電力を有効に取り出して二次電池に充電することができるようにした充電回路等に係るものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、環境意識の向上や携帯機器の電池切れに対する対応からモータを利用した小型人力発電機が登場している。ラジオー一体型や携帯電話用のチャージャーとして商品化されている。

10

【0003】

このようなチャージャーは、図9に示すような充電回路で充電を行うことが一般的である。図9において、10は発電機である。Rは発電機10の内部抵抗（出力抵抗）、rは電流制限抵抗、Dは逆流防止ダイオード、Bは二次電池である。また、 K_e は逆起電圧定数であり、 ω は回転を示している。 V_0 は発電電圧、 V_b は二次電池BとダイオードDに印加した電圧である。

【0004】

また近年、発電機の発電電圧を定電圧化する定電圧回路を有する手動式携帯型充電装置が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

20

【0005】

この手動式携帯型充電装置は、手動式回転自在のハンドルと、該ハンドルの回転動作により電圧を発生する発電機と、該発電機の発電電圧を定電圧化する定電圧回路と、該定電圧回路からの出力により二次電池を充電する出力端子と、充電対象の二次電池に印加する所定の電圧値または電流値を検出する検出回路を備え、定電圧回路は降圧型のDC-DCコンバータで構成される。

【0006】

【特許文献1】

特開平10-210673号公報（第2，3頁、第1，2図）

30

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、モータを利用した小型人力発電機を有する充電装置（チャージャー）の場合、発電能力は主にモータ部（発電機10）の仕様により決められている。能力を上げる場合はコイルの巻き数を増やすことで起電圧定数を増やすことで対応が可能であるが、負荷が二次電池の場合は充電時のインピーダンスが小さいために、発電機出力インピーダンスとのマッチングがとれず、電力を有効に取り出せないため、巻き数を増やすだけでは効率の大幅な悪化を招いてしまっていた。

【0008】

発電機10の出力抵抗が高い場合に充電電流を多く取ると抵抗分により電流の2乗に比例した電力が消費される。それに対し二次電池に充電される電力は端子電圧と充電電流の比で決まり、端子電圧は充電電流により図10に示すように変化するがその割合は非常に小さく略一定となる。これは二次電池の充電時インピーダンスが1Ω以下と小さいためである。

40

【0009】

図10は、充電時二次電池の電圧と充電電流との関係を示す図である。図10に示すように、二次電池の電圧と充電電流とはリニア関係である。図中の式 $y = 0.0004x + 1.4051$ は、充電時二次電池の電圧と充電電流との関係を示す近似式であり、 R^2 は近似程度を表すものである。この場合、二次電池としてのニッケル-水素電池（Ni-MH電池）の抵抗値は0.4Ωであった。実際の回路ではこれに充電電流制限抵抗及び充電回

50

路の抵抗が加わるために、 $1\ \Omega$ 程度になる。一般に負荷抵抗が出力抵抗と同じ時にインピーダンスマッチングが取れ、この時負荷抵抗に消費される電力が最大となり、効率が50%になることが知られている。従って発電機10の出力抵抗が大きい場合は充電電流を増やせば増やすほどロスが増大し、効率が悪化してしまう。

【0010】

図11は、負荷抵抗と発電電力、取り出し電力、充電電流との関係を示す図である。ここで、発電機10の起電圧は14V、出力抵抗は90 Ω の場合とする。図11に示すように、電流を増やすためには負荷抵抗を小さくしなければならずこの時外部に取り出せる電力も効率も大幅に悪化することが分かる。

【0011】

つまり発電電力を有効に利用するためにはインピーダンスマッチングを取ることが重要でありこの点からコイルの巻き数は電池を含む充電回路の抵抗分により制限されてしまうことになる。今まではまず発電機の出力抵抗と二次電池とのインピーダンスマッチングを取り、発電量はモータの回転数を増やすことで対応していた。例えば、ニッケル-水素電池への0.5A充電を考えた場合は電池端子電圧=1.6V、逆流防止ダイオードのV_f=0.3Vから発電機10の出力電圧を2.0V程度に設定していた。

【0012】

従って発電機10の出力抵抗は2.0V/0.5Aから0.4 Ω になるようにコイルを巻き0.5A電流を流すためには発電機モータの回転数により設定していた。しかし、これは発電機の設計自由度を大きくしすぎ、例えば静音設計のために回転数を少なく抑え、なおかつ必要な電力を得るということが困難であった。

【0013】

図12は、幾つかの発電機のスペックと充電効率を示す図である。図12に示すように、効率のよい発電機は出力抵抗による電圧低下と充電回路を含めた負荷に生じる電圧が近くなっているのが分かる（手回しラジオ、試作機1）。これに対して低回転を狙って起電圧定数を増やした場合（試作機2）は抵抗値が90 Ω と高くなってしまいうために効率が大幅に低下している。

【0014】

また、市販の発電機では、発電モニタとして充電電流や発電電圧などを検出しLED発光させることでユーザに一定状態での発電を行うように促していた。これは規定回転数1200rpmを1分行った時における機器の使用時間を機器の発電能力と規定しているため、従ってユーザは規定電力を蓄電するために規定回転数及び規定時間を意識して発電する必要があった。これはユーザに多大な負荷を与えていた。

【0015】

環境側面の点では人力エネルギーの有効利用をはかる、また携帯機器の利便性の点では発電時間あたりの機器使用時間を増やすことが肝要である。つまりなるべく軽いトルクで必要な発電量を確保する技術が求められている。

【0016】

発電量は発電機の起電圧定数を大きくすることで対応が可能だが、これは同時に出力抵抗が大きくなることを意味する。従って出力抵抗が大きい場合（例えば、内部抵抗の大きい発電機を利用する場合）でも効率よく外部に電力を取り出す技術が必要となる。

【0017】

また、特許文献1の場合、構造簡単、低コストの充電装置が得られるが、発電機の出力抵抗による電力ロスが解決されなかった。また、発電量に基づいて充電電流を制御することができなかった。

【0018】

そこで、この発明は、発電機の電力を有効に取り出して二次電池に充電することができるようにした充電回路およびそれを用いた充電装置を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

この発明に係る充電回路は、発電機の出力電圧を所定の電圧に降圧する降圧回路と、発電機の発電量に基づいて降圧回路から二次電池への充電電流を制御する電流制御手段とを備え、充電する際に、降圧回路により高電圧、小電流で発電機の出力を受け、降圧回路と電流制御手段により、発電機の出力抵抗と二次電池のインピーダンスが整合される低電圧、大電流で二次電池に充電するものである。

【0020】

例えば、この充電回路において、二次電池への充電モードを選択するモード選択手段をさらに備え、充電モードは、二次電池への充電電流を所定値に制御する電流優先モードと、発電機から取り出し電力を最大限に利用する効率優先モードとを有する。

【0021】

また例えば、この充電回路において、電流制御手段は、電流制御素子および電流制限抵抗とを備え、電流制御素子の負性抵抗分に対し二次電池抵抗分と電流制限抵抗分の和が等しいか、それ以上になるように設定されるようになされる。また、発電機のコイル結線はデルタ結線とされる。

【0022】

また例えば、この充電回路において、充電電流と充電時間の掛け算を行い、充電量を検出する検出手段を有する充電量モニタ回路を備えるようになされる。

【0023】

この発明に係る充電装置は、発電機の出力電圧を所定の電圧に降圧する降圧回路と、発電機の発電量に基づいて降圧回路から二次電池への充電電流を制御する電流制御手段とを備え、充電する際に、降圧回路により高電圧、小電流で発電機の出力を受け、降圧回路と電流制御手段により、発電機の出力抵抗と二次電池のインピーダンスが整合される低電圧、大電流で二次電池に充電するものである。

【0024】

例えば、この充電装置において、二次電池への充電モードを選択するモード選択手段をさらに備え、充電モードは、二次電池への充電電流を所定値に制御する電流優先モードと、発電機から取り出し電力を最大限に利用する効率優先モードとを有する。

【0025】

また例えば、この充電装置において、電流制御手段は、電流制御素子および電流制限抵抗とを備え、電流制御素子の負性抵抗分に対し二次電池抵抗分と電流制限抵抗分の和が等しいか、それ以上になるように設定されるようになされる。また、発電機のコイル結線はデルタ結線とされる。

【0026】

また例えば、この充電回路において、充電電流と充電時間の掛け算を行い、充電量を検出する検出手段を有する充電量モニタ回路を備えるようになされる。

【0027】

この発明においては、発電機の出力電圧を所定の電圧に降圧する降圧回路と、発電機の発電量に基づいて二次電池への充電電流を制御する電流制御手段とを備え、充電する際に、降圧回路により高電圧、小電流で発電機の出力を受け、低電圧、大電流で二次電池に充電することにより、発電機出力抵抗と二次電池とのインピーダンスマッチングを取ることができ、発電機の電力を有効に取り出して二次電池に充電することが可能となる。

【0028】

そのため、発電機の出力抵抗と無関係に二次電池を含む充電回路を構成することが可能となり、設計の自由度が大幅に向上する。低回転用の起電圧定数が大きい発電機を使って二次電池を充電した場合も良好なエネルギー効率が得られるため回転数を抑えた静音設計が可能となる。

【0029】

また、充電電流を大きくしても一定の効率が得られるために、発電量を増やすとモータの回転トルクが急に大きくなってしまいうことがなく良好な操作性が得られる。

【0030】

また、二次電池への充電モードを選択することで、電流優先の充電或いは効率優先の充電を自由に選択可能となる。発電機はデルタ結線方式が採用されるため、発電機の出力抵抗が低くなり降圧回路の効率が向上可能となる。また、発電により一定の電力が蓄えられたことを検出し表示する充電量モニタ回路を有するため、ユーザは特に回転数を意識することなく、充電量モニタにより表示されるまで自分の好きな回転数で発電を行うことで規定の電力を蓄電することが可能となる。

【0031】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら、この発明の実施の形態について説明する。図1は、実施の形態としての充電回路100の構成を示すブロック図である。また、図3は充電回路100の構成例を示す回路図である。

10

【0032】

図1に示すように、充電回路100は、発電機10と、降圧回路11と、電流制御手段12と、二次電池Bとから構成されている。

【0033】

発電機10は、手動式回転自在のハンドルを有し、該ハンドルの回転動作により電圧を発生する発電機である。例えば3相ブラシレスモータが用いられる。この発電機10のコイル結線はY結線またはデルタ(Δ)結線とされる。

【0034】

降圧回路11は、降圧型のDC-DCコンバータを有している。この降圧回路11は、充電する際に、高電圧、小電流で発電機10の出力を受け、低電圧、大電流で二次電池Bに充電するようになされる。

20

【0035】

電流制御手段12は、発電機10の発電量に基づいて充電電流を制御するようになされる。ここで、降圧回路11を用いる充電方式を説明するため、電流制御手段12は、電流制限抵抗R3と、逆流防止ダイオードDとから構成したものとする。この場合、発電機10を充電電源として充電を行う際に、抵抗R3により充電電流を所定値に制限するようになされる。また、ダイオードDは、充電時に二次電池Bから降圧回路11への逆流を防止するようになされる。

【0036】

二次電池Bは、例えば単3形ニッケル-水素二次電池である。この二次電池Bの開放端子電圧は、例えば1.2Vである。なお、二次電池Bは、複数の二次電池を並列に接続されたものにしてもよい。

30

【0037】

図1において、Rは発電機10の内部抵抗(出力抵抗)であり、ここで、 $R = 90\Omega$ とする。また、 K_e は逆起電圧定数であり、 ω は回転を示している。 V_y は発電電圧、 V_x は降圧回路11の出力電圧である。また、 I_y は発電機10の出力電流、 I_x は降圧回路の出力電流、即ち充電電流である。なお、 $E = K_e \omega$ である。

【0038】

図1に示す降圧回路を用いた充電方式において、発電機10は出力 90Ω の電池と等価とし、発電機10の出力は変換効率80%の降圧回路11に入力される。降圧回路11の出力電圧は2.0Vとした。この時降圧回路11の入力は式(1)となり、

40

$$V_y = E - 90 \times I_y \quad (1)$$

降圧回路11の入出力は同じであるので、式(2)が得られる。

$$2.0 \times I_x = V_y \times I_y \times 0.8 \quad (2)$$

式(1)と(2)から式(3)が得られる。

$$90 \times I_y^2 - E \times I_y + 2.5 \times I_x = 0 \quad (3)$$

式(3)により I_y を求めることができる。

$$I_y = \{E \pm \sqrt{(E^2 - 4 \times 90 \times 2.5 \times I_x)}\} / 2 \times 90 \quad (4)$$

になる。式(4)中の $\sqrt{\quad}$ 内が解を持つためには発電電圧Eは有る値以上にならなければな

50

らず、それは出力抵抗、変換効率、充電電流で決まることが分かる。 $\sqrt{\quad}$ 内がゼロになる場合、発電機の出力電流 I_y は E を出力抵抗の 2 倍で割ったものになり（出力抵抗と同じ負荷抵抗で受ける）、変換効率や充電電流に無関係に常に最大パワーを得る条件を満たすことになる。ここで、 $I_x = 100\text{ mA}$ とする場合、 $E \geq 9.5\text{ V}$ となる。さらに $E = 9.5\text{ V}$ とする場合、 $V_y = 4.25\text{ V}$ 、 $I_y = 53\text{ mA}$ となる。

【0039】

図 2 に二次電池に直接つないだ場合と降圧回路を介して充電を行った場合についての計算結果を示す。発電機 10 の出力抵抗は $90\ \Omega$ 、降圧回路 11 の効率は 0.8 、降圧回路 11 の出力電圧は 2.0 V で行い、かつ最大パワー条件が満たされることを前提とした。

【0040】

図 2 に示すように、ダイレクト充電は発電量を増大すると効率が悪化する。一方、降圧回路 11 を用いた充電の場合は効率が高く、一定である。発電量を大きくしていくとその差は顕著になるため、降圧回路 11 を用いた充電の効率が一定になり降圧回路 11 の有効性が分かる。

【0041】

次に、図 3 を参照しながら、実施の形態の充電回路 100 の具体構成例について説明する。図 3 に示すように、充電回路 100 は、発電機 10 A と、降圧回路 11 と、電流制御手段 12 A と、二次電池 B と、充電量モニタ 13 と、発電モニタ 14 と、過電圧モニタ 15 とから構成されている。ここで、電流制御手段 12 A は、電流制限抵抗 R_3 と、トランジスタ（電流制御トランジスタ） Q_2 、 Q_3 とから構成される。

【0042】

発電機 10 A は 3 相ブラシレスモータとし、この発電機 10 のコイルはデルタ（ Δ ）結線方式を採用している。そのため、発電機 10 A の内部抵抗が小さくなり、例えば $21\ \Omega$ になる。内部抵抗を小さくすることで降圧回路 11 の効率を向上することができる。

【0043】

降圧回路 11 は、出力電圧が 2 V の降圧型の DC-DC コンバータ（XC9201C 型の降圧 IC、以下、「降圧 IC」という）を用いられる。ここで、降圧 IC（U1）の過電流保護用端子 2（2 ピン）は使用されていない。そのため、抵抗 R_1 の抵抗値は 0 とした。

【0044】

電流制御手段 12 A は、電流制限抵抗 R_3 と、電流制御素子としてのトランジスタ Q_2 、 Q_3 とから構成される。この電流制御手段 12 A は、発電機 10 A の発電量に基づいて電流制限抵抗 R_3 とトランジスタ Q_2 、 Q_3 により二次電池 B への充電電流を制御するようになされる。

【0045】

また、充電量モニタ回路 13 は、図 3 に示す R_{11} 、 C_7 を含む充電量をモニタする回路である。この充電量モニタ回路 13 は、 R_{11} 、 C_7 で設定されたタイマーにより一定時間×電流に達した時に LED が光るようになっている。この場合、充電電流と充電時間の掛け算を行い、充電量を検出する。例えば降圧回路 11 の入力電圧またはスイッチング素子ドライバパルスの平均値で充電電流をモニタする。

【0046】

この充電量モニタ 13 は、 $400\text{ mA} \cdot \text{分}$ の充電量が溜まると、グリーン色の発光ダイオード D9 が光る。この回路では 400 mA で 1 分間発電した時に D9 が光るようにしてある。 200 mA の発電を行えば 2 分間発電した時に発光ダイオード D9 が光ることになる。

【0047】

また、発電モニタ 14 は、 R_6 と D7 を含む回路である。発電電圧が 2 V 以上で電流が流れ始め、降圧 IC（U1）が安定動作するために必要な最低電圧が 2.3 V である。この電圧で発電モニタ 14 のオレンジ色の発光ダイオード（LED）D7 が発光するように設定してあるので、ユーザは発光ダイオード D7 が光るようにハンドルを回すことで確実に

10

20

30

40

50

充電が行える。また、発電電圧で発光ダイオード D 7 の明るさが変わる。

【0048】

過電圧モニタ 1 5 は、発電電圧が多すぎる時に、例えば発電電圧が 1 6 . 5 V 以上になると、レッド色の発光ダイオード D 1 0 が光る。回転数が多すぎて降圧 I C (U 1) に過大な入力電圧が加わらないように電圧が 1 6 . 5 V 以上になると Q 5 を介して保護電流を流すようにしてある。この時ユーザに発光ダイオード D 1 0 を発光させてワーニングを出すようにしてある。

【0049】

充電する際に、発電機 1 0 A で発生した電力は、ダイオード D 1 ~ 6 からなる整流回路を通し D C 電圧に変換した後降圧 I C (U 1) を有する降圧回路 1 1 に入力される。スイッチング周波数は降圧 I C (U 1) の 5 ピンに接続された抵抗 R 1 0 とコンデンサ C 5 で決まり、約 3 0 0 K H z である。スイッチング素子 Q 1 はこの周波数でスイッチングされコイル L 1 を通して出力される。出力電圧はフィードバック抵抗 R 2 , R 4 により降圧 I C (U 1) の 7 ピンに戻され内部基準電圧 0 . 9 V と比較される。基準電圧との比較後のエラー電圧はパルス幅変調されスイッチングパルスに戻されパルスデューティを変えることで、出力電圧を一定に保つように制御される。

【0050】

降圧 I C (U 1) の出力は電流制限抵抗 R 3 とトランジスタ Q 2 , Q 3 を介して二次電池 B に印加される。ここで、トランジスタは回路ロスを低減するために低 $V_{ce(sat)}$ のトランジスタを選び 2 個使いとした。

【0051】

降圧 I C (U 1) の出力電圧は 2 . 0 V 一定なため電流制御が行われないと発電電圧に無関係に電流を流そうとするために充電電流 (大) → 発電機出力電流 (大) → 降圧 I C 入力電圧 (低) のフィードバックにより降圧 I C (U 1) の動作条件を満たさないまで電圧が下がってしまう。従って発電電圧によって充電電流を制御する必要がある。トランジスタ Q 2 , Q 3 は発電電圧によりベース電流を制御し充電電流を変化させることができる。

【0052】

二次電池 B への充電モードは、例えば、二次電池 B への充電電流を所定値に制御する電流優先モードと、発電機 1 0 A から取り出し電力を最大限に利用する効率優先モードとを有している。この充電モードの制御は、抵抗 R 7 の抵抗値を変更することによって実現される。抵抗 R 7 の抵抗値は、例えば切り替えスイッチ (図示せず) を用いて行い、この切り替えスイッチは二次電池 B への充電モードを選択するモード選択手段として機能する。

【0053】

切り替えスイッチにより抵抗 R 7 の抵抗値を小さくすると、電流優先モードとなる。この場合、トランジスタ Q 2 , Q 3 のベース電流が大きくなり、充電電流が大きくなる。例えば、ベース抵抗 R 7 を 2 k Ω に切り替え、充電電流を最大 (例えば 9 0 0 m A) とした電流優先モードにすると、発電電力の取り出し効率は約 5 0 % になる。また、切り替えスイッチにより抵抗 R 7 の抵抗値を大きくすると、効率優先モードとなる。この場合、トランジスタ Q 2 , Q 3 のベース電流が小さくなり、充電電流が小さくなるが、取り出し効率が高くなる。例えば、ベース抵抗 R 7 を 8 . 2 k Ω に切り替え、発電電力の取り出し効率を最大 (例えば 8 4 %) とした効率優先モードにすると、充電電流は約 4 6 0 m A になる。

【0054】

図 4 ~ 図 8 に示す実験結果は上述充電回路 1 0 0 において発電機 1 0 A の代わりに D C 電源に出力抵抗 (6 8 Ω) を接続して行った結果である。

【0055】

図 4 は、電流制御トランジスタの特性を示す図である。ここで、実際の充電電流と制御用トランジスタ Q 2 , Q 3 の V_{ce} 電圧およびベース電流の関係を示している。図中の式 $y = -0.00073x + 0.57421$ は、充電時充電電流と V_{ce} 電圧との関係を示す近似式であり、 R^2 は近似程度を表すものである。

【0056】

図4に示すように、充電電流と V_{ce} 電圧、充電電流とベース電流の関係は、よく直線性が保たれていることが分かる。またこの例では $V_{ce} = 0.57 - 0.73 \times \text{電流値 (A)}$ で近似でき、抵抗成分は 0.73Ω で極性はマイナス、つまり負性抵抗と置きかえることができる。図3に示す充電回路100では、この負性抵抗(-0.73Ω)分を二次電池Bの内部抵抗 0.4Ω と電流制限抵抗 R_3 によりにキャンセルし、ゼロ Ω になるようにしてある。このために降圧IC(U1)の出力は充電電流の大小の影響を受けない。合成抵抗値がマイナスになると電流が流れると、さらに電流が流れる方向へフィードバックがかかり過大電流が流れてしまう。合成値をプラスにすると電流が流れると流れない方向にフィードバックがかかるのでより安全な充電が行える。

【0057】

最大電流は発電量が十分で、なおかつトランジスタQ2, Q3の V_{ce} 電圧が最小になった時であり、主として出力電圧と電流制限抵抗 R_3 で規定され、この回路では1 A以下となっている。

【0058】

図5は、発電量と放電量、エネルギー効率の関係を示す図である。図5中横軸の電源投入パワーは発電機10 Aの代わりに用いたDC電源の出力パワーである。ここで、放電量(放電パワー)は充電電流 $\times 1.2 \text{ V}$ で求めた。また充放電効率は $(1.2 \text{ V} / \text{降圧回路出力電圧})$ 総合効率は $(\text{放電量} / \text{発電量})$ で定義してある。

【0059】

図5からエネルギーの外部への取りだし効率は放電量が100 mW以上の領域では50～57%とほぼパワー最大値近傍の良好な値が得られており、放電量の増大と共に微増していることが分かる。降圧回路の変換効率は入出力の電圧差が大きい程悪化するために、発電量の増加とともに減少する。このふたつの特性が打ち消し合うために総合効率はほぼ25%フラットと充電電流(放電量)に無関係な特性を示した。

【0060】

図6は、発電電圧と充電電流の関係を示す図である。図中の式 $y = 53.011x - 107.54$ は、発電電圧と充電電流との関係を示す近似式であり、 R^2 は近似程度を表すものである。

【0061】

図6に示すように、発電機10 Aの出力電圧と充電電流との関係は良好な直線性を示している。従って回転数変動などにより発電電圧が変動して充電電流が変わっても正確な充電量検出が可能である。2 V以上で電流が流れ始めるのは、降圧IC(U1)が安定動作するために必要な最低電圧が2.3 Vなためである。この電圧で発電モニタ14の発光ダイオード(LED)D7が発光するように設定される。

【0062】

図7は、降圧IC入力電圧と充電電流の関係を示す図である。図中の式 $y = 53.011x - 107.54$ は、降圧IC(U1)の入力電圧と充電電流との関係を示す近似式であり、 R^2 は近似程度を表すものである。図7に示すように、降圧IC(U1)の入力電圧と充電電流との関係は良好な直線性を示している。入力電圧が2 V以上になると、電流が流れ始め、降圧IC(U1)が動作するようになる。

【0063】

図8は、ベース抵抗と効率の関係を示す図である。図8において、発電電力600 mWの場合の効率である。また、メカロス(ギア部によるロス)は推定であり、磁電効率は100%である。

【0064】

図8に示すように、ベース抵抗 R_7 の抵抗値によらずメカ効率は90%である。また、取り出し効率については、ベース抵抗 R_7 の抵抗値が小さくなるほど取り出し効率が低くなる。また、コンバータ効率については、ベース抵抗 R_7 の抵抗値が小さくなるほどコンバータ効率が高くなる。また、ベース抵抗 R_7 の抵抗値が6.8 k Ω 、8.2 k Ω 、4.7 k Ω の場合、総合効率が比較的に高く、ベース抵抗 R_7 の抵抗値が2 k Ω の場合、総合効

10

20

30

40

50

率が比較的に低い。即ち、取り出し効率とコンバータ効率は両立しない。取り出し効率が50%の場合、充電電流が最大（例えば900mA）になる。

【0065】

上述したように発電機10Aの出力と二次電池Bの間にインピーダンス変換素子として降圧回路11（即ち、降圧型のDC-DCコンバータ）を挿入し、発電機出力は高電圧、小電流でパワーを取りだし、二次電池へは低電圧、大電流で充電を行うことでインピーダンスマッチングを取り、出力抵抗が大きくなっても高い充電効率が得られる。

【0066】

このように本実施の形態においては、発電機10Aの出力電圧を所定の電圧に降圧する降圧回路11と、発電機10Aの発電量に基づいて降圧回路11から二次電池Bへの充電電流を制御する電流制御手段12Aと、充電モードを選択するモード選択手段（図示せず）と、充電量モニタ13とを備え、充電する際に、降圧回路11により高電圧、小電流で発電機の出力を受け、低電圧、大電流で二次電池Bに充電するようになされる。これにより、発電機10Aの出力抵抗と二次電池Bとのインピーダンスマッチングを取ることができ、ため、発電機10Aの電力を有効に取り出して二次電池Bに充電することができる。

10

【0067】

そのため、発電機10Aの出力抵抗と無関係に二次電池Bを含む充電回路を構成することが可能となり、設計の自由度が大幅に向上する。低回転用の起電圧定数が大きい発電機10Aを使って二次電池Bを充電した場合も良好なエネルギー効率が得られるため回転数を抑えた静音設計が可能となる。

20

【0068】

また、充電電流を大きくしても一定の効率が得られるために、発電量を増やすとモータの回転トルクが急に大きくなってしまいうことがなく良好な操作性が得られる。

【0069】

また、二次電池Bへの充電モードを選択することで、電流優先の充電或いは効率優先の充電を自由に選択できる。発電機10Aはデルタ結線方式が採用されるため、発電機10Aの出力抵抗が低くなり降圧回路11の効率が向上できる。

【0070】

また、発電電圧と充電電流の関係を利用し抵抗とコンデンサによるタイマー回路に充電電流に比例した微小電流を流すことで発電機回転数の大小に係らず常に一定の電力が蓄電されたことを示す充電量モニタ13を設けた。これにより、ユーザは特に回転数を意識することなく充電量モニタ13が発光するまで自分の好きな回転数で発電を行うことで規定の電力を蓄電することが可能となった。

30

【0071】

上述した充電回路100を用いて発電機10Aを充電電源とする充電装置を構成することが可能となる。この場合、発電機10Aと、降圧回路11、電流制御手段12Aおよび充電量モニタ13等回路部とを一体に（例えば同一ケースに収納）して充電装置を構成するようになされる。また、二次電池Bを脱着可能に保持できるようになされる。なお、発電機10Aは、降圧回路11、電流制御手段12Aおよび充電量モニタ13等回路部と別体にしてもよい。

40

【0072】

なお、上述実施の形態においては、二次電池Bは1.2V系のニッケル-水素電池である場合について説明したが、これに限定されるものではない。他の種類の二次電池にもこの発明を適用できる。また、被充電の二次電池Bとして直列または並列にした複数の二次電池を用いた場合にもこの発明を適用できる。この場合、降圧回路11の出力電圧または出力電流を変更することにより対応できる。例えば、直列した複数の二次電池を充電する場合、出力電圧の高い降圧回路を用いることで対応する。

【0073】

また、上述実施の形態においては、発電機10Aはデルタ結線方式が採用されるものであるが、これに限定されるものではない。Y結線の発電機にもこの発明を適用できる。

50

【0074】

また、上述実施の形態においては、発電機10または10Aは手回し式モータを用いたが、これに限定されるものではない。他の回転式発電機、例えば小型風力発電機を用いてもよい。

【0075】

【発明の効果】

この発明によれば、発電機の出力電圧を所定の電圧に降圧する降圧回路と、発電機の発電量に基づいて降圧回路から二次電池への充電電流を制御する電流制御手段とを備え、充電する際に、降圧回路により高電圧、小電流で上記発電機の出力を受け、低電圧、大電流で上記二次電池に充電するものであり、発電機出力抵抗と二次電池とのインピーダンスマッチングを取ることができるため、発電機の電力を有効に取り出して二次電池に充電することができる。

10

【0076】

そのため、発電機の出力抵抗と無関係に二次電池を含む充電回路を構成することが可能となり、設計の自由度が大幅に向上する。低回転用の起電圧定数が大きい発電機を使って二次電池を充電した場合も良好なエネルギー効率が得られるため回転数を抑えた静音設計が可能となる。

【0077】

また、充電電流を大きくしても一定の効率が得られるために、発電量を増やすとモータの回転トルクが急に大きくなってしまうことがなく良好な操作性が得られる。

20

【0078】

また、二次電池への充電モードを選択することが可能となる。発電機はデルタ結線方式が採用されるため、降圧回路の効率が向上可能となる。また、発電により一定の電力が蓄えられたことを検出し表示する充電量モニタ回路を有するため、ユーザは特に回転数を意識することなく充電量モニタにより表示されるまで自分の好きな回転数で発電を行うことで規定の電力を蓄電することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態の充電回路の構成例を示すブロック図である。

【図2】ダイレクト充電と高圧充電の比較例を示す図である。

【図3】充電回路の構成例を示す回路図である。

30

【図4】電流制御トランジスタの特性を示す図である。

【図5】発電量と放電量、エネルギー効率との関係を示す図である。

【図6】発電電圧と充電電流との関係を示す図である。

【図7】降圧回路の入力電圧と充電電流との関係を示す図である。

【図8】ベース抵抗と効率の関係を示す図である。

【図9】ダイレクト充電回路の構成例を示す図である。

【図10】充電時二次電池の電圧と充電電流との関係を示す図である。

【図11】負荷抵抗と発電電力、取り出し電力、充電電流との関係を示す図である。

【図12】ダイレクト充電の効率を示す図である。

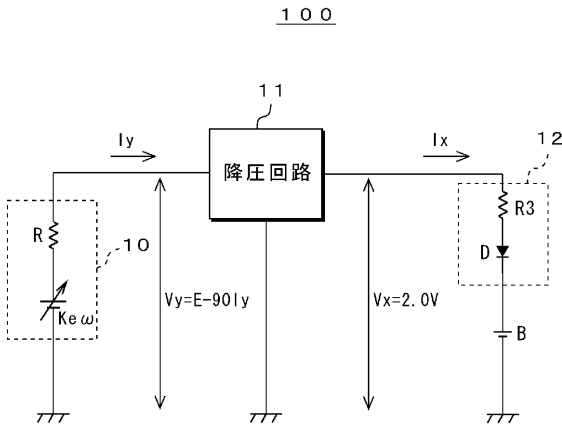
【符号の説明】

40

10, 10A・・・発電機、11・・・降圧回路、12, 12A・・・電流制御手段、13・・・充電量モニタ、14・・・発電モニタ、15・・・過電圧モニタ、100・・・充電回路、B・・・二次電池、U1・・・降圧IC

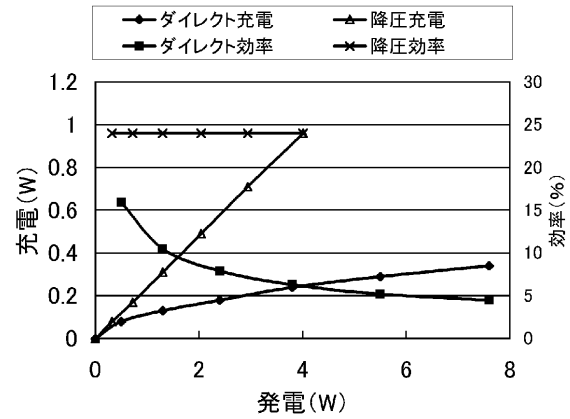
【図 1】

充電回路の構成例のブロック図



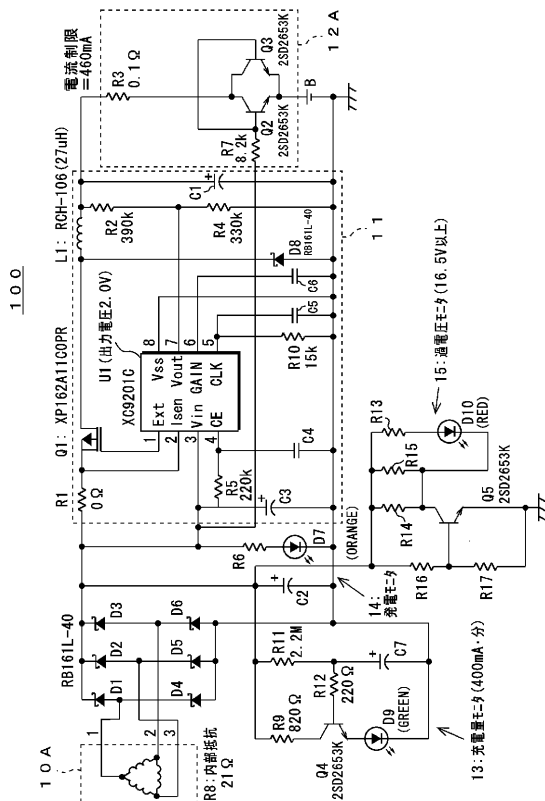
【図 2】

ダイレクト充電と降圧充電の比較



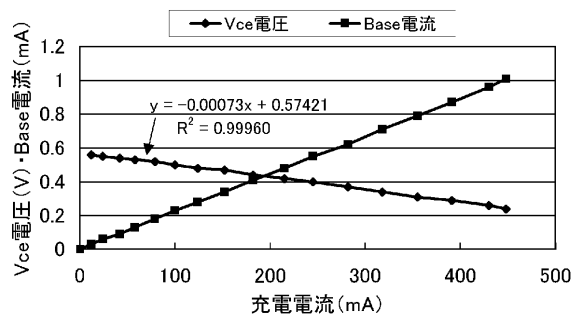
【図 3】

充電回路の構成例



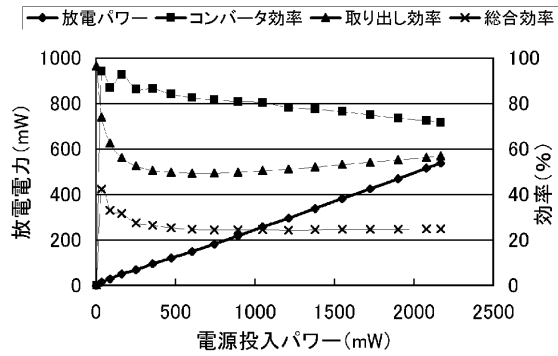
【図 4】

電流制御トランジスタの特性



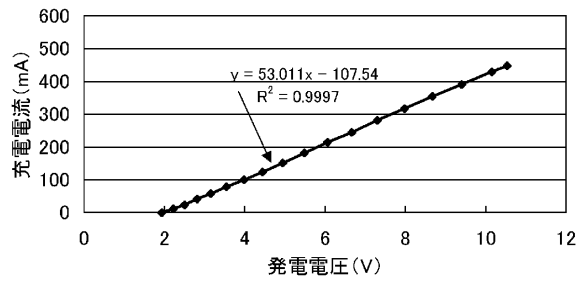
【図 5】

発電量と放電量、エネルギー効率との関係



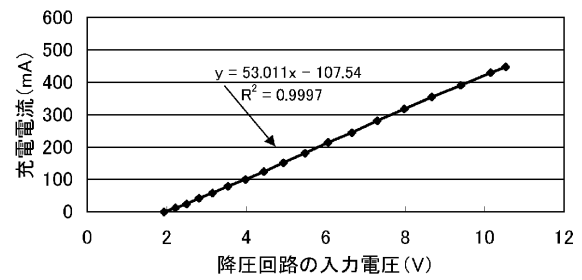
【図 6】

発電電圧と充電電流との関係



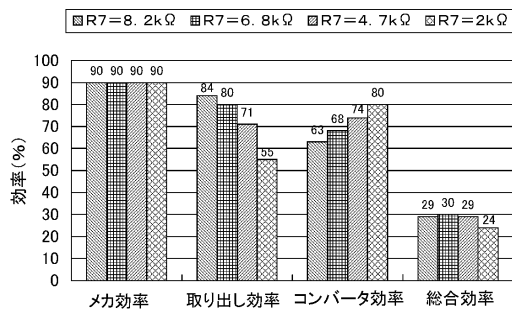
【図 7】

降圧回路の入力電圧と充電電流との関係



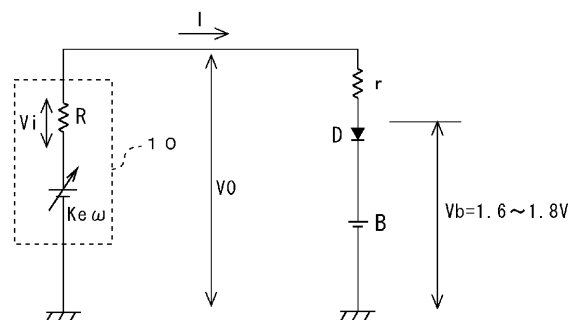
【図 8】

ベース抵抗と効率の関係



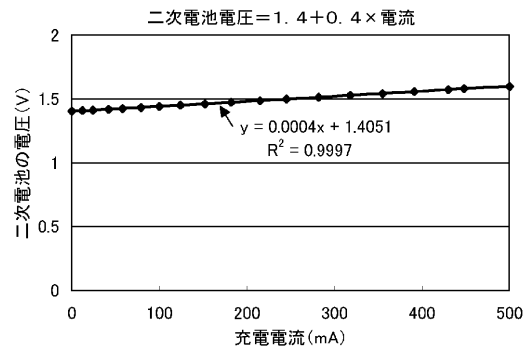
【図 9】

ダイレクト充電回路の構成例



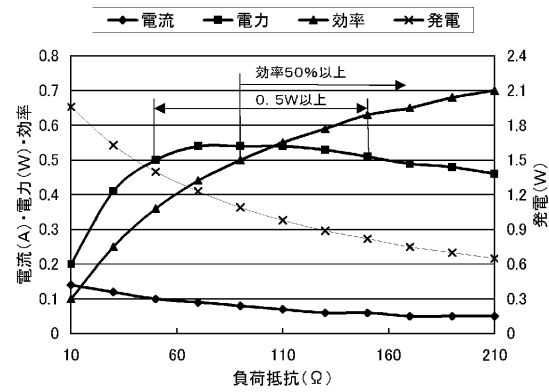
【図 1 0】

充電時二次電池の電圧と充電電流との関係



【図 1 1】

負荷抵抗と発電電力、取り出し電力、充電電流との関係



【図 1 2】

ダイレクト充電の効率

	規定回転数 (rpm)	R (Ω)	I (mA)	内部V _i (V)	出力V _O (V)	発電 (W)	放電 (W)	効率 (%)
手回しポンプ	2500	6.4	500	3.2	3.3	3.26	1.20	36.8
試作機 1	7000	2.0	500	1.0	1.9	1.46	0.60	41.1
試作機 2	400	90	113	10.2	1.8	1.35	0.14	10.1

フロントページの続き

- (72)発明者 山田 心一郎
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 野口 勉
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

審査官 石川 晃

- (56)参考文献 特開平10-210673 (JP, A)
特開平11-185828 (JP, A)
特開昭55-092547 (JP, A)
特開平09-331637 (JP, A)
特開2003-009596 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- H02J 7/00
H02J 7/14