(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2012-135200
(P2012-135200A)
(43)公開日　平成24年7月12日(2012.7.12)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
H02J 7/02	(2006.01)	H02J 7/02	H	5G503
H01M 10/48	(2006.01)	H01M 10/48	P	5H030
H01M 10/44	(2006.01)	H01M 10/44	P	

審査請求 未請求　請求項の数 20　ＯＬ　外国語出願　（全 37 頁）

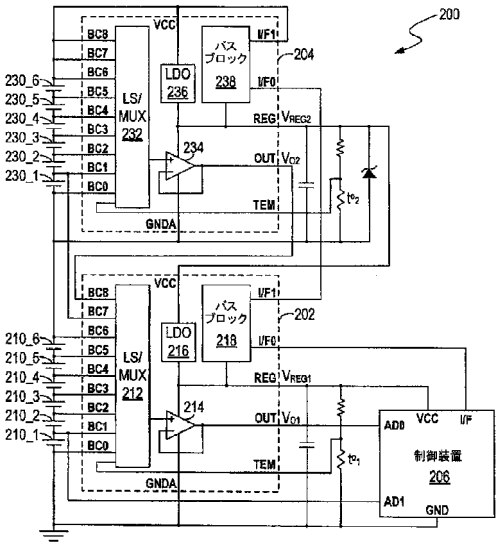
(21)出願番号　特願2011-279491 (P2011-279491)
(22)出願日　平成23年12月21日 (2011.12.21)
(31)優先権主張番号　12/976,703
(32)優先日　平成22年12月22日 (2010.12.22)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(71)出願人　500521843
オーツー　マイクロ，　インコーポレーテッド
アメリカ合衆国　９５０５４　カリフォルニア州，　サンタ　クララ，　パトリック　ヘンリー　ドライヴ　３１１８
(74)代理人　100108453
弁理士　村山　靖彦
(74)代理人　100064908
弁理士　志賀　正武
(74)代理人　100089037
弁理士　渡邊　隆
(74)代理人　100110364
弁理士　実広　信哉

最終頁に続く

(54)【発明の名称】バッテリ監視システム

(57)【要約】
【課題】複数組のセルを監視するためのバッテリ監視システムを提供すること。
【解決手段】バッテリ監視システムは、第1のモジュールおよび第1のモジュールに結合された第2のモジュールを含む。第1のモジュールは、基準信号を第1のシフト信号にシフトさせる。第2のモジュールは、基準信号を第2のシフト信号にシフトさせ、第1のシフト信号を第3のシフト信号にシフトさせる。第2のモジュールはまた、第1のモジュールを介して1組のセルを監視し、その1組のセルの状態を示す出力信号を提供する。第2および第3のシフト信号は、出力信号を調整するのに使用できる。
【選択図】図2



【特許請求の範囲】
【請求項１】
基準信号を第1のシフト信号にシフトさせるよう動作可能である第1のモジュールと、
前記第1のモジュールに結合されており、前記基準信号を第2のシフト信号にシフトさせ、前記第1のシフト信号を第3のシフト信号にシフトさせ、第1の複数のセルを前記第1のモジュールを介して監視し、前記第1の複数のセルの状態を示す第1の出力信号を提供するよう動作可能である第2のモジュールとを含むバッテリ監視システムであって、
前記第2および第3のシフト信号は、前記第1の出力信号を調整するのに有用である、バッテリ監視システム。
【請求項２】
前記第1のモジュールが、前記基準信号を受け取り、前記基準信号を示す前記第1のシフト信号を生成し、前記第2のモジュールが、前記基準信号を受け取り、前記基準信号を示す前記第2のシフト信号を生成し、前記第2のモジュールが、前記第1のシフト信号を受け取り、前記第1のシフト信号を示す前記第3のシフト信号を生成する、請求項1に記載のバッテリ監視システム。
【請求項３】
前記第1のモジュールが、前記第1の複数のセルのうちの各セルの電圧を受け取り、前記第1の複数のセルのうちの各セルの前記電圧を示す第2の出力信号を生成し、前記第2のモジュールが、前記第2の出力信号を受け取り、前記第2の出力信号を示す前記第1の出力信号を生成する、請求項1に記載のバッテリ監視システム。
【請求項４】
前記第1のモジュールは、前記第1の複数のセルのうちの各セルの電圧を受け取るよう動作可能であり、前記第2のモジュールは、前記第1の複数のセルに直列に結合した第2の複数のセルのうちの各セルの電圧を受け取るよう動作可能である、請求項1に記載のバッテリ監視システム。
【請求項５】
前記第1のモジュールの第1の誤り要因を、前記第2のモジュールの第2の誤り要因ならびに前記第2および第3のシフト信号に従って算出し、調整済みレベルの前記第1の出力信号を、前記第1および第2の誤り要因に従って算出するよう動作可能である制御装置をさらに含む、請求項1に記載のバッテリ監視システム。
【請求項６】
前記第2のモジュールは、第2の複数のセルのうちの第1の所定のセルの電圧を受け取り、前記第1の所定のセルの前記電圧を示す第4のシフト信号を生成し、前記制御装置は、前記第2の誤り要因を、前記第1の所定のセルの前記電圧および前記第4のシフト信号に従って算出する、請求項5に記載のバッテリ監視システム。
【請求項７】
前記第2のモジュールは、電圧レギュレータによって提供される電圧を受け取り、前記電圧レギュレータからの前記電圧を示す第4のシフト信号を生成し、前記制御装置は、前記第2の誤り要因を、前記電圧レギュレータからの前記電圧および前記第4のシフト信号に従って算出する、請求項5に記載のバッテリ監視システム。
【請求項８】
前記基準信号が、前記第1の複数のセルのうちの第2の所定のセルの電圧を含む、請求項1に記載のバッテリ監視システム。
【請求項９】
前記基準信号が、電圧レギュレータによって提供される電圧を含む、請求項1に記載のバッテリ監視システム。
【請求項１０】
第1のモジュールが、基準信号を第1のシフト信号にシフトさせるステップと、
第2のモジュールが、前記基準信号を第2のシフト信号にシフトさせるステップと、
前記第2のモジュールが、前記第1のシフト信号を第3のシフト信号にシフトさせるステ

ップと、
前記第2のモジュールが、複数のセルを、前記第1のモジュールを介して監視するステップと、
前記複数のセルの状態を示す第1の出力信号を、前記第2および第3のシフト信号に従って調整するステップとを含む方法。
【請求項１１】
前記基準信号を前記第1のシフト信号にシフトさせる前記ステップが、前記基準信号を前記第1のモジュールにおいて受け取って、前記第1のシフト信号を生成するステップを含み、前記基準信号を前記第2のシフト信号にシフトさせる前記ステップが、前記基準信号を前記第2のモジュールにおいて受け取って、前記第2のシフト信号を生成するステップを含み、前記第1のシフト信号を前記第3のシフト信号にシフトさせる前記ステップが、前記第1のシフト信号を前記第2のモジュールにおいて受け取って、前記第3のシフト信号を生成するステップを含む、請求項10に記載の方法。
【請求項１２】
前記監視するステップが、
前記複数のセルのうちの各セルの電圧を前記第1のモジュールにおいて受け取って、前記複数のセルのうちの各セルの前記電圧を示す第2の出力信号を生成するステップと、
前記第2の出力信号を前記第2のモジュールにおいて受け取って、前記第2の出力信号を示す前記第1の出力信号を生成するステップとを含む、請求項10に記載の方法。
【請求項１３】
前記調整するステップが、
前記第1のモジュールの誤り要因を、前記第2および第3のシフト信号に従って算出するステップと、
調整済みレベルの前記第1の出力信号を、前記誤り要因に従って算出するステップとを含む、請求項10に記載の方法。
【請求項１４】
前記基準信号が、前記複数のセルのうちのあるセルの電圧を含む、請求項10に記載の方法。
【請求項１５】
前記基準信号が、電圧レギュレータによって提供される電圧を含む、請求項10に記載の方法。
【請求項１６】
第2のモジュールから、複数のセルの状態を示す第1の出力信号を受け取るよう動作可能であり、前記第1の出力信号を示す第2の出力信号を生成するよう動作可能であり、前記第2のモジュールから、基準信号を示す第1のシフト信号を受け取るよう動作可能であり、前記第1のシフト信号を示す第2のシフト信号を生成するよう動作可能であり、前記基準信号を受け取って、前記基準信号を示す第3のシフト信号を生成するよう動作可能である第1のモジュールと、
前記第1のモジュールに結合されており、前記第2の出力信号を、前記第2および第3のシフト信号に従って調整するよう動作可能である制御装置とを含むバッテリ監視システム。
【請求項１７】
前記第2のモジュールが、前記複数のセルのうちの各セルの電圧を受け取り、前記第1の出力信号を、前記第1のモジュールへ向けて生成する、請求項16に記載のバッテリ監視システム。
【請求項１８】
前記制御装置は、前記バッテリ監視システムの誤り要因を、前記第2および第3のシフト信号に従って算出し、調整済みレベルの前記第2の出力信号を、前記誤り要因に従って算出するよう動作可能である、請求項16に記載のバッテリ監視システム。
【請求項１９】
前記基準信号が、前記複数のセルのうちのあるセルの電圧を含む、請求項16に記載のバ

ッテリ監視システム。
【請求項２０】
前記基準信号が、電圧レギュレータによって提供される電圧を含む、請求項16に記載のバッテリ監視システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、バッテリィ監視システムに関する。
【背景技術】
【０００２】
図1は、複数組のセル112、114および116を監視する、従来のバッテリ監視システム(BMS)100の構成図である。BMS100は、セル112、114および116をそれぞれ監視するための、複数のバッテリ監視ユニット(BMU)102、104および106を含む。BMS100は、BMU102、104および106と通信し、BMU102、104および106からのセル情報に従ってセル112、114および116のすべてを制御するための中央制御装置120をさらに含む。
【０００３】
図1に示すように、BMU102、104および106のそれぞれが、セル電圧を選択的に受け取るための複合回路のレベルシフタおよびマルチプレクサ(LS/MUX)122、セル電圧をデジタル信号に変換するためのアナログ-デジタル変換器(ADC)124、LS/MUX122およびADC124を制御するためのマイクロ制御装置(MCU)126、デジタル信号を格納するためのレジスタバンク128、ならびに中央制御装置120と通信するためのオプトカプラ(OPT)130を含む。さらに、BMU102、104および106のそれぞれが、ADC124用のデジタルフィルタ(図1には示さず)を含む。各ADC124は、セル電圧を監視する前にトリミング処理を必要とする。言い換えれば、BMS100は、複数のADC124、複数のMCU126、複数のレジスタバンク128、およびADC124用の複数のデジタルフィルタを含む。さらに、BMS100は、ADC124用の複数のトリミング処理を必要とする。BMS100の費用および電力消費は、比較的高い。BMS100用のプリント回路基板(PCB)のサイズもまた、比較的大きい。
【発明の概要】
【課題を解決するための手段】
【０００４】
一実施形態において、バッテリ監視システムは、第1のモジュールおよび第1のモジュールに結合された第2のモジュールを含む。第1のモジュールは、基準信号を第1のシフト信号にシフトさせる。第2のモジュールは、基準信号を第2のシフト信号にシフトさせ、第1のシフト信号を第3のシフト信号にシフトさせる。第2のモジュールはまた、第1のモジュールを介して1組のセルを監視し、その1組のセルの状態を示す出力信号を提供する。第2および第3のシフト信号は、出力信号を調整するのに使用できる。
【０００５】
特許請求される主題の実施形態の特徴および利点は、以下の詳細な説明が進むにつれ、また図面を参照することで明らかになり、図面中、同じ番号は同じものを示す。
【図面の簡単な説明】
【０００６】
【図１】従来のバッテリ監視システムの構成図である。
【図２】本発明の一実施形態による、バッテリ監視システムの例の構成図である。
【図３】本発明の一実施形態による、バッテリ監視システムの例の構成図である。
【図４】本発明の一実施形態による、バッテリ監視システムの例の構成図である。
【図５】本発明の一実施形態による、バッテリ監視システムによって実行される動作の例の流れ図である。
【発明を実施するための形態】
【０００７】
次に、本発明の実施形態について詳細に言及する。本発明を、これらの実施形態と併せ

て説明するが、それらは、本発明をこれらの実施形態に制限することを意図したものではないことが理解されよう。反対に、本発明は、添付の特許請求の範囲によって定義される本発明の精神および範囲に含まれ得る、代替形態、修正形態および等価物を包含することを意図している。

【０００８】

さらに、以下の本発明の詳細な説明において、本発明の十分な理解をもたらすために、多くの具体的な詳細が記載されている。しかしながら、本発明は、これらの具体的な詳細なしでも実施できることが当業者には認識されよう。他の例においては、本発明の態様を不必要に不明瞭にしないように、周知の方法、手順、構成要素、および回路は、詳細には記載しなかった。

【０００９】

一実施形態において、本発明は、バッテリ監視システムを提供する。バッテリ監視システムは、複数組のセルを監視するための複数の監視モジュールを含む。各監視モジュールは、対応する組のセル用のセル情報を監視することができる。バッテリ監視システムは、複数組のセルをセル情報に従って制御するための制御装置も含む。また、複数の監視モジュールのうちのあるモジュールは、複数の監視モジュールのうちのその他のモジュールの1つまたは複数を介して、監視したセル情報を制御装置に移送することができる。したがって、一実施形態において、制御装置は、すべてのセルのセル情報を、1つの監視モジュールから受け取ることができる。有利なことに、そのような一実施形態において、バッテリ監視システムは、複数のADC、複数のMCU、複数のレジスタバンク、およびADC用の複数のデジタルフィルタを必要としない。

【００１０】

図2は、本発明の一実施形態による、バッテリ監視システム(BMS)200の例の構成図である。BMS200は、1組のセル210_1～210_6および1組のセル230_1～230_6を監視することができる。図2に示すように、BMS200は、セル210_1～210_6を監視するための下側の監視モジュール202(以下、下側モジュール202)およびセル230_1～230_6を監視するための上側の監視モジュール204(以下、上側モジュール204)を含む。BMS200は、制御装置206、例えば、マイクロ制御装置、プロセッサなどをさらに含む。制御装置206は、セル210_1～210_6および230_1～230_6のセル情報を下側モジュール202から受け取り、セル情報をデジタル信号に変換し、デジタル信号に従ってセル210_1～210_6および230_1～230_6を制御することができる。

【００１１】

一実施形態において、モジュール202および204のそれぞれは、入力信号、例えば、セル210_1～210_6またはセル230_1～230_6のセル電圧を監視するための複数の監視端子BC0～BC8、選択された入力信号を示す出力信号を提供するための出力端子OUT(以下、OUT端子)、温度情報を受け取るための入力端子TEM、電源電圧(power voltage)を提供するための出力端子REG(以下、REG端子)、電源電圧(power supply voltage)を受け取るための電源入力端子VCC、共通のグラウンド電圧を受け取るための端子GNDA、ならびに制御装置206からの制御信号を移送するための上側のバスインターフェースI/F1および下側のバスインターフェースI/F0を含む。制御装置206は、下側モジュール202のOUT端子からの出力信号を監視するための入力端子AD0、基準信号、例えば、セル210_1のセル電圧V_{CELL1}を受け取るための入力端子AD1、電源電圧を受け取るための電源入力端子VCC、セル210_1～210_6およびセル230_1～230_6を制御するための制御信号を提供するためのバスインターフェースI/F、ならびに地面に接続された端子GNDを含む。

【００１２】

一実施形態において、上側モジュール204は、複合回路のレベルシフタおよびマルチプレクサ(LS/MUX)232、バッファ234、例えば演算増幅器、低ドロップアウト電圧レギュレータ(LDO)236、ならびにバスブロック238を含む。LS/MUX232は、監視端子BC0～BC8のうちの2つの対応する端子を介して入力信号を選択的に受け取り、入力信号を、上側モジュール204の共通のグラウンド電圧、例えば上側モジュール204の監視端子BC0における電圧に対す

る相対的な電圧レベルにシフトさせ、入力信号をバッファ234に移送する。バッファ234は、さらに入力信号を上側モジュール204のOUT端子に移送する。LDO236は、電源電圧を受け取り、調整済み出力電圧V_{REG2}を、上側モジュール204のREG端子へ向けて生成する。一実施形態において、出力電圧V_{REG2}は、バスブロック238とバスブロック218の間の通信を可能にするために使用することができる。出力電圧V_{REG2}は、回路、例えば下側モジュール202に電源供給するために使用することもできる。バスブロック238は、制御装置206からの制御信号を受け取るかつ/または移送することができる。

【００１３】

同様に、下側モジュール202は、LS/MUX212、バッファ214、例えば演算増幅器、LDO216、およびバスブロック218を含む。LS/MUX212は、監視端子BC0～BC8のうちの2つの対応する端子を介して入力信号を選択的に受け取り、入力信号を、グラウンドに対する相対的な電圧レベルにシフトさせ、入力信号をバッファ214に移送する。バッファ214は、さらに入力信号を下側モジュール202のOUT端子に移送する。LDO216は、電源電圧、例えば出力電圧V_{REG2}を受け取り、調整済み出力電圧V_{REG1}を、下側モジュール202のREG端子へ向けて生成する。一実施形態において、出力電圧V_{REG1}は、バスブロック238とバスブロック218の間の通信を可能にするために使用することができる。出力電圧V_{REG1}は、回路、例えば制御装置206に電源供給するために使用することもできる。バスブロック218は、制御装置206からの制御信号を受け取り、また移送することができる。

【００１４】

一実施形態において、上側モジュール204では、LS/MUX232が、バッファ234と協働してセル230_1～230_6のうちの各セルのセル電圧を受け取り、例えば、上側モジュール204のOUT端子において、セル230_1～230_6のうちの各セルのセル電圧を示す出力信号V_{O2}を生成する。下側モジュール202では、LS/MUX212が、バッファ214と協働してセル210_1～210_6のうちの各セルのセル電圧を受け取り、例えば、下側モジュール202のOUT端子において、セル210_1～210_6のうちの各セルのセル電圧を示す出力信号V_{O1}を生成する。さらに、下側モジュール202は、上側モジュール204によってセル230_1～230_6を監視し、セル230_1～230_6のうちの各セルのセル電圧を示す出力信号V'_{O2}を提供することができる。一例として、下側モジュール202は、上側モジュール204から、上側モジュール204のOUT端子および下側モジュール202の監視端子BC8を介して出力信号V_{O2}を受け取り、下側モジュール202のOUT端子において、出力信号V_{O2}を示す出力信号V'_{O2}を生成することができる。したがって、そのような一実施形態において、制御装置206は、セル210_1～210_6および230_1～230_6のセル情報を下側モジュール202から受け取り、セル210_1～210_6および230_1～230_6をセル情報に従って制御することができる。制御装置206は、指示信号を生成して、セル210_1～210_6をバスブロック218を介して制御することができる。制御装置206は、指示信号を生成して、セル230_1～230_6をバスブロック218およびバスブロック238を介して制御することもできる。

【００１５】

有利なことには、図1におけるBMS100と比較すると、複数のADC124、複数のMCU126、複数のレジスタバンク128、およびADC124用の複数のデジタルフィルタが、BMS200においては削除されている。BMS100におけるADC124用の複数のトリミング処理もまた、BMS200においては削除されている。したがって、費用、電力消費、およびBMS200用のプリント回路基板(PCB)のサイズが、低減される。

【００１６】

しかしながら、一実施形態において、上側モジュール204は、例えば、バッファ234の入力電圧のオフセットおよび/またはLS/MUX232における電圧のオフセットおよび/またはLS/MUX232におけるレジスタのミスマッチなどの誤り要因ER_2を有し得る。下側モジュール202もまた、例えば、バッファ214の入力電圧のオフセットおよび/またはLS/MUX212における電圧のオフセットおよび/またはLS/MUX212におけるレジスタのミスマッチなどの誤り要因ER_1を有し得る。したがって、下側モジュール202の出力信号V_{O1}は、セル210_1～210_6のうちの対応するセル電圧および下側モジュール202の誤り要因ER_1によって決定することが

できる。出力信号V'_{O2}は、セル230_1～230_6のうちの対応するセル電圧によって決定することができ、また上側モジュール204の誤り要因ER_2および下側モジュール202の誤り要因ER_1によって決定することができる。

【００１７】

有利なことには、一実施形態において、下側モジュール202は、上側モジュール204と協働して、シフト信号を制御装置206に提供する。制御装置206は、誤り要因ER_1およびER_2をシフト信号に従って算出し、出力信号V_{O1}およびV'_{O2}を、算出した誤り要因ER_1およびER_2に基づいて調整(または修正)する。

【００１８】

具体的には、一実施形態において、下側モジュール202が、基準信号、例えばセル210_1のセル電圧V_{CELL1}をシフト信号V_{S4}にシフトさせる。例えば、下側モジュール202が、セル210_1のセル電圧V_{CELL1}を、下側モジュール202の監視端子BC1およびBC0を介して受け取り、セル電圧V_{CELL1}を示すシフト信号V_{S4}を、下側モジュール202のOUT端子へ向けて生成する。シフト信号V_{S4}は、セル電圧V_{CELL1}および下側モジュール202の誤り要因ER_1によって決定される。制御装置206は、シフト信号V_{S4}を入力端子AD0を介して受け取り、またセル電圧V_{CELL1}を入力端子AD1を介して受け取り、下側モジュール202の誤り要因ER_1を、セル電圧V_{CELL1}およびシフト信号V_{S4}に従って算出する。

【００１９】

さらに、上側モジュール204は、基準信号、例えばセル230_1のセル電圧V_{CELL7}を、第1のシフト信号V_{S1}にシフトさせる。下側モジュール202もまた、基準信号V_{CELL7}を第2のシフト信号V_{S2}にシフトさせる。下側モジュール202は、さらに第1のシフト信号V_{S1}を第3のシフト信号V_{S3}にシフトさせる。一例として、上側モジュール204は、セル電圧V_{CELL7}を、上側モジュール204の監視端子BC1およびBC0を介して受け取り、セル電圧V_{CELL7}を示す第1のシフト信号V_{S1}を、上側モジュール204のOUT端子へ向けて生成する。第1のシフト信号V_{S1}は、セル電圧V_{CELL7}および上側モジュール204の誤り要因ER_2によって決定される。また、下側モジュール202は、セル電圧V_{CELL7}を、下側モジュール202の監視端子BC7およびBC6を介して受け取り、セル電圧V_{CELL7}を示す第2のシフト信号V_{S2}を、下側モジュール202のOUT端子へ向けて生成する。第2のシフト信号V_{S2}は、セル電圧V_{CELL7}および下側モジュール202の誤り要因ER_1によって決定される。さらに、下側モジュール202は、第1のシフト信号V_{S1}を、上側モジュール204のOUT端子および下側モジュール202の監視端子BC8を介して受け取り、第1のシフト信号V_{S1}を示す第3のシフト信号V_{S3}を、下側モジュール202のOUT端子へ向けて生成する。第3のシフト信号V_{S3}は、第1のシフト信号V_{S1}および下側モジュール202の誤り要因ER_1によって決定される。誤り要因ER_1は、上記のようにして得ることができるので、制御装置206は、セル電圧V_{CELL7}を、第2のシフト信号V_{S2}および誤り要因ER_1に従って算出する。制御装置206もまた、第1のシフト信号V_{S1}を、第3のシフト信号V_{S3}および誤り要因ER_1に従って算出する。したがって、制御装置206は、上側モジュール204の誤り要因ER_2を、算出したセル電圧V_{CELL7}および算出した第1のシフト信号V_{S1}に従って算出する。言い換えれば、制御装置206は、上側モジュール204の誤り要因ER_2を、下側モジュール202の誤り要因ER_1ならびに第2のシフト信号V_{S2}および第3のシフト信号V_{S3}に従って算出することができる。

【００２０】

その結果、有利なことには、制御装置206は、セル210_1～210_6のセル電圧を示す出力信号V_{O1}を受け取り、出力信号V_{O1}を、算出した誤り要因ER_1に基づいて調整することができる。制御装置206はまた、セル230_1～230_6のセル電圧を示す出力信号V'_{O2}を受け取り、出力信号V'_{O2}を、算出した誤り要因ER_1およびER_2に基づいて調整することができる。

【００２１】

一実施形態において、制御装置206は、セル210_1～210_6の温度$t°_1$を、また同様にセル230_1～230_6の温度$t°_2$を監視する。

【００２２】

最下部のセル210_1および230_1のセル電圧は、図2の例における調整処理用の基準信号

として使用されるが、その他のセル210_2～210_6および230_2～230_6のセル電圧も、一実施形態における調整処理用の基準信号として使用することができる。調整処理は、そのような一実施形態において、同様にして実行することができる。

【００２３】

図2の例において、BMS200は、2つの監視モジュールを含み、各監視モジュールは、9つの監視端子を含むが、本発明はそのように限定はされない。一実施形態において、バッテリ監視システムは、任意の数の同様の監視モジュールを含むことができ、各監視モジュールは、任意の数の監視端子を含むことができる。図3は、本発明の一実施形態による、BMS300の例の構成図である。

【００２４】

図3に示すように、BMS300は、複数組のセル311、312、313および314をそれぞれ監視するための、複数の監視モジュール301、302、303および304を含む。監視モジュール301、302、303および304のそれぞれは、図2におけるモジュール202または204と同様の構造を有することができる。

【００２５】

図2に関して説明した調整処理と同様に、図3の例においては、第1の基準信号、例えばセル311のうちの最下部のセルのセル電圧は、監視モジュール301で受け取られて、シフト信号V_{S4}にシフトされることになる。制御装置306は、監視モジュール301の誤り要因ER_1を、第1の基準信号およびシフト信号V_{S4}に従って算出する。また、第2の基準信号、例えばセル312のうちの最下部のセルのセル電圧は、監視モジュール302で受け取られて、シフト信号V_{S1}にシフトされることになる。第2の基準信号およびシフト信号V_{S1}は、さらに監視モジュール301で受け取られて、それぞれシフト信号V_{S2}およびシフト信号V_{S3}にシフトされることになる。したがって、制御装置306は、監視モジュール302の誤り要因ER_2を、シフト信号V_{S2}およびV_{S3}ならびに誤り要因ER_1に従って算出する。さらに、第3の基準信号、例えばセル313のうちの最下部のセルのセル電圧は、監視モジュール303で受け取られて、シフト信号V_{S5}にシフトされることになる。第3の基準信号およびシフト信号V_{S5}は、さらに監視モジュール302で受け取られ、監視モジュール302および301を介して制御装置306に移送され、それぞれシフト信号V_{S6}およびシフト信号V_{S7}にシフトされる。したがって、制御装置306は、監視モジュール303の誤り要因ER_3を、シフト信号V_{S6}およびV_{S7}ならびに誤り要因ER_1およびER_2に従って算出する。さらに、第4の基準信号、例えばセル314のうちの最下部のセルのセル電圧は、監視モジュール304で受け取られて、シフト信号V_{S8}にシフトされることになる。第4の基準信号およびシフト信号V_{S8}は、さらに監視モジュール303で受け取られ、監視モジュール303、302および301を介して制御装置306に移送され、それぞれシフト信号V_{S9}およびシフト信号V_{S10}にシフトされる。したがって、制御装置306は、監視モジュール304の誤り要因ER_4を、シフト信号V_{S9}およびV_{S10}ならびに誤り要因ER_1、ER_2およびER_3に従って算出する。

【００２６】

さらに、制御装置306は、監視モジュール301を介してセル311を監視すること、監視モジュール302および301を介してセル312を監視すること、監視モジュール303、302および301を介してセル313を監視すること、また監視モジュール304、303、302および301を介してセル314を監視することができる。一例として、セル311のうちの各セルのセル電圧は、監視モジュール301で受け取られ、監視モジュール301を介して移送され、監視モジュール301のOUT端子において出力信号V_{O1}にシフトされる。セル312のうちの各セルのセル電圧は、監視モジュール302で受け取られ、監視モジュール302および301を介して移送され、監視モジュール301のOUT端子において出力信号V'_{O2}にシフトされる。セル313のうちの各セルのセル電圧は、監視モジュール303で受け取られ、監視モジュール303、302および301を介して移送され、監視モジュール301のOUT端子において出力信号V'_{O3}にシフトされる。セル314のうちの各セルのセル電圧は、監視モジュール304で受け取られ、監視モジュール304、303、302および301を介して移送され、監視モジュール301のOUT端子において出力信号V'_{O4}にシフトされる。

【００２７】
有利なことには、制御装置306は、出力信号V_{O1}を、誤り要因ER_1に基づいて調整することができる。制御装置306はまた、出力信号V'_{O2}を、誤り要因ER_1およびER_2に基づいて調整することもできる。制御装置306はまた、出力信号V'_{O3}を、誤り要因ER_1、ER_2およびER_3に基づいて調整することもできる。制御装置306はまた、出力信号V'_{O4}を、誤り要因ER_1、ER_2、ER_3およびER_4に基づいて調整することもできる。
【００２８】
図4は、本発明の一実施形態による、BMS400の例の構成図である。図4に示すように、BMS400は、上側モジュール404および下側モジュール402を含む。モジュール402および404は、図2におけるモジュール202および204と同様の構造を有する。また、LDO216の入力端子LINおよびLDO216の出力端子LOUTは、LS/MUX412に結合されている。したがって、LS/MUX412は、セル410_1～410_7のセル電圧、またはLDO216(例えば、LDO236の出力電圧V_{REG2})の入力電圧、またはLDO216の出力電圧V_{REG1}を選択的に受け取ることができる。同様に、LDO236の入力端子LINおよびLDO236の出力端子LOUTは、LS/MUX432に結合されている。したがって、LS/MUX432は、セル430_1～430_7のセル電圧、またはLDO236の入力電圧、またはLDO236の出力電圧V_{REG2}を選択的に受け取ることができる。そのような一実施形態において、LDO216の出力電圧V_{REG1}およびLDO236の出力電圧V_{REG2}が、調整処理用の基準信号として使用される。
【００２９】
具体的には、一実施形態において、下側モジュール402は、基準信号、例えばLDO216の出力電圧V_{REG1}をシフト信号V'_{S4}にシフトさせる。例えば、LS/MUX412は、出力電圧V_{REG1}を受け取り、出力電圧V_{REG1}を下側モジュール402のOUT端子に、バッファ214を介して移送する。したがって、シフト信号V'_{S4}は、下側モジュール402のOUT端子において生成される。シフト信号V'_{S4}は、出力電圧V_{REG1}および下側モジュール402の誤り要因ER_1によって決定される。制御装置406は、シフト信号V'_{S4}を、入力端子AD0を介して受け取り、出力電圧V_{REG1}を、制御装置406の電源入力端子VCCを介して受け取り、下側モジュール402の誤り要因ER_1を、出力電圧V_{REG1}およびシフト信号V'_{S4}に従って算出する。
【００３０】
さらに、上側モジュール404は、基準信号、例えばLDO236の出力電圧V_{REG2}を、第1のシフト信号V'_{S1}にシフトさせる。下側モジュール402はまた、出力電圧V_{REG2}を第2のシフト信号V'_{S2}にシフトさせる。下側モジュール402は、さらに第1のシフト信号V'_{S1}を第3のシフト信号V'_{S3}にシフトさせる。一例として、LS/MUX432は、出力電圧V_{REG2}を受け取り、出力電圧V_{REG2}を上側モジュール404のOUT端子に、バッファ234を介して移送する。したがって、第1のシフト信号V'_{S1}は、上側モジュール404のOUT端子において生成される。第1のシフト信号V'_{S1}は、出力電圧V_{REG2}および上側モジュール404の誤り要因ER_2によって決定される。また、LS/MUX412は、LDO236の出力電圧V_{REG2}、例えばLDO216の入力電圧を受け取り、出力電圧V_{REG2}を下側モジュール402のOUT端子に、バッファ214を介して移送する。したがって、第2のシフト信号V'_{S2}は、下側モジュール402のOUT端子において生成される。第2のシフト信号V'_{S2}は、出力電圧V_{REG2}および下側モジュール402の誤り要因ER_1によって決定される。さらに、LS/MUX412は、第1のシフト信号V'_{S1}を、上側モジュール404のOUT端子および下側モジュール402の監視端子BC8を介して受け取り、第1のシフト信号V'_{S1}を下側モジュール402のOUT端子に、バッファ214を介して移送する。したがって、第3のシフト信号V'_{S3}は、下側モジュール402のOUT端子において生成される。第3のシフト信号V'_{S3}は、第1のシフト信号V'_{S1}および下側モジュール402の誤り要因ER_1によって決定される。制御装置406は、出力電圧V_{REG2}を、第2のシフト信号V'_{S2}および下側モジュール402の誤り要因ER_1に従って算出する。制御装置406はまた、第1のシフト信号V'_{S1}を、第3のシフト信号V'_{S3}および誤り要因ER_1に従って算出する。したがって、制御装置406は、上側モジュール404の誤り要因ER_2を、算出した出力電圧V_{REG2}および算出した第1のシフト信号V'_{S1}に従って算出する。言い換えれば、制御装置406は、上側モジュール404の誤り要因ER_2を、下側モジュール402の誤り要因ER_1ならびに第2のシフト信号V'_{S2}および第3のシフト信号V'_{S3}に従

って算出することができる。

【００３１】

図2に関して説明した調整処理と同様に、制御装置406は、セル410_1～410_7および430_1～430_7の、受け取ったセル情報、例えば下側モジュール402のOUT端子における出力信号を、算出した誤り要因ER_1およびER_2に基づいて調整することができる。

【００３２】

さらには、本発明の一実施形態において、バッテリ監視システムは、下側モジュール402または上側モジュール404と同様の任意の数の監視モジュールを含むことができ、各監視モジュールは、任意の数の監視端子を含むことができる。

【００３３】

図5は、本発明の一実施形態による、バッテリ監視システムによって実行される動作の例の流れ図500である。

【００３４】

ブロック502において、第1のモジュール(例えば、図2における上側モジュール204、図3における監視モジュール304、または図4における上側モジュール404)が、基準信号(例えば、図2におけるセル230_1のセル電圧V_{CELL7}、図3におけるセル312のうちの最下部のセルのセル電圧、または図4におけるLDO236からの出力電圧V_{REG2})を第1のシフト信号にシフトさせる。

【００３５】

ブロック504において、第2のモジュール(例えば、図2における下側モジュール202、図3における監視モジュール302、または図4における下側モジュール402)が、基準信号を第2のシフト信号にシフトさせる。ブロック506において、第2のモジュールは、さらに第1のシフト信号を第3のシフト信号にシフトさせる。

【００３６】

ブロック508において、第2のモジュール(例えば、図2におけるにおける下側モジュール202、図3における監視モジュール302、または図4における下側モジュール402)が、1組のセル(例えば、図2におけるセル230_1～230_6、図3におけるセル312、または図4におけるセル430_1～430_7)を、第1のモジュール(例えば、図2における上側モジュール204、図3における監視モジュール304、または図4における上側モジュール404)を介して監視する。

【００３７】

ブロック510において、制御装置(例えば、制御装置206、制御装置306、または制御装置406)が、1組のセル(例えば、図2におけるセル230_1～230_6、図3におけるセル312、または図4におけるセル430_1～430_7)の状態(例えば、各セルのセル電圧、または温度)を示す出力信号を、第2および第3のシフト信号に従って調整する。

【００３８】

要するに、本発明による実施形態は、複数組のセルを監視するためのバッテリ監視システムを提供する。バッテリ監視システム内の複数の監視モジュールは、それぞれ複数組のセルを監視し、監視したセル情報を制御装置に、監視モジュールを介して移送することができる。監視モジュールはまた、所定のセルのセル電圧および/または電圧レギュレータによって提供された電圧などの基準信号を、制御装置に移送することができる。したがって、制御装置は、監視モジュール内に存在し得る誤り要因を基準信号に従って補正して、受け取ったセル情報を調整(または修正)することができる。その結果、費用、電力消費、およびバッテリ監視システム用のPCBのサイズが低減され、バッテリ監視システムは、複数組のセルをより正確に監視することができる。

【００３９】

上記の説明および図面は、本発明の実施形態を表すが、これらには、添付の特許請求の範囲において定義する、本発明の原理の精神および範囲から逸脱することなく、さまざまな追加、変形、および置換が可能であることが理解されよう。本発明は、本発明の実施において用いられる、形体、構造、配置、大きさ、材料、要素、ならびに構成要素およびその他のものの多くの変形とともに使用することができ、これらは、特に、本発明の原理か

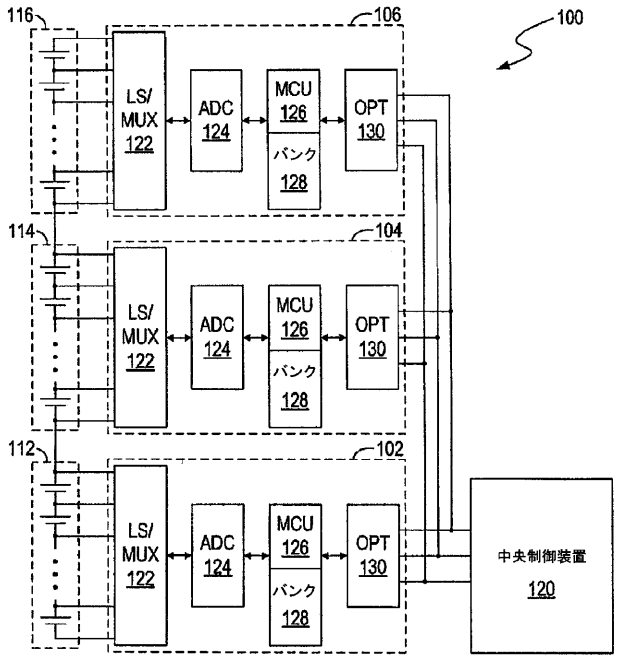
ら逸脱することなく特定の環境および動作要件に適合されることが当業者には認識されよう。したがって、ここで開示された実施形態は、あらゆる点において例示的であり、非制限的なものであると考えるべきであり、本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲およびその法的な等価物によって示され、上記の記述に制限されない。

【符号の説明】

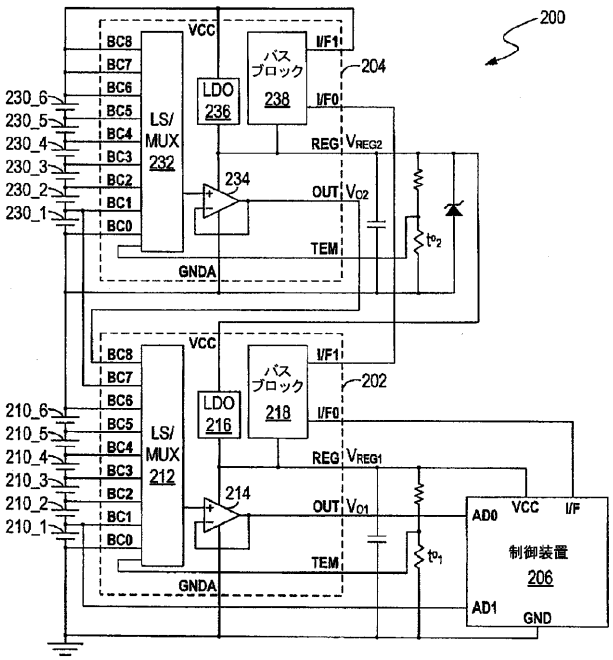
【００４０】

200、300、400　バッテリ監視システム
202、402　下側の監視モジュール
204、404　上側の監視モジュール
206、306、406　制御装置
210_1～210_6、230_1～230_6、311、312、313、314、410_1～410_7、430_1～430_7　セル
212、232、412、432　レベルシフタおよびマルチプレクサ
214、234　バッファ
216、236　低ドロップアウト電圧レギュレータ
218、238　バスブロック
301、302、303、304　監視モジュール

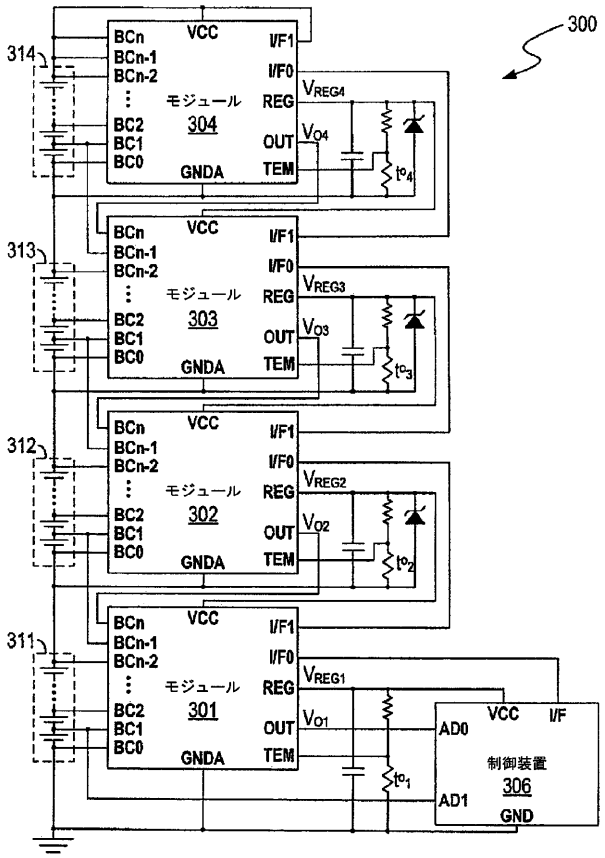
【図１】



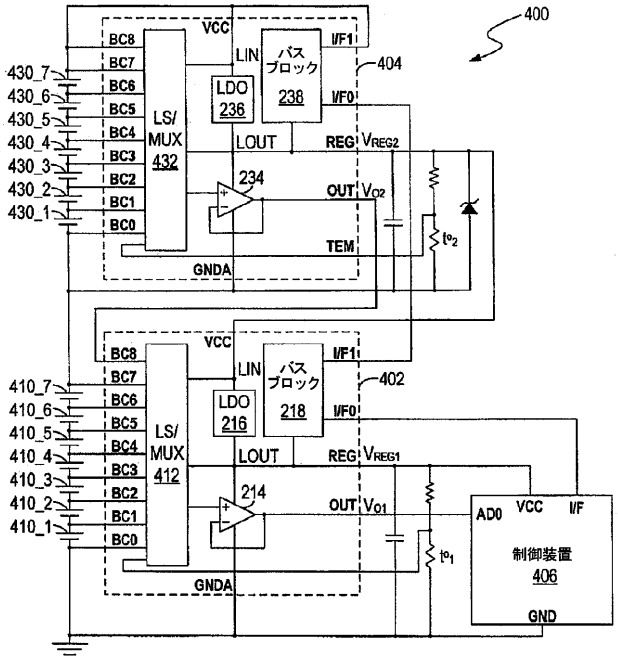
【図２】



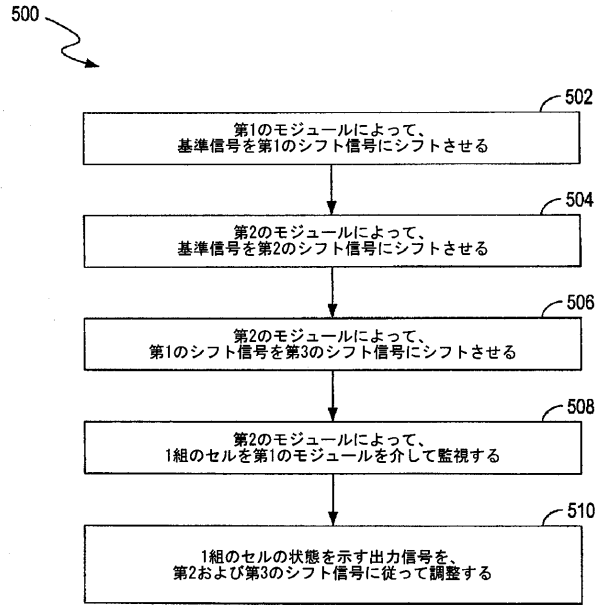
【図３】


300
314
313
312
311
BCn
BCn-1
BCn-2
BC2
BC1
BC0
VCC
GNDA
I/F1
I/F0
REG
OUT
TEM
モジュール
304
303
302
301
VREG4
VREG3
VREG2
VREG1
VO4
VO3
VO2
VO1
to4
to3
to2
to1
AD0
AD1
制御装置
306
GND
I/F

【図４】


400
VCC
BC8
BC7
BC6
BC5
BC4
BC3
BC2
BC1
BC0
430_7
430_6
430_5
430_4
430_3
430_2
430_1
LS/
MUX
432
LIN
LDO
236
バス
ブロック
238
404
I/F1
I/F0
LOUT
REG
VREG2
234
OUT
VO2
TEM
GNDA
to2
410_7
410_6
410_5
410_4
410_3
410_2
410_1
412
216
218
402
VREG1
214
VO1
to1
AD0
制御装置
406
GND
I/F

【図５】


500
502
第1のモジュールによって、
基準信号を第1のシフト信号にシフトさせる
504
第2のモジュールによって、
基準信号を第2のシフト信号にシフトさせる
506
第2のモジュールによって、
第1のシフト信号を第3のシフト信号にシフトさせる
508
第2のモジュールによって、
1組のセルを第1のモジュールを介して監視する
510
1組のセルの状態を示す出力信号を、
第2および第3のシフト信号に従って調整する

フロントページの続き

(72)発明者　グオシン・リ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・９４０８９・サニーヴェイル・サレルノ・テラス・５１４

Ｆターム(参考) 5G503 BA03 GD04
5H030 AS20 FF43 FF44

【外国語明細書】

BATTERY MONITORING SYSTEMS

BACKGROUND

[001] FIG. 1 illustrates a block diagram of a conventional battery monitoring system (BMS) 100 for monitoring multiple sets of cells 112, 114 and 116. The BMS 100 includes multiple battery monitoring units (BMUs) 102, 104 and 106 to monitor the cells 112, 114 and 116, respectively. The BMS 100 further includes a central controller 120 to communicate with the BMUs 102, 104 and 106 and control all the cells 112, 114 and 116 according to cell information from the BMUs 102, 104 and 106.

[002] As shown in FIG. 1, each of BMUs 102, 104 and 106 includes a combined circuit of a level-shifter and a multiplexer (LS/MUX) 122 to selectively receive cell voltages, an analog-to-digital converter (ADC) 124 to convert the cell voltages to digital signals, a micro-controller (MCU) 126 to control the LS/MUX 122 and the ADC 124, a register bank 128 to store the digital signals, and an opto-coupler (OPT) 130 to communicate with the central controller 120. Moreover, each of the BMUs 102, 104 and 106 includes a digital filter (not shown in FIG. 1) for the ADC 124. Each ADC 124 needs a trimming process before monitoring the cell voltages. In other words, the BMS 100 includes multiple ADCs 124, multiple MCUs 126, multiple register banks 128, and multiple digital filters for the ADCs 124. Furthermore, the BMS 100 needs multiple trimming processes for the ADCs 124. The cost and power consumption of the BMS 100 are relatively high. The size of the printed circuit board (PCB) for the BMS 100 is also relatively large.

SUMMARY

[003] In one embodiment, a battery monitoring system includes a first module and a second module coupled to the first module. The first module shifts a reference signal to a first shifted signal. The second module shifts the reference signal to a second shifted signal and shifts the first shifted signal to a third shifted signal. The second module also monitors a set of cells through the first module and provides an output signal indicative of a status of the set of cells. The second and third shifted signals are usable for calibrating the output signal.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[004] Features and advantages of embodiments of the claimed subject matter will become apparent as the following detailed description proceeds, and upon reference to the drawings, wherein like numerals depict like parts, and in which:

[005] FIG. 1 illustrates a block diagram of a conventional battery monitoring system.

[006] FIG. 2 illustrates a block diagram of an example of a battery monitoring system, in accordance with one embodiment of the present invention.

[007] FIG. 3 illustrates a block diagram of an example of a battery monitoring system, in accordance with one embodiment of the present invention.

[008] FIG. 4 illustrates a block diagram of an example of a battery monitoring system, in accordance with one embodiment of the present invention.

[009] FIG. 5 illustrates a flowchart of examples of operations performed by a battery monitoring system, in accordance with one embodiment of the present invention.

DETAILED DESCRIPTION

[010] Reference will now be made in detail to the embodiments of the present invention. While the invention will be described in conjunction with these embodiments, it will be understood that they are not intended to limit the invention to these embodiments. On the contrary, the invention is intended to cover alternatives, modifications and equivalents, which may be included within the spirit and scope of the invention as defined by the appended claims.

[011] Furthermore, in the following detailed description of the present invention, numerous specific details are set forth in order to provide a thorough understanding of the present invention. However, it will be recognized by one of ordinary skill in the art that the present invention may be practiced without these specific details. In other instances, well known methods, procedures, components, and circuits have not been described in detail as not to unnecessarily obscure aspects of the present invention.

[012] In one embodiment, the present invention provides a battery monitoring system. The battery monitoring system includes multiple monitoring modules to monitor multiple sets of cells. Each monitoring module can monitor cell information for a corresponding set of cells. The battery monitoring system also includes a controller to control the multiple sets of cells according to the cell information. In addition, a module of the multiple monitoring modules can transfer the monitored cell information to the controller through one or more of the other modules of the multiple monitoring modules. Thus, in one embodiment, the controller can receive cell information of all the cells from one monitoring module. Advantageously, in one such embodiment, the battery monitoring system does not need multiple ADCs, multiple MCUs, multiple register backs, and multiple digital filters for the ADCs.

[013] FIG. 2 illustrates a block diagram of an example of a battery monitoring system (BMS) 200, in accordance with one embodiment of the present invention. The BMS 200 can monitor a set of cells 210_1-210_6 and a set of cells 230_1-230_6. As shown in FIG. 2, the BMS 200 includes a low-side monitoring module 202 (hereinafter, low-side module 202) to monitor the cells 210_1-210_6 and a high-side monitoring module 204 (hereinafter, high-side module 204) to monitor the cells 230_1-230_6. The BMS 200 further includes a controller 206, e.g., a micro-controller, a processor, etc. The controller 206 can receive cell information of the cells 210_1-210_6 and 230_1-230_6 from the low-side module 202, convert the cell information to digital signals, and control the cells 210_1-210_6 and 230_1-230_6 according to the digital signals.

[014] In one embodiment, each of the modules 202 and 204 includes multiple monitoring terminals BC0-BC8 to monitor input signals, e.g., cell voltages of the cells 210_1-210_6 or the cells 230_1-230_6, an output terminal OUT (hereinafter, OUT terminal) to provide an output signal indicative of a selected input signal, an input terminal TEM to receive temperature information, an output terminal REG (hereinafter, REG terminal) to provide a power voltage, a power input terminal VCC to receive a power supply voltage, a terminal GNDA to receive a common ground voltage, and an upper bus interface I/F1 and a lower bus interface I/F0 to transfer control signals from the controller 206. The controller 206 includes an input terminal AD0 to monitor an output signal from the OUT terminal of the low-side module 202, an input terminal AD1 to receive a reference signal, e.g., the cell voltage V_{CELL1} of the cell 210_1, a power input terminal VCC to receive a power supply voltage, a bus interface I/F to provide control signals to control the cells 210_1-210_6 and the cells 230_1-230_6, and a terminal GND coupled to ground.

[015] In one embodiment, the high-side module 204 includes a combined circuit of a level-shifter and a multiplexer (LS/MUX) 232, a buffer 234, e.g., an operational amplifier, a low-dropout voltage regulator (LDO) 236, and a bus block 238. The LS/MUX 232 selectively receives an input signal via two corresponding terminals of the monitoring terminals BC0-BC8, shifts the input signal to a voltage level that is relative to the common ground voltage of the high-side module 204, e.g., the voltage at the monitoring terminal BC0 of the high-side module 204, and transfers the input signal to the buffer 234. The buffer 234 further transfers the input signal to the OUT terminal of the high-side module 204. The LDO 236 receives a power supply voltage and generates a regulated output voltage V_{REG2} to the REG terminal of the high-side module 204. In one embodiment, the output voltage V_{REG2} can be used to enable communication between the bus blocks 238 and 218. The output voltage V_{REG2} can also be used to power a circuit, e.g., the low-side module 202. The bus block 238 can receive and/or transfer control signals from the controller 206.

[016] Similarly, the low-side module 202 includes an LS/MUX 212, a buffer 214, e.g., an operational amplifier, an LDO 216, and a bus block 218. The LS/MUX 212 selectively receives an input signal via two corresponding terminals of the monitoring terminals BC0-BC8, shifts the input signal to a voltage level that is relative to ground, and transfers the input signal to the buffer 214. The buffer 214 further transfers the input signal to the OUT terminal of the low-side module 202. The LDO 216 receives a power supply voltage, e.g., the output voltage V_{REG2}, and generates a regulated output voltage V_{REG1} to the REG terminal of the low-side module 202. In one embodiment, the output voltage V_{REG1} can be used to enable communication between the bus blocks 238 and 218. The output voltage V_{REG1} can also be used to power a circuit, e.g., the controller 206. The bus block 218 can receive and transfer control signals from the controller 206.

[017] In one embodiment, in the high-side module 204, the LS/MUX 232 cooperates with the buffer 234 to receive a cell voltage of each cell of the cells 230_1-230_6 and generate an output signal V_{O2}, e.g., at the OUT terminal of the high-side module 204, indicative of the cell voltage of each cell of the cells 230_1-230_6. In the low-side module 202, the LS/MUX 212 cooperates with the buffer 214 to receive a cell voltage of each cell of the cells 210_1-210_6 and generate an output signal V_{O1}, e.g., at the OUT terminal of the low-side module 202, indicative of the cell voltage of each cell of the cells 210_1-210_6. Additionally, the low-side module 202 can monitor the cells 230_1-230_6 through the high-side module 204 and provide an output signal V'_{O2} indicative of a cell voltage of each cell of the cells 230_1-230_6. By way of example, the low-side module 202 can receive the output signal V_{O2} from the high-side module 204 via the OUT terminal of the high-side module 204 and the monitoring terminal BC8 of the low-side module 202, and generate the output signal V'_{O2} indicative of the output signal V_{O2} at the OUT terminal of the low-side module 202. Thus, in one such embodiment, the controller 206 can receive cell information of the cells 210_1-210_6 and 230_1-230_6 from the low-side module 202, and control the cells 210_1-210_6 and 230_1-230_6 according to the cell information. The controller 206 can generate an instruction signal to control the cells 210_1-210_6 via the bus block 218. The controller 206 can also generate an instruction signal to control the cells 230_1-230_6 via the bus block 218 and the bus block 238.

[018] Advantageously, compared with the BMS 100 in FIG. 1, the multiple ADCs 124, the multiple MCUs 126, the multiple register banks 128, and the multiple digital filters for the ADCs 124 are omitted in the BMS 200. The multiple trimming processes for the ADCs 124 in the BMS 100 are also omitted in the BMS 200. Thus, the cost, the

power consumption, and the size of the printed circuit board (PCB) for the BMS 200 are reduced.

[019] However, in one embodiment, the high-side module 204 may have an error factor ER_2, e.g., including an input voltage offset of the buffer 234 and/or a voltage offset in the LS/MUX 232 and/or resistor mismatch in the LS/MUX 232. The low-side module 202 may also have an error factor ER_1, e.g., including an input voltage offset of the buffer 214 and/or a voltage offset in the LS/MUX 212 and/or resistor mismatch in the LS/MUX 212. Thus, the output signal V_{O1} of the low-side module 202 can be determined by a corresponding cell voltage of the cells 210_1-210_6 and the error factor ER_1 of the low-side module 202. The output signal V'_{O2} can be determined by a corresponding cell voltage of the cells 230_1-230_6, and determined by the error factor ER_2 of the high-side module 204 and the error factor ER_1 of the low-side module 202.

[020] Advantageously, in one embodiment, the low-side module 202 cooperates with the high-side module 204 to provide shifted signals to the controller 206. The controller 206 calculates the error factors ER_1 and ER_2 according to the shifted signals and calibrates (or corrects) the output signals V_{O1} and V'_{O2} based on the calculated error factors ER_1 and ER_2.

[021] More specifically, in one embodiment, the low-side module 202 shifts a reference signal, e.g., the cell voltage V_{CELL1} of the cell 210_1, to a shifted signal V_{S4}. For example, the low-side module 202 receives the cell voltage V_{CELL1} of the cell 210_1 via the monitoring terminals BC1 and BC0 of the low-side module 202, and generates the shifted signal V_{S4} indicative of the cell voltage V_{CELL1} to the OUT terminal of the low-side module 202. The shifted signal V_{S4} is determined by the cell voltage V_{CELL1} and the error factor ER_1 of the low-side module 202. The controller 206 receives the shifted

signal V_{S4} via the input terminal AD0 and the cell voltage V_{CELL1} via the input terminal AD1, and calculates the error factor ER_1 of the low-side module 202 according to the cell voltage V_{CELL1} and the shifted signal V_{S4}.

[022] Moreover, the high-side module 204 shifts a reference signal, e.g., the cell voltage V_{CELL7} of the cell 230_1, to a first shifted signal V_{S1}. The low-side module 202 also shifts the reference signal V_{CELL7} to a second shifted signal V_{S2}. The low-side module 202 further shifts the first shifted signal V_{S1} to a third shifted signal V_{S3}. By way of example, the high-side module 204 receives the cell voltage V_{CELL7} via the monitoring terminals BC1 and BC0 of the high-side module 204, and generates the first shifted signal V_{S1} indicative of the cell voltage V_{CELL7} to the OUT terminal of the high-side module 204. The first shifted signal V_{S1} is determined by the cell voltage V_{CELL7} and the error factor ER_2 of the high-side module 204. In addition, the low-side module 202 receives the cell voltage V_{CELL7} via the monitoring terminals BC7 and BC6 of the low-side module 202, and generates the second shifted signal V_{S2} indicative of the cell voltage V_{CELL7} to the OUT terminal of the low-side module 202. The second shifted signal V_{S2} is determined by the cell voltage V_{CELL7} and the error factor ER_1 of the low-side module 202. Moreover, the low-side module 202 receives the first shifted signal V_{S1} via the OUT terminal of the high-side module 204 and the monitoring terminal BC8 of the low-side module 202, and generates the third shifted signal V_{S3} indicative of the first shifted signal V_{S1} to the OUT terminal of the low-side module 202. The third shifted signal V_{S3} is determined by the first shifted signal V_{S1} and the error factor ER_1 of the low-side module 202. Since the error factor ER_1 can be obtained in a manner mentioned above, the controller 206 calculates the cell voltage V_{CELL7} according to the second shifted signal V_{S2} and the error factor ER_1. The controller 206 also calculates the first shifted signal V_{S1} according to the third shifted signal V_{S3} and the error factor ER_1. Thus, the controller 206 calculates the error factor ER_2 of the high-side module

204 according to the calculated cell voltage V_{CELL7} and the calculated first shifted signal V_{S1}. In other words, the controller 206 can calculate the error factor ER_2 of the high-side module 204 according to the error factor ER_1 of the low-side module 202 and according to the second and third shifted signals V_{S2} and V_{S3}.

[023] As a result, advantageously, the controller 206 can receive the output signal V_{O1} indicative of a cell voltage of the cells 210_1-210_6 and calibrate the output signal V_{O1} based on the calculated error factor ER_1. The controller 206 can also receive the output signal V'_{O2} indicative of a cell voltage of the cells 230_1-230_6 and calibrate the output signal V'_{O2} based on the calculated error factors ER_1 and ER_2.

[024] In one embodiment, the controller 206 monitors the temperature t°_1 of the cells 210_1-210_6 and the temperature t°_2 of the cells 230_1-230_6 in a similar manner.

[025] Although the cell voltages of the bottom cells 210_1 and 230_1 are used as reference signals for the calibration process in the example of FIG. 2, the cell voltages of the other cells 210_2-210_6 and 230_2-230_6 can also be used as reference signals for the calibration process in one embodiment. The calibration process, in one such embodiment, can be performed in a similar manner.

[026] Although, in the example of FIG. 2, the BMS 200 includes two monitoring modules and each monitoring module includes eight monitoring terminals, the invention is not so limited. In one embodiment, a battery monitoring system can include any number of similar monitoring modules, and each monitoring module can include any number of monitoring terminals. FIG. 3 illustrates a block diagram of an example of a BMS 300, in accordance with one embodiment of the present invention.

[027] As shown in FIG. 3, the BMS 300 includes multiple monitoring modules 301, 302, 303 and 304 to monitor multiple sets of cells 311, 312, 313 and 314, respectively. Each of the monitoring modules 301, 302, 303 and 304 can have similar structure to the module 202 or 204 in FIG. 2.

[028] Similar to the calibration process described in relation to FIG. 2, in the example of FIG. 3, a first reference signal, e.g., the cell voltage of the bottom cell of the cells 311, is received at the monitoring module 301 to be shifted to a shifted signal V_{S4}. The controller 306 calculates an error factor ER_1 of the monitoring module 301 according to the first reference signal and the shifted signal V_{S4}. In addition, a second reference signal, e.g., the cell voltage of the bottom cell of the cells 312, is received at the monitoring module 302 to be shifted to a shifted signal V_{S1}. The second reference signal and the shifted signal V_{S1} are further received at the monitoring module 301 to be respectively shifted to a shifted signal V_{S2} and a shifted signal V_{S3}. Thus, the controller 306 calculates an error factor ER_2 of the monitoring module 302 according to the shifted signals V_{S2} and V_{S3} and according to the error factor ER_1. Moreover, a third reference signal, e.g., the cell voltage of the bottom cell of the cells 313, is received at the monitoring module 303 to be shifted to a shifted signal V_{S5}. The third reference signal and the shifted signal V_{S5} are further received at the monitoring module 302, transferred to the controller 306 through the monitoring modules 302 and 301, and respectively shifted to a shifted signal V_{S6} and a shifted signal V_{S7}. Thus, the controller 306 calculates an error factor ER_3 of the monitoring module 303 according to the shifted signals V_{S6} and V_{S7} and according to the error factors ER_1 and ER_2. Furthermore, a fourth reference signal, e.g., the cell voltage of the bottom cell of the cells 314, is received at the monitoring module 304 to be shifted to a shifted signal V_{S8}. The fourth reference signal and the shifted signal V_{S8} are further received at the monitoring module 303, transferred to the controller 306 through the monitoring modules 303, 302 and 301,

and respectively shifted to a shifted signal V_{S9} and a shifted signal V_{S10}. Thus, the controller 306 calculates an error factor ER_4 of the monitoring module 304 according to the shifted signals V_{S9} and V_{S10} and according to the error factors ER_1, ER_2 and ER_3.

[029] Additionally, the controller 306 can monitor the cells 311 via the monitoring module 301, monitor the cells 312 via the monitoring modules 302 and 301, monitor the cells 313 via the monitoring modules 303, 302 and 301, and monitor the cells 314 via the monitoring modules 304, 303, 302 and 301. By way of example, a cell voltage of each cell of the cells 311 is received at the monitoring module 301, transferred through the monitoring module 301, and shifted to an output signal V_{O1} at the OUT terminal of the monitoring module 301. A cell voltage of each cell of the cells 312 is received at the monitoring module 302, transferred through the monitoring modules 302 and 301, and shifted to an output signal V'_{O2} at the OUT terminal of the monitoring module 301. A cell voltage of each cell of the cells 313 is received at the monitoring module 303, transferred through the monitoring modules 303, 302 and 301, and shifted to an output signal V'_{O3} at the OUT terminal of the monitoring module 301. A cell voltage of each cell of the cells 314 is received at the monitoring module 304, transferred through the monitoring modules 304, 303, 302 and 301, and shifted to an output signal V'_{O4} at the OUT terminal of the monitoring module 301.

[030] Advantageously, the controller 306 can calibrate the output signal V_{O1} based on the error factor ER_1. The controller 306 can also calibrate the output signal V'_{O2} based on the error factors ER_1 and ER_2. The controller 306 can also calibrate the output signal V'_{O3} based on the error factors ER_1, ER_2 and ER_3. The controller 306 can also calibrate the output signal V'_{O4} based on the error factors ER_1, ER_2, ER_3 and ER_4.

[031] FIG. 4 illustrates a block diagram of an example of a BMS 400, in accordance with one embodiment of the present invention. As shown in FIG. 4, the BMS 400 includes a high-side module 404 and a low-side module 402. The modules 402 and 404 have similar structure to the modules 202 and 204 in FIG. 2. In addition, an input terminal LIN of the LDO 216 and an output terminal LOUT of the LDO 216 are coupled to the LS/MUX 412. Thus, the LS/MUX 412 can selectively receive a cell voltage of the cells 410_1-410_7, or an input voltage of the LDO 216 (e.g., an output voltage V_{REG2} of the LDO 236), or an output voltage V_{REG1} of the LDO 216. Similarly, an input terminal LIN of the LDO 236 and an output terminal LOUT of the LDO 236 are coupled to the LS/MUX 432. Thus, the LS/MUX 432 can selectively receive a cell voltage of the cells 430_1-430_7, or an input voltage of the LDO 236, or the output voltage V_{REG2} of the LDO 236. In one such embodiment, the output voltage V_{REG1} of the LDO 216 and the output voltage V_{REG2} of the LDO 236 are used as reference signals for calibration process.

[032] More specifically, in one embodiment, the low-side module 402 shifts a reference signal, e.g., the output voltage V_{REG1} of the LDO 216, to a shifted signal V'_{S4}. For example, the LS/MUX 412 receives the output voltage V_{REG1} and transfers the output voltage V_{REG1} to the OUT terminal of the low-side module 402 via the buffer 214. As such, the shifted signal V'_{S4} is generated at the OUT terminal of the low-side module 402. The shifted signal V'_{S4} is determined by the output voltage V_{REG1} and the error factor ER_1 of the low-side module 402. The controller 406 receives the shifted signal V'_{S4} via the input terminal AD0 and the output voltage V_{REG1} via the power input terminal VCC of the controller 406, and calculates the error factor ER_1 of the low-side module 402 according to the output voltage V_{REG1} and the shifted signal V'_{S4}.

[033] Moreover, the high-side module 404 shifts a reference signal, e.g., the output voltage V_{REG2} of the LDO 236, to a first shifted signal V'_{S1}. The low-side module 402 also shifts the output voltage V_{REG2} to a second shifted signal V'_{S2}. The low-side module 402 further shifts the first shifted signal V'_{S1} to a third shifted signal V'_{S3}. By way of example, the LS/MUX 432 receives the output voltage V_{REG2} and transfers the output voltage V_{REG2} to the OUT terminal of the high-side module 404 via the buffer 234. As such, the first shifted signal V'_{S1} is generated at the OUT terminal of the high-side module 404. The first shifted signal V'_{S1} is determined by the output voltage V_{REG2} and the error factor ER_2 of the high-side module 404. In addition, the LS/MUX 412 receives the output voltage V_{REG2} of the LDO 236, e.g., the input voltage of the LDO 216, and transfers the output voltage V_{REG2} to the OUT terminal of the low-side module 402 via the buffer 214. As such, the second shifted signal V'_{S2} is generated at the OUT terminal of the low-side module 402. The second shifted signal V'_{S2} is determined by the output voltage V_{REG2} and the error factor ER_1 of the low-side module 402. Moreover, the LS/MUX 412 receives the first shifted signal V'_{S1} via the OUT terminal of the high-side module 404 and the monitoring terminal BC8 of the low-side module 402, and transfers the first shifted signal V'_{S1} to the OUT terminal of the low-side module 402 via the buffer 214. As such, the third shifted signal V'_{S3} is generated at the OUT terminal of the low-side module 402. The third shifted signal V'_{S3} is determined by the first shifted signal V'_{S1} and the error factor ER_1 of the low-side module 202. The controller 206 calculates the output voltage V_{REG2} according to the second shifted signal V'_{S2} and the error factor ER_1 of the low-side module 402. The controller 406 also calculates the first shifted signal V'_{S1} according to the third shifted signal V'_{S3} and the error factor ER_1. Thus, the controller 406 calculates the error factor ER_2 of the high-side module 404 according to the calculated output voltage V_{REG2} and the calculated first shifted signal V'_{S1}. In other words, the controller 406 can calculate the error factor ER_2 of the high-side module 404

according to the error factor ER_1 of the low-side module 402 and according to the second and third shifted signals V'_{S2} and V'_{S3}.

[034] Similar to the calibration process descried in relation to FIG. 2, the controller 406 can calibrate the received cell information of the cells 410_1-410_7 and 430_1-430_7, e.g., the output signal at the OUT terminal of the low-side module 402, based on the calculated error factors ER_1 and ER_2.

[035] Additionally, in one embodiment of the present invention, a battery monitoring system can include any number of monitoring modules similar to the low-side module 402 or the high-side module 404, and each monitoring module can include any number of monitoring terminals.

[036] FIG. 5 illustrates a flowchart 500 of examples of operations performed by a battery monitoring system, in accordance with one embodiment of the present invention.

[037] In block 502, a first module (e.g., the high-side module 204 in FIG. 2, the monitoring module 304 in FIG. 3, or the high-side module 404 in FIG. 4) shifts a reference signal (e.g., the cell voltage V_{CELL7} of the cell 230_1 in FIG. 2, the cell voltage of the bottom cell of the cells 312 in FIG. 3, or the output voltage V_{REG2} from the LDO 236 in FIG. 4) to a first shifted signal.

[038] In block 504, a second module (e.g., the low-side module 202 in FIG. 2, the monitoring module 302 in FIG. 3, or the low-side module 402 in FIG. 4) shifts the reference signal to a second shifted signal. In block 506, the second module further shifts the first shifted signal to a third shifted signal.

[039] In block 508, the second module (e.g., the low-side module 202 in FIG. 2, the monitoring module 302 in FIG. 3, or the low-side module 402 in FIG. 4) monitors a set of cells (e.g., the cells 230_1-230_6 in FIG. 2, the cells 312 in FIG. 3, or the cells 430_1-430_7 in FIG. 4) through the first module (e.g., the high-side module 204 in FIG. 2, the monitoring module 304 in FIG. 3, or the high-side module 404 in FIG. 4).

[040] In block 510, a controller (e.g., the controller 206, the controller 306, or the controller 406) calibrates an output signal indicative of a status (e.g., a cell voltage of each cell, or the temperature) of the set of cells (e.g., the cells 230_1-230_6 in FIG. 2, the cells 312 in FIG. 3, or the cells 430_1-430_7 in FIG. 4) according to the second and third shifted signals.

[041] In summary, embodiments according to the present invention provide battery monitoring systems for monitoring multiple sets of cells. Multiple monitoring modules in the battery monitoring system can monitor multiple sets of cells respectively, and transfer the monitored cell information to a controller through the monitoring modules. The monitoring modules can also transfer reference signals such as cell voltages of predetermined cells and/or voltages provided by voltage regulators to the controller. Thus, the controller can compensate error factors that may exit in the monitoring modules according to the reference signals to calibrate (or correct) the received cell information. As a result, the cost, the power consumption, and the size of the PCB for the battery monitoring system are reduced, and the battery monitoring system can monitor the multiple sets of cells more accurately.

[042] While the foregoing description and drawings represent embodiments of the present invention, it will be understood that various additions, modifications and

substitutions may be made therein without departing from the spirit and scope of the principles of the present invention as defined in the accompanying claims. One skilled in the art will appreciate that the invention may be used with many modifications of form, structure, arrangement, proportions, materials, elements, and components and otherwise, used in the practice of the invention, which are particularly adapted to specific environments and operative requirements without departing from the principles of the present invention. The presently disclosed embodiments are therefore to be considered in all respects as illustrative and not restrictive, the scope of the invention being indicated by the appended claims and their legal equivalents, and not limited to the foregoing description.

1. A battery monitoring system comprising:

a first module operable for shifting a reference signal to a first shifted signal; and

a second module coupled to said first module and operable for shifting said reference signal to a second shifted signal, shifting said first shifted signal to a third shifted signal, monitoring a first plurality of cells through said first module, and providing a first output signal indicative of a status of said first plurality of cells,

wherein said second and third shifted signals are useful for calibrating said first output signal.

2. The battery monitoring system as claimed in claim 1, wherein said first module receives said reference signal and generates said first shifted signal indicative of said reference signal, wherein said second module receives said reference signal and generates said second shifted signal indicative of said reference signal, and wherein said second module receives said first shifted signal and generates said third shifted signal indicative of said first shifted signal.

3. The battery monitoring system as claimed in claim 1, wherein said first module receives a voltage of each cell of said first plurality of cells and generates a second output signal indicative of said voltage of each cell of said first plurality of cells, and wherein said second module receives said second output signal and generates said first output signal indicative of said second output signal.

4. The battery monitoring system as claimed in claim 1, wherein said first module is operable for receiving a voltage of each cell of said first plurality of cells, and

wherein said second module is operable for receiving a voltage of each cell of a second plurality of cells coupled in series with said first plurality of cells.

5. The battery monitoring system as claimed in claim 1, further comprising:

a controller operable for calculating a first error factor of said first module according to a second error factor of said second module and according to said second and third shifted signals, and calculating a calibrated level of said first output signal according to said first and second error factors.

6. The battery monitoring system as claimed in claim 5, wherein said second module receives a voltage of a first predetermined cell of a second plurality of cells and generates a fourth shifted signal indicative of said voltage of said first predetermined cell, and wherein said controller calculates said second error factor according to said voltage of said first predetermined cell and said fourth shifted signal.

7. The battery monitoring system as claimed in claim 5, wherein said second module receives a voltage provided by a voltage regulator and generates a fourth shifted signal indicative of said voltage from said voltage regulator, and wherein said controller calculates said second error factor according to said voltage from said voltage regulator and said fourth shifted signal.

8. The battery monitoring system as claimed in claim 1, wherein said reference signal comprises a voltage of a second predetermined cell of said first plurality of cells.

9. The battery monitoring system as claimed in claim 1, wherein said reference signal comprises a voltage provided by a voltage regulator.

10. A method comprising:

shifting a reference signal to a first shifted signal by a first module;

shifting said reference signal to a second shifted signal by a second module;

shifting said first shifted signal to a third shifted signal by said second module;

monitoring a plurality of cells through said first module by said second module; and

calibrating a first output signal indicative of a status of said plurality of cells according to said second and third shifted signals.

11. The method as claimed in claim 10, wherein said shifting said reference signal to said first shifted signal comprises receiving said reference signal at said first module to generate said first shifted signal, wherein said shifting said reference signal to said second shifted signal comprises receiving said reference signal at said second module to generate said second shifted signal, and wherein said shifting said first shifted signal to said third shifted signal comprises receiving said first shifted signal at said second module to generate said third shifted signal.

12. The method as claimed in claim 10, wherein said monitoring comprises:

receiving a voltage of each cell of said plurality of cells at said first module to generate a second output signal indicative of said voltage of each cell of said plurality of cells; and

receiving said second output signal at said second module to generate said first output signal indicative of said second output signal.

13. The method as claimed in claim 10, wherein said calibrating comprises:

calculating an error factor of said first module according to said second and third shifted signals; and

calculating a calibrated level of said first output signal according to said error factor.

14. The method as claimed in claim 10, wherein said reference signal comprises a voltage of a cell of said plurality of cells.

15. The method as claimed in claim 10, wherein said reference signal comprises a voltage provided by a voltage regulator.

16. A battery monitoring system comprising:

a first module operable for receiving, from a second module, a first output signal indicative of a status of a plurality of cells, operable for generating a second output signal indicative of said first output signal, operable for receiving, from said second module, a first shifted signal indicative of a reference signal, operable for generating a second shifted signal indicative of said first shifted signal, and operable for receiving said reference signal to generate a third shifted signal indicative of said reference signal; and

a controller coupled to said first module and operable for calibrating said second output signal according to said second and third shifted signals.

17. The battery monitoring system as claimed in claim 16, wherein said second module receives a voltage of each cell of said plurality of cells and generates said first output signal to said first module.

18. The battery monitoring system as claimed in claim 16, wherein said controller is operable for calculating an error factor of said battery monitoring system according to said second and third shifted signals, and for calculating a calibrated level of said second output signal according to said error factor.

19. The battery monitoring system as claimed in claim 16, wherein said reference signal comprises a voltage of a cell of said plurality of cells.

20. The battery monitoring system as claimed in claim 16, wherein said reference signal comprises a voltage provided by a voltage regulator.

1 Abstract

A battery monitoring system includes a first module and a second module coupled to the first module. The first module shifts a reference signal to a first shifted signal. The second module shifts the reference signal to a second shifted signal and shifts the first shifted signal to a third shifted signal. The second module also monitors a set of cells through the first module and provides an output signal indicative of a status of the set of cells. The second and third shifted signals are usable for calibrating the output signal.

2 Representative Drawing

Fig.2

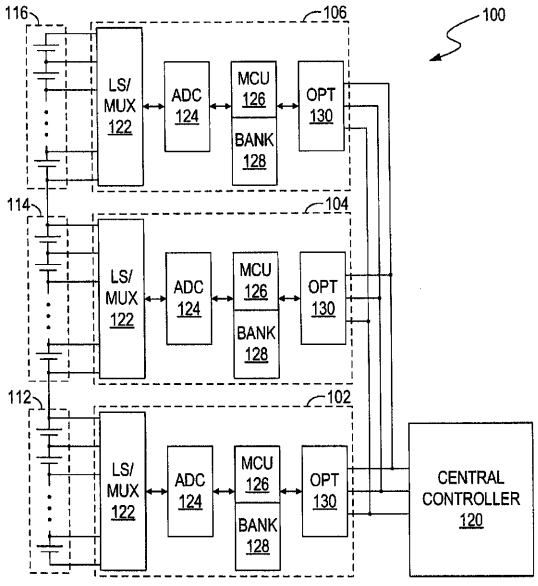


FIG. 1 PRIOR ART

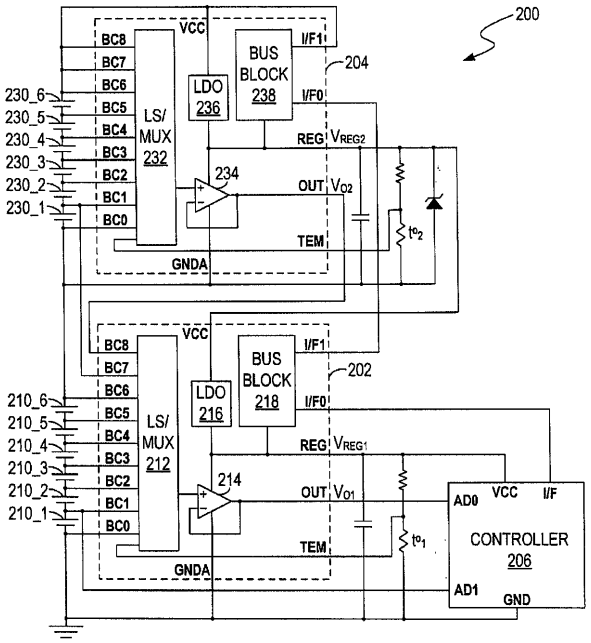


FIG. 2

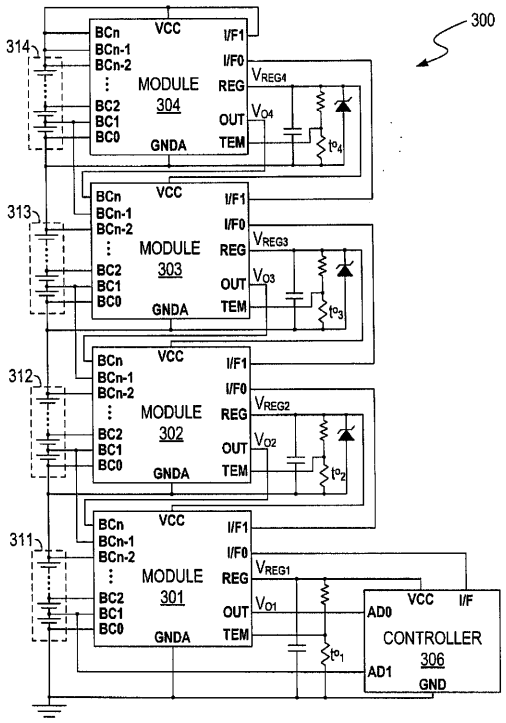


FIG. 3

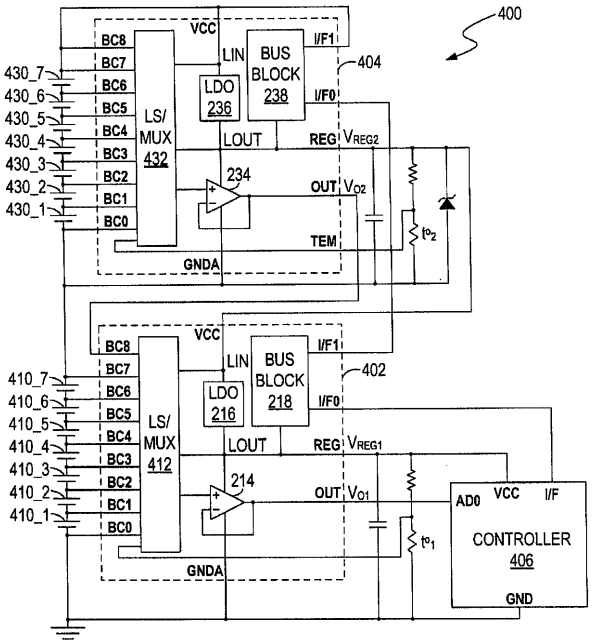


FIG. 4

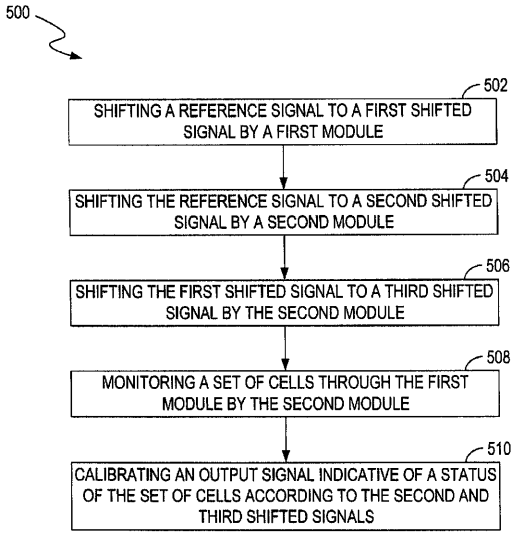


FIG. 5