



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I781995 B

(45) 公告日：中華民國 111 (2022) 年 11 月 01 日

(21) 申請案號：107109611

(22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 21 日

(51) Int. Cl. : G05F1/10 (2006.01)

G05F1/565 (2006.01)

(30) 優先權：2017/03/22 美國

62/475,029

(71) 申請人：美商瑞薩電子美國有限公司 (美國) RENESAS ELECTRONICS AMERICA INC.
(US)

美國

(72) 發明人：派翠克 謝尹 PETRICEK, SHEA (US)；張 鈞 CHEUNG, CHUN (US)；薛爾瑪
安齊 SHARMA, ANKIT (US)

(74) 代理人：李世章；彭國洋

(56) 參考文獻：

TW I551971

TW 200506570A

TW 201539172A

CN 102156498B

CN 102810981A

US 2004/0095110A1

US 2012/0200271A1

US 2012/0313595A1

審查人員：林坤隆

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：3 共 21 頁

(54) 名稱

在多相電壓調節器中組合溫度監測和真實的不同電流感測

(57) 摘要

根據某些方面，本實施方式涉及用來提供監測電壓調節器的一或多個工作參數的能力的技術。在實施方式中，電壓調節器是具有與各個相位對應的多個功率級的多相電壓調節器。在這些和其他實施方式中，工作參數包括相電流和相溫度之一或二者。根據另外的某些方面，本實施方式提供獨立地監測每個相位的各個相電流輸出和相溫度的能力。根據進一步的方面，在使電路複雜性最小化的同時獲得監測工作參數的該能力。

According to certain aspects, the present embodiments are directed to techniques for providing the ability to monitor one or more operational parameters of a voltage regulator. In embodiments, the voltage regulator is a multiphase voltage regulator having a plurality of power stages corresponding to each respective phase. In these and other embodiments, the operational parameters include one or both of a phase current and a phase temperature. According to certain additional aspects, the present embodiments provide the ability to monitor the respective phase current output and phase temperature of each phase independently. According to further aspects, this ability to monitor the operational parameters is achieved while minimizing circuit complexity.

指定代表圖：



I781995

【發明摘要】

【中文發明名稱】在多相電壓調節器中組合溫度監測和真實的不同電流感測

【英文發明名稱】COMBINING TEMPERATURE MONITORING AND TRUE

DIFFERENT

CURRENT SENSING IN A MULTIPHASE VOLTAGE REGULATOR

【中文】

根據某些方面，本實施方式涉及用來提供監測電壓調節器的一或多個工作參數的能力的技術。在實施方式中，電壓調節器是具有與各個相位對應的多個功率級的多相電壓調節器。在這些和其他實施方式中，工作參數包括相電流和相溫度之一或二者。根據另外的某些方面，本實施方式提供獨立地監測每個相位的各個相電流輸出和相溫度的能力。根據進一步的方面，在使電路複雜性最小化的同時獲得監測工作參數的該能力。

【英文】

According to certain aspects, the present embodiments are directed to techniques for providing the ability to monitor one or more operational parameters of a voltage regulator. In embodiments, the voltage regulator is a multiphase voltage regulator having a plurality of power stages corresponding to each respective phase. In these and other embodiments, the operational parameters include one or both of a phase current and a phase temperature. According to certain additional aspects, the present embodiments provide the ability to monitor the respective phase current output and phase temperature of each phase independently. According to further aspects, this

ability to monitor the operational parameters is achieved while minimizing circuit complexity.

【指定代表圖】第（ 2 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

2 0 0 調節器

2 0 2 控制器

2 0 4 - 1 功率級

2 0 4 - 2 功率級

2 0 4 - N 功率級

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】在多相電壓調節器中組合溫度監測和真實的不同電流感測

【英文發明名稱】COMBINING TEMPERATURE MONITORING AND TRUE DIFFERENT CURRENT SENSING IN A MULTIPHASE VOLTAGE REGULATOR

【技術領域】

【0001】本專利申請案請求於2017年3月22日提出申請的U.S.臨時專利申請第62/475,029號的優先權，其全部內容通過引用併入本文。

【0002】本實施方式整體涉及功率控制器，並且更具體地涉及監測多相電壓調節器中的各種工作參數。

【先前技術】

【0003】電壓調節器基於接收到的輸入電壓提供調節後的輸出電壓。電壓調節器用在諸如網路設備、電信和資料通訊設備、伺服器 and 存放設備、物聯網路(IOT)裝置、負載點(point-of-load)電源(例如，用於記憶體、DSP、ASIC、FPGA晶片的電源)等之類的應用中。在這些和其他應用中，諸如溫度和電流之類的電壓調節器的各種工作參數監測對於保持最佳效能是有用的。

【發明內容】

【0004】本實施方式整體涉及功率控制器，並且更具體地涉及用來提供監測電壓調節器的一或多個工作參數的能力的技術。在實施方式中，電壓調節器是具有與各個相位對應的多個功率級的多相電壓調節器。在這些和其他實

施方式中，工作參數包括相電流和相溫度之一或二者。根據另外的某些方面，本實施方式提供獨立地監測每個相位的各個相電流輸出和相溫度的能力。根據進一步的方面，在使電路複雜性最小化的同時獲得監測工作參數的能力。

【圖式簡單說明】

【0005】 在結合附圖瀏覽隨後具體實施方式的描述時，本實施方式的各方面和特徵對於本領域一般技藝人士來說將變得顯而易見，其中：

【0006】 圖1是一般多相電壓調節器的方塊圖；

【0007】 圖2是根據本實施方式的示例多相電壓調節器的方塊圖；

【0008】 圖3是可包含在根據本實施方式的多相電壓調節器中的示例功率級的方塊圖。

【實施方式】

【0009】 現在將參照附圖詳細描述本實施方式，作為實施方式的說明性的示例提供了這些附圖，從而能夠使本領域技藝人士實施對於本領域技藝人士來說是顯而易見的實施方式和替代方案。注意，下面的附圖和示例不意味著將本實施方式的範圍限於單個實施方式，而是通過互換所描述的或圖示的要素中的一些或全部，其他實施方式是可能的。此外，在可使用已知部件部分或完全實現本實施方式的某些要素時，僅將描述這些已知部件中的對於本實施方式的理解來說是必要的那些部分，並將省略這些已知部件中的其他部分的詳細描述，從而不會使本實施方式模糊

不清。被描述為以軟體實現的實施方式不應限於此，而是其可包括以硬體、或軟體和硬體的組合實現的實施方式，反之亦然，這對於本領域技藝人士來說是顯而易見的，除非在此有其他說明。在本案中，顯示出單數部件的實施方式不應認為是限制性的，而是，本案內容意欲涵蓋包括多個相同部件的其他實施方式，反之亦然，除非在此有其他明確說明。此外，申請人未打算將說明書或申請專利範圍中的任何術語認為具有不常用的或特殊的含義，除非在此明確有這種表述。此外，本實施方式涵蓋與在此通過舉例說明的方式指代的已知部件等同的目前和未來的已知均等物。

【0010】 根據某些方面，本實施方式涉及用來提供監測電壓調節器的一或多個工作參數的能力的技術。在實施方式中，電壓調節器是具有與各個相位（*phase*）對應的多個功率級（*power stage*）的多相電壓調節器。在這些和其他實施方式中，工作參數包括相電流（*phase current*）和相溫度（*phase temperature*）之一或二者。根據另外的某些方面，本實施方式提供獨立地監測每個相位的各個相電流輸出和相溫度的能力。根據進一步的方面，與其他方案相對，在降低電路複雜性的同時獲得監測工作參數的該能力。

【0011】 圖1是圖示一般多相電壓調節器的一個示例的方塊圖。在該示例中，調節器100包括控制器102和多

個（ N 個）功率級 104，一個功率級 104 對應於 N 個相位中的各自一個。

【0012】 控制器 102 例如是靈活多相（其中 N 可以是高達例如預定最大為六的任意所需的相數）P W M 控制器。在實施方式中，控制器 102 可滿足任何可應用的 Intel 伺服器級暫態效能規範、任何微處理器、F P G A 或數位 A S I C 軌要求，並且可包括可調負載設定。控制器 102 可包括自動相增 / 減特徵以在所有負載範圍上允許最大效率，自動相增 / 減的閾值可以是使用者可程式設計的。控制器 102 可包括綜合故障管理系統以基於故障條件進一步配置單獨的相位，故障條件基於功率級 104 提供的不同的監測信號，這將從下面的描述變得更加顯而易見的。在這些和其他實施方式中，電壓調節器 100 的應用可包括網路設備、電信和資料通訊設備、伺服器和存放設備、物聯網（I O T）裝置、負載點電源（例如，用於記憶體、D S P、A S I C、F P G A 晶片的電源）等。

【0013】 控制器 102 可採用恆定頻率、雙緣 P W M 調制方案，其中 P W M 前緣和尾緣二者獨立地移動，以針對暫態負載給予最佳回應。這些相位當中的電流平衡是調節方案的固有部分。若負載曲線要求這種工作，則調制方案能夠將脈衝重疊。此外，調制器能夠回應於調節要求從給定的週期增加或去除脈衝，同時仍將最大平均頻率管理為安全級別。對於 D C 負載條件，工作頻率是恆定的。若進行自動相減，則僅通過負載電流可決定任意時間處的有效相

數。根據有效相數，控制器 102 可採用在提供給各個有效相位的 P W M 信號之間交錯的相位。

【0014】 功率級 104 是切換功率控制器部件。功率級 104 從控制器 102 接收單獨的 P W M 信號並在此基礎上將電流驅動到各個電感器 106 中，這可以以本領域技藝人士已知的許多方式進行。除了將電流驅動到電感器 106 中以外，功率級 104 還可將多個不同的輸出信號提供回控制器 102，使得控制器 102 可監測與功率級 104 相關的每個單獨相位的效能。如該示例中所示，這些輸出信號可包括相電流信號 I O U T 和相溫度信號 T M O N。通過監測由每個功率級 104 提供的這些信號，控制器 102 可針對調節器 100 的最佳效能來控制每個單獨相位的工作。

【0015】 本案人認識到諸如圖 1 的調節器 100 之類的一般電壓調節器的幾個缺點。例如，在一些配置中，每個功率級 104 參照公用基準電壓（該示例中為 I R E F I N）產生其各個相電流信號 I O U T。如此，需要產生單獨的基準電壓 V C C S（例如，1.2 V）並提供給功率級 104，以使 I R E F I N 偏壓。而且，所有功率級 104 的 I R E F I N 輸入全都結合在一起，因而經歷交叉雜訊耦合（c r o s s n o i s e c o u p l i n g），這不是理想的真實的不同電流感測方案。

【0016】 本案人認識到調節器 100 的另一示例缺點是，所有單獨的功率級 104 的 T M O N 輸出結合在一起，從而僅將所有功率級 104 當中的最大溫度提供給控制器 102。因而，儘管每個功率級 104 提供其自身的溫度，但

由於所有相位的 T M O N 輸出結合在一起，所以損失了每個單獨的功率級 1 0 4 的該資訊。

【0017】 本案人認識到的進一步的缺點是，當調節器 1 0 0 的部件例如佈局在 P C B 上時，這些部件之間的信號的路由變得複雜。一般來說，佈局複雜性與需要發送和接收信號的引腳的數量和給定信號的目的地的數量對應地增加。如所示的，在調節器 1 0 0 中，在每個功率級 1 0 4 上具有用於信號 T M O N 、 I R E F I N 和 I O U T 的三個不同的引腳。同時，用於將 I R E F I N 提供至所有相位的條件要求在電路（例如，P C B）上存在用於將 I R E F I N 提供至所有功率級 1 0 4 的信號跡線。

【0018】 圖 2 是根據實施方式的示例多相電壓調節器的方塊圖。與調節器 1 0 0 類似，示例調節器 2 0 0 包括控制器 2 0 2 和多個（N 個）功率級 2 0 4，一個功率級 2 0 4 對應於 N 個相位中的各自一個。然而，根據某些方面，示例調節器 2 0 0 與一般調節器 1 0 0 在一些重要方面不同。注意，在該示例中，通過 T R E F 從各個功率級 2 0 4 提供每個單獨的相溫度，並且通過 I O U T 從各個功率級 2 0 4 提供每個單獨的相電流。

【0019】 調節器 2 0 0 與調節器 1 0 0 之間的這些不同相比於一般的方案提供了各種優點。首先，因為 T R E F 可給控制器 2 0 2 提供每個功率級 2 0 4 的溫度，所以可進行熱管理，從而在相位當中保持有效的熱平衡，並且還允許控制器 2 0 2 關閉具有異常溫度的相位。此外，如下面更詳細的

內容中描述的， I_{OUT} 現在參照 T_{REF} ，從而不再需要諸如 I_{REFIN} 之類的單獨的電壓基準，這降低了佈局複雜性。該配置進一步使相位之間的交叉雜訊耦合最小化並允許控制器202獲得每個相位的真實的不同電流感測。

【0020】 應當注意，儘管本文參照在多相電壓調節器中的具體有益應用描述了本實施方式，但這不是必需的。例如，本實施方式的原理可擴展至更一般的應用，包括僅具有單相的電壓調節器。

【0021】 圖3顯示了可用在諸如圖2中所示的多相電壓調節器中的示例功率級。

【0022】 可以看出，該示例中的功率級304包括智慧模組310，智慧模組310進一步包括PWM邏輯電路312、溫度模組314和電流模組316，下面將對其進行更詳細的描述。功率級304還包括高端電晶體（*high-side transistor*）322-H、低端電晶體（*low-side transistor*）322-L、以及分別相關的驅動器324-H和324-L。電晶體322-H和322-L每一個顯示為本領域技藝人士已知的N-溝道金屬氧化物半導體場效應電晶體（*MOSFET*）。可使用諸如其他類型的FET等的其他類型的電子開關裝置，以及諸如雙極結電晶體（*BJT*）或絕緣閘雙極電晶體（*IGBT*）等的其他類型的電晶體。儘管以簡化的形式顯示了驅動器324-H和324-L，但其可包括自舉或電荷泵電路，以有助於將電晶體322-H和322-L的閘極驅動到特定閾值以上。

【0023】 P W M 邏 輯 電 路 3 1 2 從 控 制 器 ， 1 0 2 接 收 P W M 信 號 並 在 此 基 礎 上 將 電 流 驅 動 到 電 感 器 3 0 6 中 ， 這 可 以 以 本 領 域 技 藝 人 士 已 知 的 許 多 方 式 進 行 。 更 具 體 地 ， 例 如 ， P W M 邏 輯 電 路 3 1 2 從 控 制 器 接 收 P W M 信 號 並 且 經 由 驅 動 器 3 2 4 - H 和 3 2 4 - L 產 生 用 於 開 啟 / 關 斷 電 晶 體 3 2 2 - H 和 3 2 2 - L 的 單 獨 信 號 ， 由 此 以 來 自 控 制 器 的 P W M 信 號 設 立 的 開 關 頻 率 和 工 作 週 期 分 別 將 電 感 器 3 1 6 交 替 地 耦 接 至 V I N 和 地 。 P W M 邏 輯 電 路 3 1 2 可 進 一 步 包 括 用 於 執 行 可 能 與 諸 如 代 表 電 感 器 3 0 6 的 輸 出 處 的 電 壓 的 信 號 V O S 之 類 的 各 種 報 告 信 號 有 關 的 、 本 領 域 技 藝 人 士 熟 悉 的 各 種 其 他 任 務 的 功 能 ， 諸 如 死 區 時 間 (d e a d t i m e) 和 直 通 保 護 (s h o o t - t h r o u g h p r o t e c t i o n) 、 高 端 F E T 短 路 和 過 電 流 保 護 等 。

【0024】 該 示 例 中 的 溫 度 模 組 3 1 4 與 功 率 級 3 0 4 相 關 的 相 溫 度 對 應 地 產 生 溫 度 補 償 電 壓 T R E F 。 在 一 個 示 例 中 ， 溫 度 模 組 3 1 4 包 含 使 用 電 源 電 壓 V C C (例 如 ， 5 V) 工 作 的 低 壓 降 (l o w d r o p o u t , L D O) 調 節 器 或 由 使 用 電 源 電 壓 V C C (例 如 ， 5 V) 工 作 的 低 壓 降 調 節 器 實 現 。 更 具 體 地 ， 在 該 示 例 中 ， 溫 度 模 組 3 1 4 具 有 耦 接 至 電 晶 體 3 2 2 - H 和 3 2 2 - L 之 間 的 接 合 點 (j u n c t i o n) 的 熱 感 測 器 。 基 於 該 溫 度 (T j) ， 溫 度 模 組 3 1 4 產 生 L D O 輸 出 電 壓 、 或 從 L D O 輸 出 匯 出 的 電 壓 ， 所 產 生 的 電 壓 具 有 已 知 的 基 礎 電 壓 值 和 與 功 率 級 3 0 4 中 的 溫 度 成 比 例 的 已 知 變 數 。 例 如 ， 模 組 3 1 4 的 輸 出 可 以 是

$T_{REF} = 1.0\text{ V} + 4\text{ mV} * T_j$ ，其中 T_j 可在從 -40 攝氏度（degrees C）到 $+50$ 攝氏度的範圍內， 1.0 V 是 0 攝氏度（或其他基礎溫度）時的已知基礎電壓， 4 mV 是每一攝氏度的已知可變溫度係數。然而，本實施方式不限於該特定的用於報告相溫度的基於 LDO 的方案，本領域技藝人士將認識到一些替換的相溫度報告方案是可能的。因為如下面將要詳細描述的， T_{REF} 用作電流感測模組 316 的基準，所以溫度模組 314 優選使其為灌電流（sink current）和拉電流（source current）二者。

【0025】電流感測模組 316 監測由功率級 304 輸出到電感器 306 上的電流並產生與感測到的電流成比例的輸出 IOU T 電壓。例如，電流感測模組 316 可監測低端電晶體 322-L 和高端電晶體 322-H 的電流並且利用該資訊產生趨向於接近電感器 306 電流 I_L 的實際波形的 IOU T 信號。在該示例和其他示例中，參照圖 3 中的示例功率級 304，電流感測模組 316 通過監測 PHASE、VOS 和 PGND（低端電晶體 322-L 的源極連接點）電壓產生 IOU T 信號，以產生具有 $IOU T = T_{REF} + I_L * 5\text{ mV/A}$ 的值的電壓。因而，IOU T 參照 T_{REF} ，不再需要單獨的基準 IREFIN。此外，因為控制器接收 T_{REF} 和 IOU T 二者，所以控制器可僅使用這兩個引腳和信號，很容易彼此獨立地監測每個相位的相溫度（使用 T_{REF} ）和相電流（使用 IOU T 和 T_{REF} ）二者。

【0026】 如圖3的示例中進一步示出的，功率級304可包括用於單獨的溫度報告的可選引腳TOUT。在該示例中，溫度模組314可在TREF引腳和TOUT引腳二者上輸出TREF信號。在控制器要求用於從用於獲得電流資訊的信號分離出來的溫度報告的專用輸入的情況下，這可提供引腳相容性。然而，應當注意，TREF和TOUT的值可以是不同的。例如，TOUT可產生為 $TOUT = 0.6V + 8mV * Tj$ ，其中Tj可在從-40攝氏度到+50攝氏度的範圍內，0.6V是0攝氏度(或其他基礎溫度)時的已知基礎電壓，8mV是每一攝氏度的已知可變溫度係數。

【0027】 儘管參照其優選實施方式具體描述了本實施方式，但在不背離本案內容的精神和範圍的情況下，可在形式和細節上進行變化和修改，這對於本領域一般技藝人士來說應是很顯然的。所附請求項意欲涵蓋這種變化和修改。

【符號說明】

【0028】

100 調節器

102 控制器

104-1 功率級

104-2 功率級

104-N 功率級

106-1 電感器

- 1 0 6 - 2 電 感 器
- 1 0 6 - N 電 感 器
- 2 0 0 調 節 器
- 2 0 2 控 制 器
- 2 0 4 - 1 功 率 級
- 2 0 4 - 2 功 率 級
- 2 0 4 - N 功 率 級
- 3 0 4 功 率 級
- 3 0 6 電 感 器
- 3 1 0 智 慧 模 組
- 3 1 2 P W M 邏 輯 電 路
- 3 1 4 溫 度 模 組
- 3 1 6 電 流 模 組
- 3 2 2 - H 高 端 電 晶 體
- 3 2 2 - L 低 端 電 晶 體
- 3 2 4 - H 驅 動 器
- 3 2 4 - L 驅 動 器

【生物材料寄存】

【 0 0 2 9 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 3 0 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種用於監測一電壓調節器的一或多個工作參數的裝置，包括：

一溫度監測器，所述溫度監測器產生一溫度信號，所述溫度信號具有與在所述電壓調節器中的一溫度成正比的一值；

一電流監測器，所述電流監測器產生一電流信號，所述電流信號具有與由所述電壓調節器輸出的一電流成正比的一值；

一溫度模組，所述溫度模組利用所述溫度信號來產生一第一信號，其中所述第一信號包括一公用基準信號；和

一電流模組，所述電流模組藉由將所述第一信號和所述電流信號組合在一起來產生一第二信號，所述電流信號是由所述電流監測器來產生和輸出，其中所述第一信號和所述第二信號都參照到所述公用基準信號，使得在所述電壓調節器中的所述溫度和由所述電壓調節器輸出的所述電流都可以利用包括所述公用基準信號的所述第一信號來得出。

【第2項】 如請求項 1 之裝置，進一步包括用於分別輸出所述第一信號和所述第二信號的第一輸出引腳和第二輸出引腳。

- 【第3項】如請求項 1 之裝置，其中所述溫度對應於所述電壓調節器中的高端功率電晶體與低端功率電晶體之間的接合點溫度。
- 【第4項】如請求項 1 之裝置，其中所述電流對應於所述電壓調節器中的電感器電流。
- 【第5項】如請求項 1 之裝置，其中所述電壓調節器是具有與各個相位對應的多個功率級的多相電壓調節器，並且其中所述第一信號和所述第二信號是由所述多個功率級中的每一個產生的。
- 【第6項】如請求項 5 之裝置，進一步包括所述多個功率級的每一個中的、分別用於輸出所述第一信號和所述第二信號的第一輸出引腳和第二輸出引腳。
- 【第7項】一種用於監測一電壓調節器的一或多個工作參數的方法，包括：
- 產生一溫度信號，所述溫度信號具有與在所述電壓調節器中的一溫度成正比的一值；
 - 由一電流監測器產生一電流信號，所述電流信號具有與由所述電壓調節器輸出的一電流成正比的一值；
 - 利用所述溫度信號來產生一第一信號，其中所述第一信號包括一公用基準信號；和
 - 藉由將所述第一溫度信號和所述電流信號組合在一起來產生一第二信號，所述電流信號是由所述電流監

測器來產生和輸出，其中所述第一信號和所述第二信號都參照到所述公用基準信號，使得在所述電壓調節器中的所述溫度和由所述電壓調節器輸出的所述電流都可以利用包括所述公用基準信號的所述第一信號來得出。

【第8項】 如請求項 7 之方法，進一步包括在所述電壓調節器的第一輸出引腳和第二輸出引腳上分別輸出所述第一信號和所述第二信號。

【第9項】 如請求項 7 之方法，其中所述溫度對應於所述電壓調節器中的高端功率電晶體與低端功率電晶體之間的接合點溫度。

【第10項】 如請求項 7 之方法，其中所述電流對應於所述電壓調節器中的電感器電流。

【第11項】 如請求項 7 之方法，其中所述電壓調節器是具有與各個相位對應的多個功率級的多相電壓調節器，並且其中所述第一信號和所述第二信號是由所述多個功率級中的每一個產生的。

【第12項】 一種多相電壓調節器，包括：

一控制器；和

與各個相位對應的多個功率級，所述多個功率級中的每一個包括：

一溫度監測器，所述溫度監測器產生一溫度信號，

所述溫度信號具有與在所述功率級中的一溫度成正比的一值；

一電流監測器，所述電流監測器產生一電流信號，所述電流信號具有與由所述功率級輸出的一電流成正比的一值；

一溫度模組，所述溫度模組利用所述溫度信號來產生一第一信號，其中所述第一信號包括一公用基準信號；和

一電流模組，所述電流模組藉由將所述第一信號和所述電流信號組合在一起來產生一第二信號，所述電流信號是由所述電流監測器來產生和輸出，其中所述第一信號和所述第二信號都參照到所述公用基準信號，使得在所述電壓調節器中的所述溫度和由所述電壓調節器輸出的所述電流都可以利用包括所述公用基準信號的所述第一信號來得出。

【第13項】 如請求項12之多相電壓調節器，其中所述多個功率級中的每一個進一步包括用於分別輸出所述第一信號和所述第二信號的第一輸出引腳和第二輸出引腳，並且其中所述控制器包括分別與所有功率級的第一輸出引腳和第二輸出引腳耦接的多個引腳。

【第14項】 如請求項12之多相電壓調節器，其中所述溫度對應於所述功率級中的高端功率電晶體與低端功

率電晶體之間的接合點溫度。

【第15項】 如請求項12之多相電壓調節器，其中所述電流對應於所述功率級中的電感器電流。

【發明圖式】

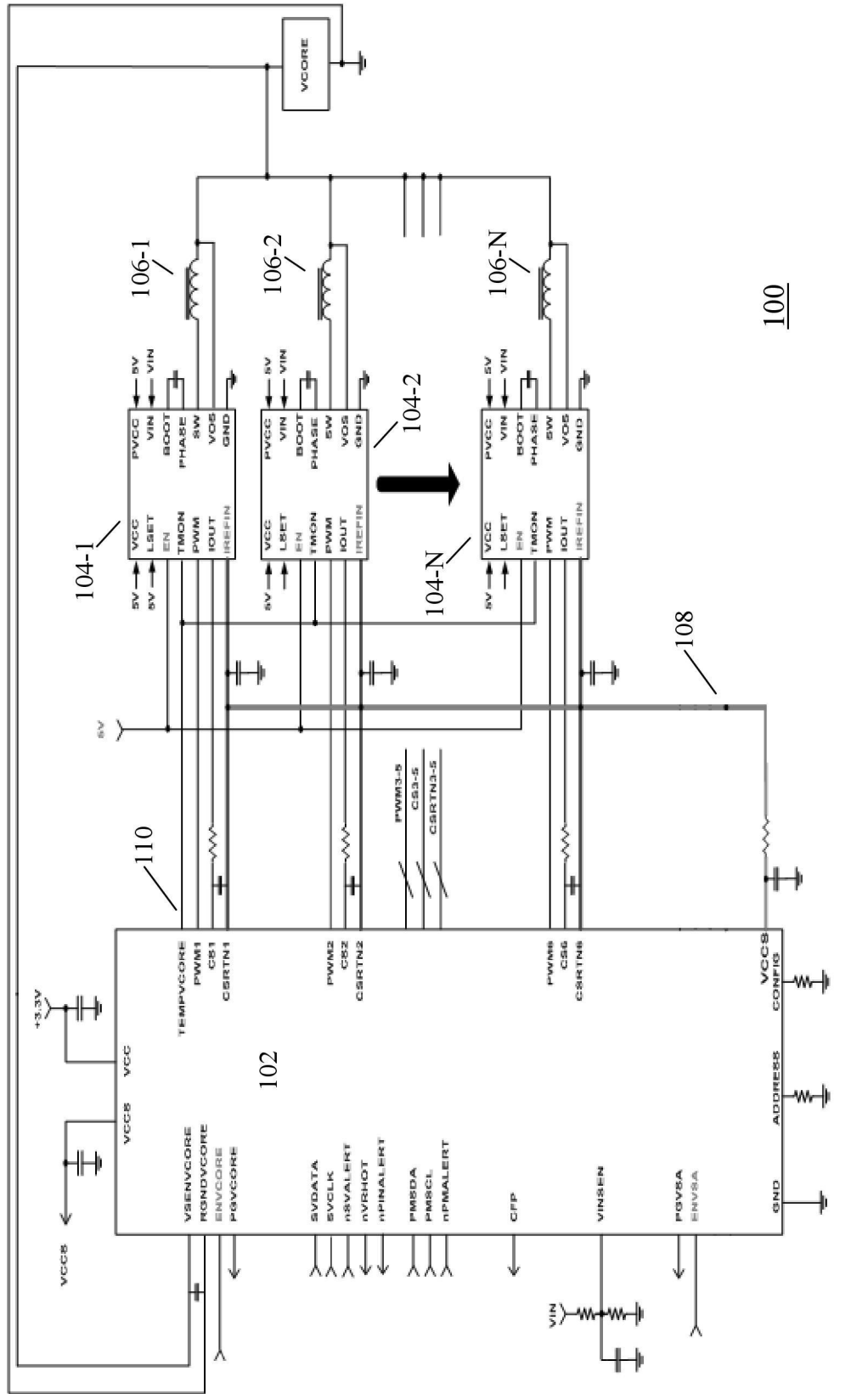


圖1

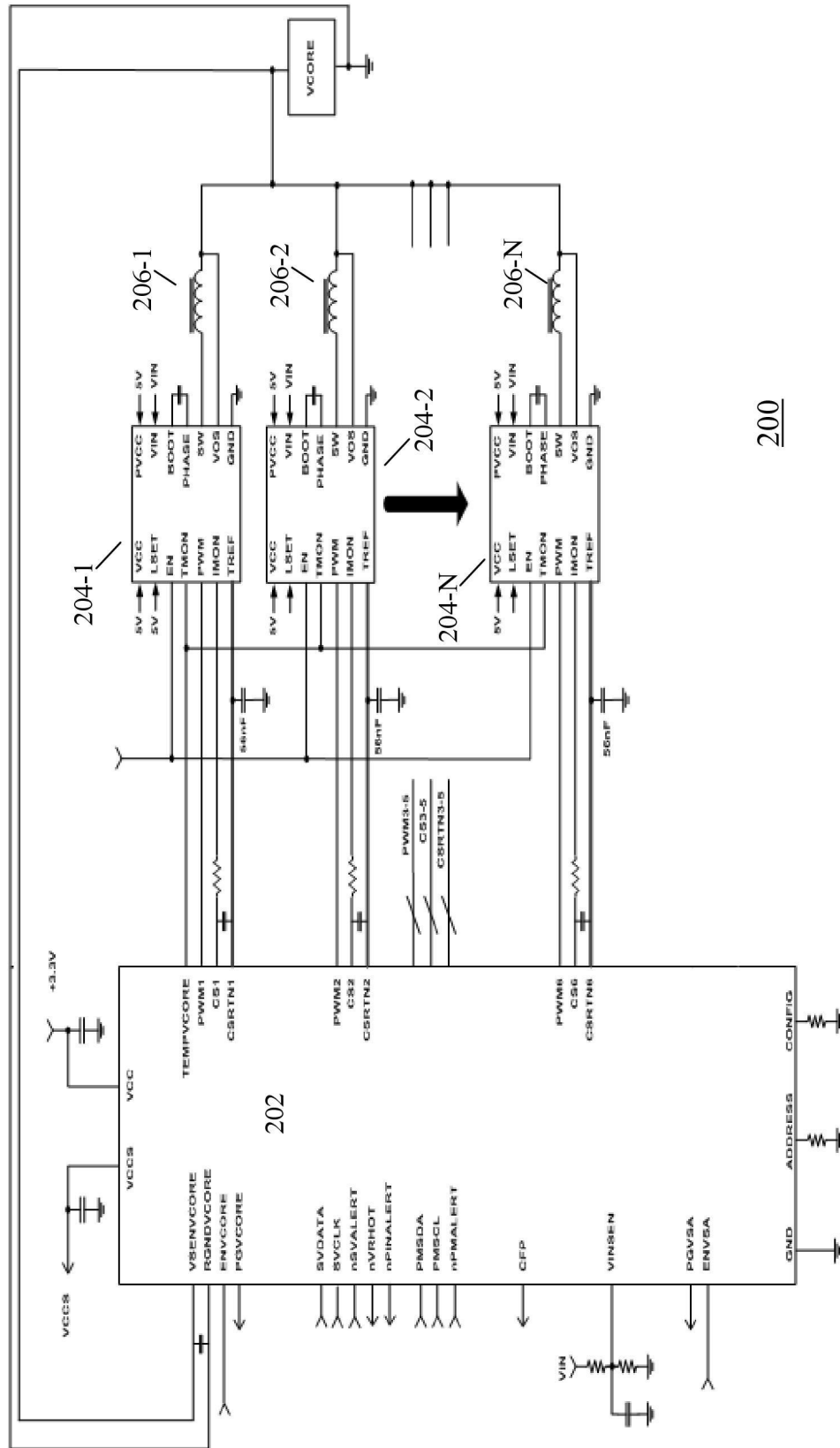


圖2

200

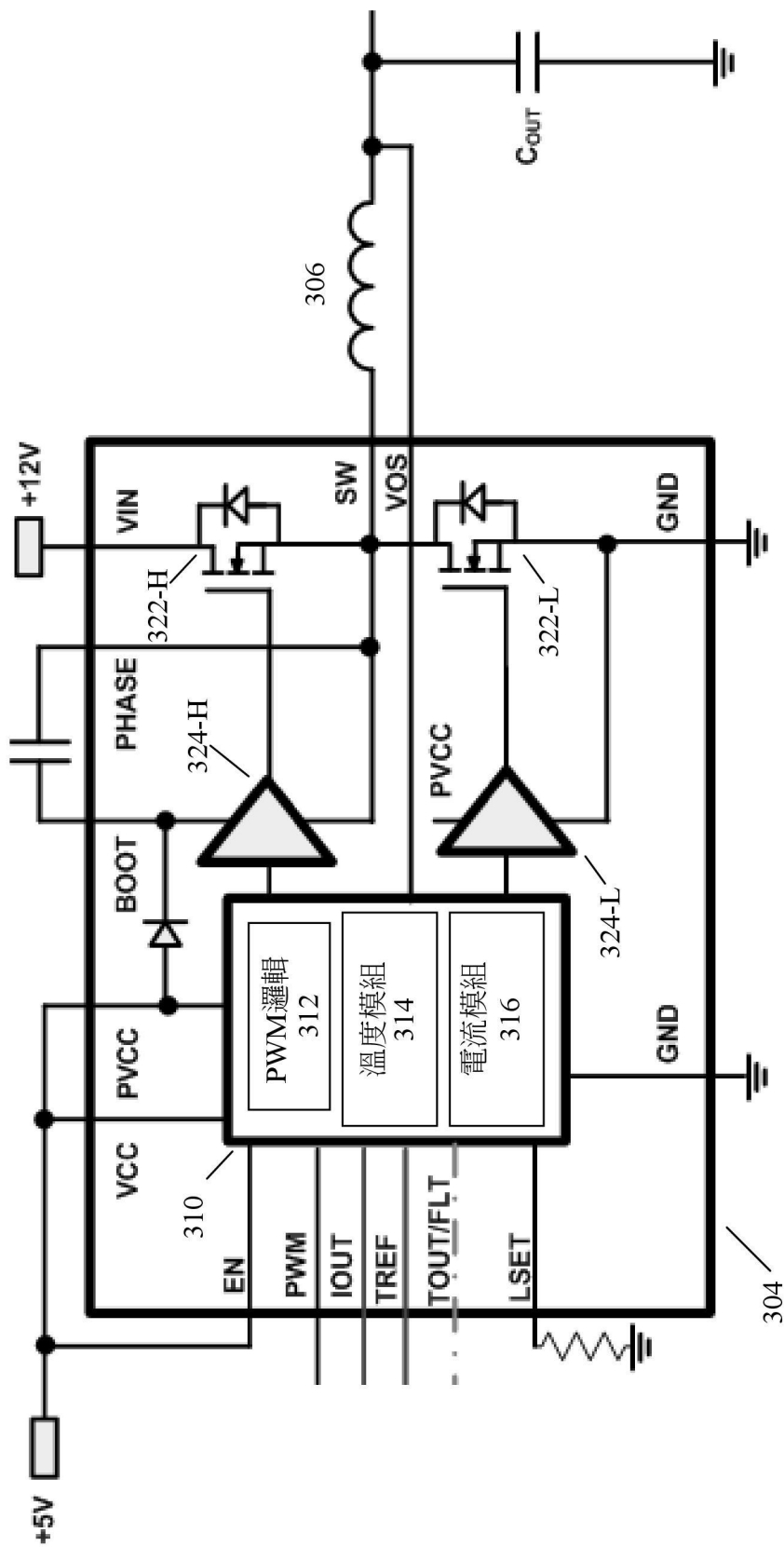


圖3