

(21)申請案號：099133080

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 09 月 29 日

(51)Int. Cl. : H02H7/26 (2006.01)

(30)優先權：2009/09/30 美國

12/570,698

(71)申請人：雪維隆美國有限公司 (美國) CHEVRON U.S.A., INC. (US)

美國

(72)發明人：罕莫 保羅 S HAMER, PAUL S. (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：25 項 圖式數：13 共 51 頁

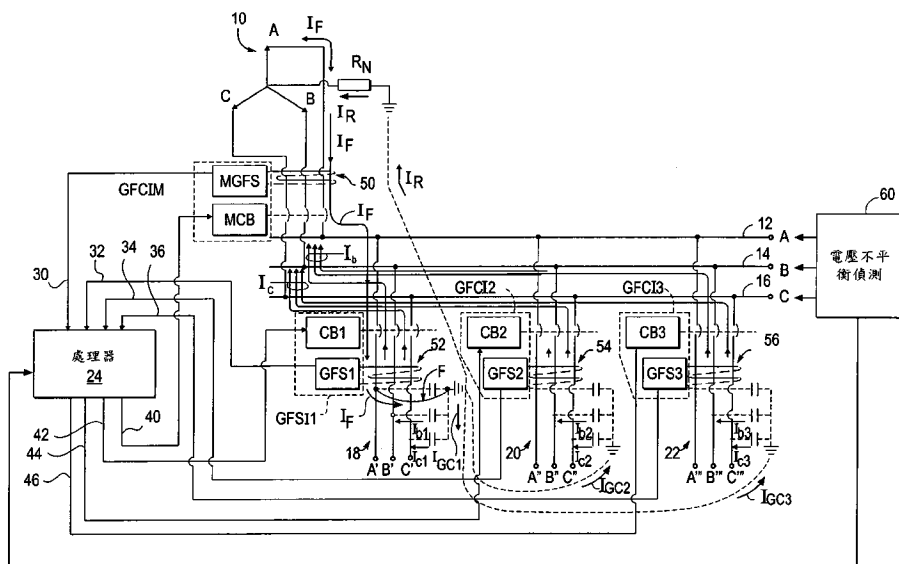
(54)名稱

用於多相接地故障電路中斷器之系統及方法

SYSTEM AND METHOD FOR POLYPHASE GROUND-FAULT CIRCUIT-INTERRUPTERS

(57)摘要

本發明提供一種接地故障電路中斷器(GFCI)系統，其提供故障電路的可靠且及時的跳脫，同時將所謂「錯誤」跳脫降至最低。該 GFCI 包括耦接至主匯流排電路之一電壓不平衡偵測器件，其用於偵測在一故障條件期間之一電壓不平衡。與該電壓不平衡偵測器件通信之一電腦處理器經程式化以基於該電壓不平衡之一狀態及由該主匯流排電路中的一 GFCI 單元產生之故障信號與由個別饋電線電路中的 GFCI 單元產生之故障信號之間的某些預定關係來判定何時一實際故障條件存在。



10：三相電力供應系統

12：電力匯流排

14：電力匯流排

16：電力匯流排

18：三相饋電線電路或分支電路

20：三相饋電線電路或分支電路

22：三相饋電線電路或分支電路

24：電腦處理器/中央處理器件/系統處理器/控制器

30：輸入

32：輸入

34：輸入

36：輸入/光纖或金屬
導體

40：輸出/跳脫輸出/光
纖或金屬導體

42：輸出/跳脫輸出

44：輸出/跳脫輸出

46：輸出/跳脫輸出

60：電壓不平衡偵測
器件

CB1：饋電線或分支
電路斷路器

CB2：饋電線或分支
電路斷路器

CB3：饋電線或分支
電路斷路器

GFCI1：接地故障電
路中斷器單元

GFCI2：接地故障電
路中斷器單元

GFCI3：接地故障電
路中斷器單元

GFS1：饋電線或分支
電路接地故障感測器

GFS2：饋電線或分支
電路接地故障感測器

GFS3：饋電線或分支
電路接地故障感測器

MCB：主電路斷路器

MGFS：主電路接地
故障感測器

(21)申請案號：099133080

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 09 月 29 日

(51)Int. Cl. : H02H7/26 (2006.01)

(30)優先權：2009/09/30 美國

12/570,698

(71)申請人：雪維隆美國有限公司 (美國) CHEVRON U.S.A., INC. (US)

美國

(72)發明人：罕莫 保羅 S HAMER, PAUL S. (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：25 項 圖式數：13 共 51 頁

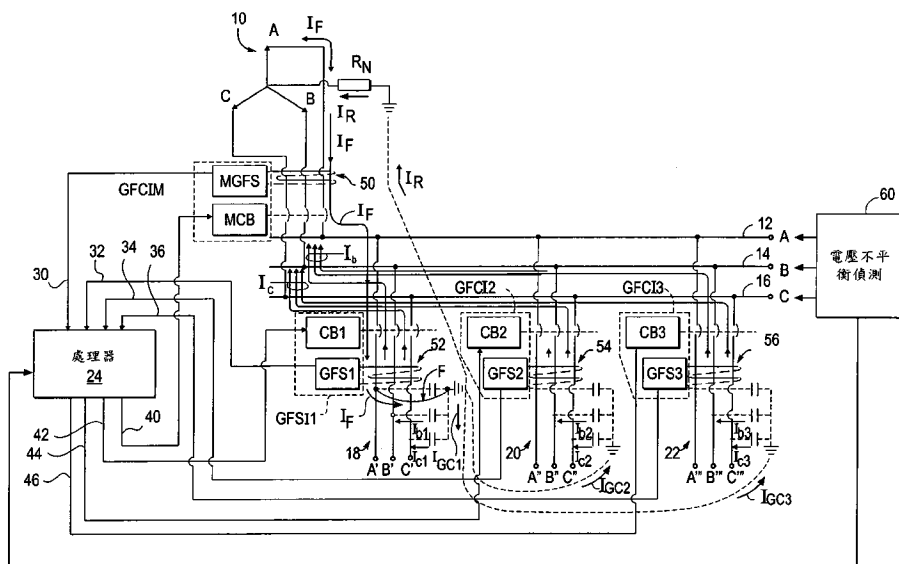
(54)名稱

用於多相接地故障電路中斷器之系統及方法

SYSTEM AND METHOD FOR POLYPHASE GROUND-FAULT CIRCUIT-INTERRUPTERS

(57)摘要

本發明提供一種接地故障電路中斷器(GFCI)系統，其提供故障電路的可靠且及時的跳脫，同時將所謂「錯誤」跳脫降至最低。該 GFCI 包括耦接至主匯流排電路之一電壓不平衡偵測器件，其用於偵測在一故障條件期間之一電壓不平衡。與該電壓不平衡偵測器件通信之一電腦處理器經程式化以基於該電壓不平衡之一狀態及由該主匯流排電路中的一 GFCI 單元產生之故障信號與由個別饋電線電路中的 GFCI 單元產生之故障信號之間的某些預定關係來判定何時一實際故障條件存在。



10：三相電力供應系統

12：電力匯流排

14：電力匯流排

16：電力匯流排

18：三相饋電線電路或分支電路

20：三相饋電線電路或分支電路

22：三相饋電線電路或分支電路

24：電腦處理器/中央處理器件/系統處理器/控制器

30：輸入

32：輸入

34：輸入

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明大體而言係關於多相接地故障電路中斷器(GFCI)系統，且更具體而言係關於一種使用電壓不平衡以獲得跳脫智慧之系統及方法。

【先前技術】

已改良GFCI系統以提供對系統故障之迅速偵測及隔離，同時將錯誤中斷(nuisance interruption)降至最低。舉例而言，參見美國專利第7,301,739號，該專利已讓與給其受讓人且以引用的方式全部併入本文中。美國專利第7,301,739號亦描述一種補償在低或高位準接地故障期間通常流遍三相電力系統的小電容電流，進而進一步將無故障電路之跳脫降至最低的方法。然而，當今最常用之GFCI系統已設計成首要目標為：允許對在相對低電壓(例如，通常低於125伏特之相對地電壓)下操作之單相電力系統進行可靠、高速的接地故障中斷。

儘管習知GFCI系統對於額定相間電壓為480伏特(亦即，相對中性點電壓或相對地電壓為277伏特)及更高之三相電力系統可係可靠的，但當習知GFCI系統由在高於125伏特的相對地電壓下操作之多相系統使用時，「錯誤」跳脫可變得更為普遍，此係歸因於大的電容充電電流(其為與饋電線電路或分支電路相關聯之絕緣相導體的特性)。此等充電電流由緊靠接地表面或接地導體之絕緣相導體之分佈電容引起。舉例而言，在有一個相出現接地故障之相對地

電壓為 277 V 之三相多重饋電線系統中，在未受影響之饋電線之無故障相上之電容充電電流的量值可能容易達到將使未受影響之饋電線之 GFCI「錯誤跳脫」的量值。

因而，需要一種可在所有系統電壓位準下為多相電力系統(尤其是在高於 125 V 的相對地電壓下操作之多相電力系統)提供改良之跳脫「智慧」或「安全性」之 GFCI 系統。

進一步需要一種用於三相多重饋電線系統之改良之 GFCI 系統，該等三相多重饋電線系統具有對應於人類「擺脫」電流臨限值(亦即，4 mA 至 6 mA)之下限的接地故障感測器(GFS)靈敏度，該改良之 GFCI 系統將在受影響之饋電線上可靠地跳脫而不會導致未受影響之饋電線上之錯誤中斷。經設計以在此類低電流下跳脫之 GFS 通常包括可能容易發生磁飽和之變流器，磁飽和係由所涉及之分支電路或饋電線電路上之高位準接地電流條件引起。該等變壓器之磁飽和可能導致相應 GCFI 錯誤地使無故障電路跳脫。

【發明內容】

提供一種用於接地故障電路中斷之系統及方法以供一多相電源供應器及具有多個饋電線電路或分支電路之一主匯流排電路使用。該接地故障電路中斷器(GFCI)系統包括：耦接至該電源供應器及該主匯流排電路之一電壓不平衡偵測器件，其用於偵測在一故障條件期間在該多相電源供應器的三相電壓間的一電壓不平衡；及分別與該主匯流排及該等饋電線電路中之每一者相關聯之複數個 GFCI 單元，該等 GFCI 單元中之每一者可操作以產生一故障信號，該故障

信號對應於該相關聯之饋電線電路或主匯流排電路上之一故障條件。該系統亦包括一電腦或計算處理器，其與該電壓不平衡偵測器件及該等GFCI單元中之每一者通信以持續地監測該電壓不平衡及由該等GFCI單元產生之故障信號。

根據本發明之一態樣，該處理器經程式化以基於該電壓不平衡之狀態及在由該主匯流排電路中之該GFCI單元產生之故障信號與由該等饋電線電路或分支電路中之該等GFCI單元產生之故障信號之間的某些預定關係來判定何時一實際故障條件存在。邏輯接著判定該等饋電線電路或分支電路中之哪一者正在經歷該實際故障條件，接著使該處理器向對應於正在經歷該實際故障條件之該或該等饋電線電路或分支電路之該或該等GFCI單元產生一跳脫信號。因而中斷該或該等相應故障電路。

邏輯進一步使該處理器向該等饋電線電路或分支電路處之該等GFCI中之非正在經歷該實際接地故障條件的其餘單元產生一禁止(或「不跳脫」)之信號，藉此使該或該等無故障電路被禁止中斷。

根據本發明之該GFCI系統可更為可靠地切斷來自一故障饋電線電路之電力而不會導致其他「正常運作」饋電線電路之中斷。本發明提供一種可更為可靠地按需要偵測一實際故障，判定該實際故障之位置並迅速中斷故障電路之GFCI系統。本發明亦將無故障電路(尤其是具有在嚴重相接地故障事件期間經受電力系統電容充電電流影響及GFS磁飽和效應的GFCI之無故障電路)之錯誤跳脫降至最低。

【實施方式】

本發明之詳細描述係參考如隨附圖式中所說明之特定實施例來進行。該等圖式僅描述本發明之典型實施例且因此不應被視為限制本發明之範疇。

可在將由電腦執行之系統及電腦方法之一般情況下描述並實施本發明。此類電腦可執行指令可包括可用以執行特定任務並處理抽象資料類型之程式、常式、物件、組件、資料結構及電腦軟體技術。本發明之軟體實施可以不同語言編碼以應用於多種計算平台及環境中。將瞭解，本發明之範疇及基礎原理不限於任何特定電腦軟體技術。

此外，熟習此項技術者將瞭解，可使用硬體組態及軟體組態中之任一者或其組合來實踐本發明，包括(但不限於)具有單處理器及/或多處理器型電腦處理器之系統、手持型器件、可程式化消費型電子器件、小型電腦、主機電腦及類似者。亦可在任務係由經由一或多個資料通信網路所連結之伺服器或其他處理器件執行之分散式計算環境中實踐本發明。在分散式計算環境中，程式模組可位於包括記憶體儲存器件之本端及遠端電腦儲存媒體中。

又，供一電腦處理器使用之一製作物件(諸如CD、預錄磁碟及其他等效器件)可包括一電腦程式儲存媒體及記錄於該電腦程式儲存媒體上之用於指導該電腦處理器促進本發明之實施及實踐的程式構件。此類器件及製作物件亦在本發明之精神及範疇內。

現在將參考圖式描述本發明之實施例。本發明可以多種

方式實施，包括(例如)實施為系統(包括電腦處理系統)、方法(包括電腦實施方法)、裝置、電腦可讀媒體、電腦程式產品、圖形使用者介面、網路入口，或確實固定於電腦可讀記憶體之中的資料結構。以下論述本發明之若干實施例。隨附圖式僅描述本發明之典型實施例且因此不應被視為限制本發明之範疇及廣度。

本發明係關於一種用於一具有多個饋電線電路或分支電路之多相電力供應系統之接地故障中斷器電路系統(「GFCIS-3Ph」)。藉由實例(且非限制)，以下參考圖1描述本發明，圖1展示一具有三個饋電線電路或分支電路的三相電力供應系統10之Y形或星形接法二次變壓器繞組。參考由電力線A'-B'-C'、A''-B''-C''及A'''-B'''-C'''供電之三個電路，所使用之術語「饋電線」及「分支」係同義的，且應理解，兩個術語之任一者可指代自主電路引出之饋電線電路、分支電路或其他電路。出於本發明之目的，「故障條件」或「故障信號」指代自接地故障電路中斷器(GFCI)單元(例如，GFCI1、GFCI2、GFCI3)、接地故障感測器(GFS，例如，GFS1、GFS2、GFS3)或其他等效器件接收到之條件或信號，其中該信號表示由系統電壓不平衡條件引起之實際故障條件或電容電流，系統電壓不平衡係由該多相電力供應系統上任何地方的實際故障所致。「實際故障」或「實際故障條件」指代電力供應系統10中的任何異常電流，此電流係由(但不限於)與電力供應系統及/或饋電線電路或分支電路相關聯之相間或相對地短路或異常

低阻抗路徑所致。

GFCIS-3Ph所適用的電力系統利用源三相電力變壓器，最常見的是在高電壓側與低電壓側之間的三角-Y形(或者稱為「三角星形」)或三角-三角三相變壓器接線。只要該系統具有正常平衡的對地電壓，亦可使用諸如(但不限於)Y形-三角或三角-曲折形組態之其他變壓器接線。電力變壓器將配電系統之電壓轉換成用電所需的電壓位準，其中應用了GFCIS-3Ph。當用電分配系統遭受具有足夠高量值之電流之不平衡相對地短路時，該故障使本端用電系統電壓位準下的正常相等之相對地系統電壓不平衡。

進一步參考圖1，電力供應系統10之三相變壓器二次繞組經由一主電路斷路器(MCB)分別電耦接至提供包含相A、B及C之三相電力的三個電力匯流排12、14及16。在18、20及22處展示之三相饋電線電路或分支電路連接至該等匯流排12、14及16，該等三相饋電線電路或分支電路分別包括三條電力線A'、B'及C'；A''、B''及C''；以及A'''、B'''及C'''。三相電力供應系統10亦耦接至根據本發明之一GFCIS-3Ph系統，該GFCIS-3Ph系統包括主電路中的一標為GFCIM之GFCI單元以及分別位於饋電線電路或分支電路18、20及22中之單元GFCI1、GFCI2及GFCI3。每一GFCI單元包括一接地故障感測器(分別為GFS1、GFS2及GFS3，如同主電源(MGFS))，及用於每一饋電線電路或分支電路之斷路器(分別標為CB1、CB2及CB3)以及一主電源斷路器MCB。每一GFCI產生一指示與一饋電線/分支電路

相關聯之一實際故障條件或一電容電流之「故障信號」，如下文參考圖13中所展示之例示性GFCI所描述，使該故障信號可由電腦處理器24獲得。舉例而言，該「故障信號」可為表示在相應GFS處量測得之瞬時不平衡電流之一電流信號或電壓信號。

電腦處理器24包括：分別連接至主電路感測器MGFS及饋電線電路感測器GFS1、GFS2及GFS3之輸入30、32、34及36，以及分別連接至主電路斷路器MCB及若干饋電線或分支斷路器CB1、CB2及CB3之輸出40、42、44及46。此等感測器輸入及輸出係連線至中央處理器件24或以其他方式藉由諸如光纖通信等之方法連接至中央處理器件24內，中央處理器件24基於來自MGFS、GFS1、GFS2及GFS3的故障信號判定電流之量值並致動或禁止相關聯之斷路器之跳脫單元。在判定過程中使用之電流量值或故障信號可為峰值、平均值、根均方值，或可經數位處理(自量測得之電流得出)。另外，可對故障信號進行數位處理(或使用諸如被動濾波器之類比構件進行濾波)且僅將其表示為一基礎電力頻率分量(亦即，60 Hz或50 Hz)以改良在電力系統上對故障電流與電「雜訊」或諧波電流的區別。

或者，中央處理器件24可類似地判定自基礎頻率(亦即，60赫茲或50赫茲)電壓及電流量得出之導納及阻抗之量值，且使用下文參考圖9a至圖9b、圖10a至圖10b及圖11b至圖11c所描述之邏輯。

此分離供電式(separately-derived)三相系統之主電路斷

路器 MCB 及每一饋電線或分支電路斷路器 (CB1、CB2 及 CB3) 具有分別在 50、52、54 及 56 處示意性地描繪之一實施為核心平衡感測器 (電流變壓器或等效器件，諸如使用「霍耳 (Hall) 效應」之感測器或利用具有足夠精確性之三個個別相電流變壓器的總和之綜合體) 之相關聯的接地故障感測器 (GFS1、GFS2 及 GFS3)，其封閉相關聯之三相導體 (及中性導體 (若適用))。每一三極饋電線電路斷路器包括一分路跳脫器件以促進該電路之快速斷開。該等感測器及斷路器可為分離的或形成為整合式 GFCI 斷路器單元。

再次參看圖 1，該 GFCIS-3Ph 系統亦包括耦接至中央處理器件 24 之一電壓不平衡偵測器件 60。該電壓不平衡偵測器件 60 (亦經由電力匯流排 12、14 及 16 耦接至三相電力供應系統 10) 係用來感測在不平衡相對地電壓條件期間之所謂「負序電壓」及「零序電壓」。此類負序電壓及零序電壓總是出現於三相電力系統上之接地故障期間。舉例而言，參見圖 2a 至圖 2c，其展示零序電壓不平衡偵測器件 60 之例示性實施，如 C. F. Wagner 與 R.D. Evans 之「Symmetrical Components as Applied to the Analysis of Unbalanced Electrical Circuits」(McGraw-Hill Book Co., 1933, New York) 中所描述。或者，如熟習此項技術者將瞭解，可使用其他硬體及軟體方法感測，量測，偵測，推斷或以其他方式判定存在於不平衡相接地故障條件期間之「負序電壓」及「零序電壓」。

藉由使用可購得之電壓不平衡偵測器件 60 (舉例而言，

圖 2a 至圖 2c 中描述為 68、78 或 94 之瞬時過電壓繼電器)，在三相電力系統上，低至幾伏特之不平衡相對地電壓條件可在約 0.02 秒至 0.04 秒內迅速得到偵測。通常，零序電壓僅出現於接地故障期間，而負序電壓出現於任何不平衡故障（亦即，相間故障或涉及接地之任何相故障）期間。因而，較佳使用如圖 2b 中展示那樣連接之電壓不平衡偵測器件 60 藉由對三個線對地電壓求和並將其除以三來偵測在接地故障期間之零序電壓（器件 78，其量測得 $3 \times V_0$ ）。

或者，可使用圖 2a 至圖 2c 所展示之電路中之任一者偵測零序電壓。可使用再其他的偵測零序電壓之方法，包括使用濾波及合成技術來偵測並合成僅基礎電力頻率電壓（舉例而言，50 Hz 或 60 Hz）之序分量。可購得之過電壓保護繼電器可用於完成瞬時過電壓設定點功能，或可將該功能整合至 GFCIS-3Ph 系統之處理器 24 中。

因此，當電壓不平衡之量值超過預定臨限量時，則分析諸如電流、阻抗及/或導納之其他故障參數以判定是否滿足臨限跳脫位準或條件（舉例而言，就故障電流而言，4 mA 至 6 mA）。舉例而言，在分析故障電流時，處理器 24 判定哪一 GFCI 單元具有最高感測電流量值並將該 GFCI 單元識別為有接地故障且必須跳脫（經由跳脫輸出 40、42、44 或 46）之主電路或饋電線/分支電路。同時將阻止或禁止所有其他饋電線電路或分支電路之跳脫以避免錯誤跳脫。

再次參看圖 1，一典型三相系統包括多個饋電線電路或分支電路（為簡明起見僅展示三個電路，但此概念可擴展

至不確定的數目)，每一饋電線電路或分支電路具有包括一接地故障感測器(GFS)之一GFCI單元，若饋電線電路18之相A'遭受來自相A'對地之故障「F」，則該GFCI單元提供輸入至系統處理器24並控制適當斷路器(CB)之跳脫。在該等電路中流動之電流被說明為 I_F 、 I_R 及各組箭頭 I_b 及 I_c 。饋電線之分佈電容係以虛線說明為三個集總電容器，其連接於接地與每一饋電線電路或分支電路之每一相之間且具有電流 I_{GC1} 、 I_{GC2} 及 I_{GC3} 。故障信號或故障電流 I_F 可用此等電流及 I_R 來表達，如以下方程式(1)：

$$I_F = I_{GC1} + I_{GC2} + I_{GC3} + I_R。$$

方程式(1)

或者，故障信號或接地電流可用阻抗(Z_F)及導納(Y_F)來表達。在量測得之零序電壓為 V_0 時，阻抗 Z_F 為 V_0/I_F 且導納 Y_F 為 I_F/V_0 。實際故障中未涉及之個別分支電路或饋電線電路可僅使用各別饋電線電路或分支電路中之感測電流(例如， I_{GC1} 、 I_{GC2} 或 I_{GC3})藉由阻抗(Z)及導納(Y)用與以上相同的比來表示。應理解，本發明可結合在圖3a至圖3b、圖4a至圖4b及圖5a至圖5b中描繪且在美國專利第7,301,739號描述之接地情形(「直接接地」、「高電阻接地」及「不接地」)而使用，但可以應用於其他系統接地方法(諸如，低電阻接地電力系統、諧振接地電力系統或電抗接地電力系統)。

根據本發明，可使用電壓不平衡之量值(或零序電壓(V_0))判定應用如美國專利第7,301,739號中所描述之三相接

地故障電路中斷器系統之概念的臨限值。若偵測到之零序電壓足夠低(亦即，表示三相間小的對地電壓不平衡)，則可僅藉由零序電流量值來判定使GFCI跳脫(例如，對於觸摸在分支電路或饋電線電路上傳導之一相且提供一條對地路徑的人)。通常，當故障電路上之感測電流超過0.006安培但小於大約一安培時，流過用電系統上之所有其他無故障分支電路或饋電線電路之感測電容電流將很小(亦即，遠低於0.006 A)。零序電流 I_0 (實際上為 $3 \times I_0$)可藉由應用於該等饋電線電路或分支電路中之每一者之鐵芯平衡電流變壓器量測得。

當量測得之零序電壓超過一表示與人類接觸情況下將發生之電流相比具有顯著較高量值之故障電流的值時，此觸發點可用以致能三相接地故障中斷器系統之辨別特徵，且其應用以下演算法中之一者：(1)電流量值比較演算法(舉例而言，如圖8a至圖8b中所展示)；(2)零序阻抗比較演算法(舉例而言，如圖9a至圖9b中所展示)，其用以判定用電系統之所有分支電路或饋電線電路的最小量測得之零序阻抗，亦即量測得之零序電壓除以量測得之零序電流之比；或(3)零序導納比較演算法(舉例而言，如圖10a至圖10b中所展示)，其用以判定用電系統之所有分支電路或饋電線電路的最大量測得之零序導納，亦即量測得之零序電流除以量測得之零序電壓之比。經判定為最大之電流量值、或經判定為最小之阻抗或經判定為最大之導納(個別地針對每一分支電路或饋電線電路所判定)將為需要切斷以隔離

接地故障之分支電路或饋電線電路。

參考圖6至圖10所描述之主電路故障測試及饋電線電路故障測試由於具有(舉例而言)針對主電路故障測試之「電流」測試及針對饋電線電路或分支電路之阻抗測試或導納測試而可被「混合及匹配」。

當導體絕緣失效且相對高之電流自相流至接地時，本發明尤其有利。一此類低阻抗接地故障在該故障的持續時間內可破壞電力系統上三個對地電壓之平衡。對地電壓之不平衡可造成超過接地故障保護設定點之接地電流流過無故障的分支電路或饋電線電路之分佈電容。此雜散接地電流係歸因於該等不平衡相對地電壓與分支電路或饋電線電路之組件(例如，絕緣導體或纜線、馬達、衝擊電容器、照明鎮流變壓器等)所固有的對地電容之相互作用。對地電壓不平衡(亦即，「零序電壓」)係直接由圖2a至圖2c中所展示之電路中之一者量測得。或者，因為負序電壓亦出現於接地故障期間，所以可使用負序電壓偵測技術判定在接地故障期間三相間的電壓不平衡。

有利的是，與可能低至0.006安培之電死保護所需之電流感測靈敏度相比，本發明甚至在較高量值之對地故障(亦即，幾萬安培)期間(此時系統對地電壓嚴重不平衡)可為圖1中所展示之電力系統提供安全性。在低位準接地故障期間，系統電壓在電流流過人體期間不平衡的程度可能很小。相比而言，高位準接地故障電流可造成嚴重的電壓不平衡且亦導致來自經設計以感測低於0.006安培之感測

器的輸出電流之失真。可組合電壓不平衡偵測特徵與電流變壓器飽和偵測器(電流感測器輸出失真偵測演算法)以補償在高位準故障接地電流期間可發生在分支或饋電線電路接地故障感測器(例如，零序電流變壓器)上之磁飽和。此組合接著將對哪一饋電線電路實際上出現接地故障提供肯定且安全之邏輯指示。

亦可應用此項技術中已知之區段選擇性聯鎖技術提供邏輯輸入至「上游」GFCIS-3Ph以識別接地故障已發生在自身有GFCIS-3Ph的「下游」配電板(distribution panel)或配電盤(switchboard)上並接受來自該系統之禁止信號。

如圖1中所展示，處理器24持續地監測每一GFCI單元所感測之電流條件(故障信號之量值)以偵測故障，且對每一GFCI單元之感測器輸出(故障信號)與每一其他單元之感測器輸出進行比較以判定故障之位置。一旦故障之位置得以判定，則故障饋電線電路被中斷且所有其他饋電線電路被禁止跳脫。

根據本發明，一電腦處理器(圖1中的參考數字24)執行指令以持續地監測主電路GFCI單元及每一饋電線電路GFCI單元以判定何時何地發生故障且回應於此判定而中斷故障電路且禁止其他無故障電路之跳脫。大體上由圖6及圖7中所描繪之邏輯流程圖展示該處理器24之操作，圖6及圖7展示分別用於不接地電力系統及直接接地/高電阻接地電力系統之電腦實施式故障中斷方法。如圖6及圖7中所展示，除了涉及主電路故障測試之步驟108及208之外，方法

100及200在所有方面均類似。將藉由選擇器開關或其他選擇方法來判定要利用之方法，其他選擇方法將被設定成應用了GFCIS-3Ph之電力系統上之特定接地類型。

方法100及200包括以下步驟：接收指示主電路故障或饋電線電路故障之信號，諸如，主電路電壓及電流以及饋電線電路電壓及電流，包括指示實際故障或指示電壓不平衡條件之一或多個信號(步驟102或202)；及判定電壓不平衡條件是否存在(步驟104或204)。若電壓不平衡(舉例而言，呈零序電壓之形式)超過預定值，則控制器24繼續進行主電路故障測試(步驟108或208)。對於480 V的系統而言，標稱零序電壓感測值在大約2伏特至100伏特之範圍內，且主要取決於儀器電壓變壓比、系統接地類型(例如，直接接地或高電阻接地)及接地故障電流之嚴重性。

控制器繼續執行主匯流排故障測試(亦即，涉及圖1中之12、14或16之故障，該主匯流排故障測試針對不接地系統可呈圖8a、圖9a及圖10a之形式，且針對直接接地/高電阻接地系統可呈圖8b、圖9b及圖10b之形式。圖8a及圖8b展示分別用於不接地及直接接地/高電阻接地之電流量值比較演算法300及350。

在不接地系統之情況下，若主電路單元所感測之電流及至少一饋電線電路單元所感測之電流在任何時間均超過一預定故障電流臨限值(例如，5 mA)(步驟302)，且若流過主電路單元之電流比流過該饋電線電路之電流大一預定差額(例如，5%)(步驟304)，則判定判定故障存在於主電路內且

發送一「跳脫」信號至主電路GFCI單元以使主電路斷路器跳脫(圖6之步驟112)。此條件將意味著接地故障緊接在主電路CB之感測器的下游(諸如在配電板之主匯流條上)且主電路開關器件需要跳脫。若在饋電線電路中之任一者上所感測之故障信號電流與主電路單元所感測之故障信號電流相比而言較小(但仍高於5 mA的「跳脫」臨限值)，且若主電路中之感測故障信號電流並非比在任一饋電線電路中所感測之故障信號電流大至少5%，則主電路開關器件被禁止跳脫(步驟116)。

5%的差額允許在主電路之感測器與饋電線電路之感測器之間容易地辨別故障信號電流位準，且主要係基於「不接地」系統上之模擬之結果。舉例而言，參見美國專利第7,301,739號之表3及表6。其將適用於正常組態及正常數目個饋電線電路或分支電路，亦即，一個主電路及至少兩個饋電線電路或分支電路。

對於如圖7及圖8b之流程圖所描繪之直接接地電力系統及高電阻接地電力系統(或就此而言，任何阻抗接地系統)而言，主電路故障測試350判定在饋電線電路中之任一者上所感測之接地故障電流或故障信號是否高於預定值(例如，5 mA)(步驟352)，且其量值是否接近(標稱情況下在 $\pm 10\%$ 至 20% 內)在主電路中所感測之故障信號電流之量值(步驟354)。若滿足主電路故障測試350之條件(亦即，步驟354之「是(YES)」分支)，則滿足禁止主電路跳脫條件(inhibit main trip condition)且發送一禁止主電路跳脫信號

以阻止主電路斷路器之跳脫(圖7之步驟216)。否則，若決策步驟354為「否(NO)」，則滿足跳脫主電路條件(trip main condition)且發送一「跳脫」信號至主電路GFCI單元以使主電路斷路器跳脫(圖7之步驟212)。

可使用零序阻抗比較演算法及零序導納比較演算法實施圖9a至圖9b及圖10a至圖10b之主電路故障測試400、450、500及550的替代實施例。分別對應於不接地系統及直接接地/高電阻接地系統之圖9a及圖9b包括步驟402、404、452及454，該等步驟用於：判定最小量測得之零序(或「故障」)阻抗，亦即量測得之零序電壓除以量測得之零序電流之比，比較主電路故障阻抗及最小饋電線電路故障阻抗與一預定故障阻抗臨限值(例如， $V_0/0.005$ 歐姆)(步驟402及452)；及比較主電路故障阻抗與饋電線電路故障阻抗中之任一者以確保主電路故障阻抗至少在饋電線電路故障阻抗中之至少一者的某一百分比(例如，針對不接地系統為 $\pm 5\%$ ，針對直接接地/高電阻接地系統為 $\pm 10\%$ 至 20%)內(步驟404及454)。

分別對應於不接地系統及直接接地/高電阻接地系統之圖10a及圖10b包括步驟502、504、552及554，該等步驟用於：判定最大量測得之零序(或「故障」)導納，亦即量測得之零序電流除以量測得之零序電壓之比，比較主電路故障導納及最大饋電線電路故障導納與一預定故障導納臨限值(例如， $0.005/V_0$ 姆歐)(步驟502及552)；及比較主電路故障阻抗與該等饋電線電路故障阻抗中之任一者以確保主電

路故障阻抗至少在饋電線電路故障導納中之至少一者之某一百分比(例如, 針對不接地系統為 $\pm 5\%$, 針對直接接地/高電阻接地系統為 $\pm 10\%$ 至 20%)內(步驟504及554)。

再次參看圖6及圖7, 若流過主電路單元之電流不在流過饋電線電路單元之電流之預定差額內(例如, 主電路故障測試300、350、400、450、500及550之「是(YES)」分支), 則判定故障存在於主電路外部且發送一「禁止」信號至主電路GFCI單元以禁止主電路之跳脫(針對不接地系統為圖6之步驟116, 且針對高電阻接地系統為圖7之步驟216)。亦根據針對不接地系統由圖6之步驟118所展示且針對直接接地/高電阻接地系統由圖7之步驟218所展示的饋電線電路故障測試來比較每一饋電線電路單元之故障信號電流與每一其他饋電線電路單元之故障信號電流。舉例而言, 若根據圖11a之饋電線電路故障測試600之步驟602發現流過任一饋電線電路單元「X」之電流顯著大於其他饋電線電路單元之電流, 則判定故障存在於饋電線電路單元「X」之電路中且發送一跳脫信號至該電路之GFCI單元以使其斷路器跳脫。同時, 發送禁止信號至所有其他饋電線單元以禁止其跳脫。另一方面, 若無任何饋電線電路單元之故障信號電流顯著大於任何饋電線電路單元之故障信號電流, 則判定饋電線電路間不存在故障且所有饋電線電路被禁止跳脫。圖11b及圖11c展示使用零序阻抗比較及零序導納比較之類似的饋電線電路故障測試。

本發明之非限制性優點包括提供電死保護(較佳在少於

0.1秒之總故障清除時間內，最低感測靈敏度為0.006安培至0.030安培)，同時將在應用了GFCIS-3Ph保護之三相電力系統上之高位準故障期間錯誤跳脫的發生降至最低。

圖12結合一模擬低電壓、480 V相間電壓高電阻接地故障電力系統來展示本發明之第一說明性實例，該系統係由庫柏電力系統(Cooper Power Systems)(1988年5月)使用*V-Harm*TM(電力系統諧波模擬及分析程式(Power System Harmonics Simulation and Analysis Program))執行。如圖12中所描繪，饋電線電路1上發生直接相接地故障，造成三相對地電壓之嚴重不平衡，進而造成一超過預定電壓不平衡臨限值(例如，大約2伏特至100伏特)之高零序電壓。舉例而言，參見圖4a及圖4b，其說明在高電阻接地三相電力系統上在直接相A接地故障期間電壓與電流的關係。饋電線電路1故障電流(2.04 A)經判定為最大饋電線電路電流，根據圖7及圖8b之主電路故障測試，饋電線電路1故障電流將導致主電路跳脫被禁止，此係因為主電路故障電流及饋電線電路1電流均大於故障電流臨限值(在此情況下為5 mA)且主電路故障電流(2.00 A)在饋電線電路1故障電流之20%內。根據圖7及圖11a中之邏輯，比較該等饋電線電路故障電流(針對饋電線電路1為2.04A，針對饋電線電路2為12 mA，針對饋電線電路3為25 mA，且針對饋電線電路4為319 mA)中之每一者以判定哪一(若存在)饋電線「X」將被跳脫。因為饋電線電路1故障電流大於其他饋電線電路故障電流，所以此比較將導致饋電線電路1被跳脫而其

他饋電線電路不會被跳脫。

或者，根據圖9b之主電路跳脫測試450，GFCIS-3Ph處理器可經程式化以藉由將量測得之零序電壓 V_0 除以每一個別饋電線電路故障電流 $I_0(X)$ (其中「X」為個別饋電線中之每一者)來判定饋電線電路故障阻抗值 $Z_0(X)$ 。舉例而言，假設量測得之零序電壓 V_0 為100伏特，GFCIS-3Ph處理器將針對饋電線中之每一者計算出如下阻抗值： $Z_0(1)=100\text{ V}/2.04\text{ A}=49\text{ 歐姆}$ ； $Z_0(2)=100\text{ V}/0.012\text{ A}=8300\text{ 歐姆}$ ； $Z_0(3)=100\text{ V}/0.025\text{ A}=4000\text{ 歐姆}$ ；及 $Z_0(4)=100\text{ V}/0.319\text{ A}=310\text{ 歐姆}$ 。圖9b之邏輯450之禁止主電路跳脫條件將得到滿足，其將導致圖11b之邏輯610僅使饋電線電路1跳脫。

另一替代例係根據圖10b之邏輯計算饋電線電路故障導納 $Y_0(X)$ 。再次假設量測得之零序電壓 V_0 為100伏特，計算出之故障導納將為如下： $Y_0(1)=2.04\text{ A}/100\text{ V}=0.0204\text{ 姆歐}$ ； $Y_0(2)=0.012\text{ A}/100\text{ V}=0.00012\text{ 姆歐}$ ； $Y_0(3)=0.025\text{ A}/100\text{ V}=0.00025\text{ 姆歐}$ ；及 $Y_0(4)=0.319\text{ A}/100\text{ V}=0.00319\text{ 姆歐}$ 。圖9b之邏輯450之禁止主電路跳脫條件將得到滿足，其將類似地導致圖11c之邏輯620僅使饋電線電路1跳脫。

注意，若以上實例之饋電線電路1故障為高電阻故障(例如幾千歐姆之電阻)，但造成高於5 mA跳脫設定點之故障電流，則所感測之三相電壓不平衡可能不夠大而不會觸發零序電壓偵測，因為相對地電壓不會被低位準故障電流破壞。所有電流變壓器(電流感測器)將在不飽和的線性感測區域中操作。GFCIS-3Ph處理器24將延遲至多0.030秒以等

待一零序電壓輸入信號，且當未接收到此信號時，基於饋電線電路1為所有饋電線電路中之最高感測電流量值之事實，在0.030+秒開始使饋電線電路1跳脫。以上情形描述係針對極低位準故障電流之較佳事件序列，在此情況下將不調用電壓不平衡測試。

現在結合一模擬低電壓、480 V相間電壓直接接地故障電力系統來描述本發明之第二說明性實例。舉例而言，參見圖3a及圖3b，其說明在直接接地三相電力系統上在直接相A接地故障期間電壓與電流的關係。所得相對地電壓嚴重不平衡，藉此再次觸發零序電壓偵測及圖7之邏輯200。另外，如表1中之模擬結果所展示，饋電線電路1上之直接故障造成主電路線及饋電線電路1線上之2.4 kA接地故障電流，其造成用於主電路及饋電線電路1之接地故障感測電流變壓器之飽和。通常，零序電壓偵測及電流變壓器飽和在接地故障開始後大約0.030秒內發生。在處理指示或暗示實際故障條件之電流信號時，針對電流變壓器飽和之測試(舉例而言，使用此項技術中已知之演算法)可用以進行偵測以發現飽和。舉例而言，參見圖7之步驟203。同時，在接地故障期間，饋電線電路4接地故障感測器自該饋電線電路之電容充電電流偵測到26 mA。所感測之兩個接地電流(饋電線電路1及饋電線電路4)均高於為6 mA之跳脫設定點。因為針對饋電線電路1偵測到過高零序電壓及電流變壓器飽和，所以GFCIS-3Ph邏輯僅在接地故障開始後0.030+秒開始饋電線電路1之跳脫。

	主電路	饋電線 電路1	饋電線 電路2	饋電線 電路3	饋電線 電路4
主匯流排上之相接地 故障					
直接接地故障	10 kA	3	4	9	109
700歐姆接地故障	396	0	0	0	1
46,000歐姆接地故障	6	1	0	0	1
饋電線電路1上之相接地 故障					
直接接地故障	2.4 kA	2.4 kA	1	2	26
700歐姆接地故障	393	396	0	0	1
46,000歐姆接地故障	6	6	0	0	0

表 1- 針對「系列 II」狀況(饋電線電路上無負載之系統)之故障電流(陰影塊)及電流分佈之總表

- 直接接地 480 伏特系統；
- 在饋電線電路「遠端」之接地故障；
- 所有饋電線電路上無負載；
- 具有 1.0 μ F 衝擊電容器之饋電線電路 4，其在遠端連接至接地

(除非另有展示，否則鐵芯平衡變壓器或差動電流變壓器所感測之電流以毫安為單位)

至於針對高電阻接地系統之以上第一實例，可使用零序電壓量及零序電流量兩者進行阻抗或導納判定。可將任意大之電流值(舉例而言，100 安培，其取決於一定會發生電流變壓器磁飽和之條件)指派給經判定處於飽和狀態之電流變壓器以執行此計算演算法。

圖 13 為先前在以上圖 1 中以較為一般化的方式展示之本發明之一例示性實施例的基礎組件之方塊圖表示。在每一情況下，接地故障中斷器系統包括一處理器 24 及助理介面

器件 23(接收器介面，其用以接收輸入)及助理界面器件 25(發送器介面，其用以發送輸出/跳脫)以及若干 GFCI 單元(諸如圖 13 中說明之 GFCI 單元 3 器件)。接地故障感測器組件(GFS3)提供一用以感測在三個(或四個)載流饋電線導體 A'''、B'''及 C'''(對應於三線(或四線)三相系統，第四條線為載流中性導體(若存在))中流動之不平衡接地故障電流之構件。在一非限制性實施例中，該 GFS 可包括一習知貫穿式(或鐵芯平衡式)電流變壓器，其在電力系統電流不平衡的情況下供應一輸出電流。在另一非限制性實施例中，該 GFS 可包括另一類型之電流感測器件(例如，霍耳效應器件)，其回應於導體中之不平衡電流而供應一輸出電流或電壓信號，該輸出電流或電壓信號表示來自該 GFS 之瞬時量測得電流量值。此 GFS 信號(或本文中所定義之「故障信號」)接著由一「發送器」單元 37 轉換為一適當的電流、電壓或光輸出，該輸出係經由一適當的信號傳輸構件(例如，光纖或金屬導體 36)傳達至該處理器之「接收器介面」23。該處理器 24 接著執行先前描述之必要邏輯以判定經由該處理器之「發送器介面」25 發送一「跳脫」(或「斷開」)信號至「斷路器」或接觸器或是禁止該信號。該跳脫或禁止信號接著由該處理器「發送器介面」單元 25 轉換為適當的電流、電壓或光輸出，該輸出係經由一適當的信號傳輸構件(例如，光纖或金屬導體 40)傳達至該斷路器之「接收器」單元 41。

以上參考圖 1 及圖 2a 至圖 2c 所描述之一電壓不平衡偵測

器件 60 亦與該處理器 24 直接耦接或通信，該電壓不平衡偵測器件 60 用於感測在不平衡相對地電壓條件期間之所謂「負序電壓」或「零序電壓」。

可中斷並隔離供電電壓源之三相電路導體之任何電流中斷器件可用作所說明之「斷路器」。電流中斷器件可包括(但不限於)：空氣磁性或真空斷路器或馬達電路保護器、空氣或真空接觸器、固態電力開關器件，或電子觸發式熔絲。

至該斷路器之接收器 41 的信號可用以致動一跳脫線圈或一儲能跳脫釋放機構、至一吸住線圈(例如，用於接觸器)之電流的中斷，或可呈一用以開始或停止電力半導體器件之傳導的電流或電壓之形式或呈一用以電子觸發熔絲之電流或電壓輸出之形式。儘管圖中未展示，但給圖 13 中所展示之任一器件供電的電力可來源於：外部電源或儲能供應器(電池或電容器)、所監測電力系統自身之電壓或來源於流過該電力系統之負載電流之能量。

儘管以上已用在該等圖式之若干圖中所說明之特定實施例來描述本發明，但將瞭解，可在不背離本發明之精神之情況下利用組件及處理軟體之其他組態。舉例而言，可使用能夠監測並報告電流且回應於控制輸入而禁止及/或中斷一電路的任何適合形式之 GFCI 單元。

此外，本發明之技術可應用於其他故障偵測方案，諸如在北美之外使用之殘餘電流器件(RCD)。此等器件通常具有為 30 mA 之略微較高的標稱感測靈敏度，但其同樣意欲

防止電擊所致之心室纖維顫動。儘管RCD由於其靈敏度較低的感測特性而不太容易發生錯誤跳脫(由於個別饋電線電容充電電流)，但顯而易見，本發明之有用性亦適用於用於靈敏的「擺脫」人員保護及用於靈敏的設備保護之RCD。

此外，在例如720伏特且可能甚至高達1000伏特及以上之較高電壓下，本發明可能有用。但針對「不受保護的」人員(亦即，沒有配備諸如絕緣橡膠手套及其類似者之電擊保護設備的人員)，本發明的應用可能有實際上限。如以上所計算，通過人體之最大電流在潮濕條件下亦可能更高。超過1000伏特，就可能需要使用其他構件將通過人體之電流降低至人類可承受範圍內(例如，使用諸如墊子、手套、鞋類等之絕緣障壁)，但仍可使用本發明之靈敏的GFCIS-3Ph感測技術。

雖然上文已用替代實施例來描述本發明，但預期熟習此項技術者在閱讀本發明後將瞭解其他變更、修改及應用。因此，希望本發明被視為說明性而非限制性的，且希望所附申請專利範圍被理解為包括在本發明之真實精神及範疇內之所有此等應用、變更、修改及實施例。

【圖式簡單說明】

圖1為說明根據本發明之一具有多個饋電線電路及一GFCI系統之三相電力供應電路之示意電路圖；

圖2a至圖2c為根據本發明之一電壓不平衡偵測器件之例示性實施；

圖 3a 及圖 3b 為說明一「直接接地」系統之電流分佈之相量圖；

圖 4a 及圖 4b 為說明一「高電阻接地」系統之電流分佈之相量圖；

圖 5a 及圖 5b 為說明一「不接地」系統之電流分佈之相量圖；

圖 6 為說明用於一不接地電力系統之圖 1 之處理器的操作之流程圖；

圖 7 為說明用於一直接接地電力系統或高電阻接地電力系統之圖 1 之處理器的操作之流程圖；

圖 8a 及圖 8b 為說明根據本發明之分別用於執行對不接地電力系統及直接接地電力系統/高電阻接地電力系統之主電路故障測試的第一組方法之流程圖；

圖 9a 及圖 9b 為說明根據本發明之分別用於執行對不接地電力系統及直接接地電力系統/高電阻接地電力系統之主電路故障測試的第二組方法之流程圖；

圖 10a 及圖 10b 為說明根據本發明之分別用於執行對不接地電力系統及直接接地電力系統/高電阻接地電力系統之主電路故障測試的第三組方法之流程圖；

圖 11a 至圖 11c 為說明根據本發明之用於執行饋電線電路故障測試之方法的流程圖；

圖 12 為一具有多個饋電線電路之故障三相高電阻接地電力供應系統之圖示；及

圖 13 為根據本發明之一多相 GFCI 系統之單個饋電線電

路之基本組件的方塊圖表示。

【主要元件符號說明】

10	三相電力供應系統
12	電力匯流排
14	電力匯流排
16	電力匯流排
18	三相饋電線電路或分支電路
20	三相饋電線電路或分支電路
22	三相饋電線電路或分支電路
23	助理介面器件 / 接收器介面
24	電腦處理器 / 中央處理器件 / 系統處理器 / 控制器
25	助理介面器件 / 發送器介面
30	輸入
32	輸入
34	輸入
36	輸入 / 光纖或金屬導體
37	發送器
40	輸出 / 跳脫輸出 / 光纖或金屬導體
41	接收器
42	輸出 / 跳脫輸出
44	輸出 / 跳脫輸出
46	輸出 / 跳脫輸出
60	電壓不平衡偵測器件
68	瞬時過電壓繼電器

78	瞬時過電壓繼電器
94	瞬時過電壓繼電器
CB1	饋電線或分支電路斷路器
CB2	饋電線或分支電路斷路器
CB3	饋電線或分支電路斷路器
GFCI1	接地故障電路中斷器單元
GFCI2	接地故障電路中斷器單元
GFCI3	接地故障電路中斷器單元
GFS1	饋電線或分支電路接地故障感測器
GFS2	饋電線或分支電路接地故障感測器
GFS3	饋電線或分支電路接地故障感測器
MCB	主電路斷路器
MGFS	主電路接地故障感測器

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 99133080

※申請日： 99.9.29

※IPC 分類：

一、發明名稱：(中文/英文)

如次 7/26 (2006.01)

用於多相接地故障電路中斷器之系統及方法

SYSTEM AND METHOD FOR POLYPHASE GROUND-FAULT
CIRCUIT-INTERRUPTERS

二、中文發明摘要：

本發明提供一種接地故障電路中斷器(GFCI)系統，其提供故障電路的可靠且及時的跳脫，同時將所謂「錯誤」跳脫降至最低。該GFCI包括耦接至主匯流排電路之一電壓不平衡偵測器件，其用於偵測在一故障條件期間之一電壓不平衡。與該電壓不平衡偵測器件通信之一電腦處理器經程式化以基於該電壓不平衡之一狀態及由該主匯流排電路中的一GFCI單元產生之故障信號與由個別饋電線電路中的GFCI單元產生之故障信號之間的某些預定關係來判定何時一實際故障條件存在。

三、英文發明摘要：

A ground-fault circuit-interrupter (GFCI) system is provided that provides reliable and timely tripping of faulted circuits while minimizing so-called “nuisance” tripping. The GFCI includes a voltage unbalance detection device coupled to the main bus circuit for detecting a voltage unbalance during a fault condition. A computer processor in communication with the voltage unbalance detection device is programmed to determine when an actual fault condition exists based on a state of the voltage unbalance and certain predetermined among the fault signal generated by a GFCI unit in the main bus circuit and the fault signals generated by GFCI units in individual feeder circuits.

七、申請專利範圍：

1. 一種用於一多相電源供應器及耦接至該多相電源供應器之一主匯流排電路的接地故障電路中斷器(GFCI)系統，該主匯流排電路具有複數個個別饋電線電路，該GFCI系統包含：

一電壓不平衡偵測器件，其耦接至該電源供應器及該主匯流排電路，用於偵測該電源供應器之相間的一電壓不平衡；

複數個GFCI單元，其分別與該主匯流排及該等饋電線電路中之每一者相關聯，該等GFCI單元中之每一者可操作以產生一故障信號，該故障信號對應於通過一相關聯之主匯流排或饋電線電路之一故障條件；及

一處理器，其與該電壓不平衡偵測器件及該等GFCI單元中之每一者通信，用於監測該電壓不平衡及由該等GFCI單元中之該每一者產生的故障信號，且處理器能夠至少部分地基於該電壓不平衡與故障信號之間的某些預定關係來產生對應於一實際故障之一或多個跳脫信號。

2. 如請求項1之系統，其中該處理器包含可執行程式碼，該可執行程式碼用於：

基於該電壓不平衡之一狀態及由該主匯流排電路中之該GFCI單元產生的該故障信號與由該等饋電線電路中的該等GFCI單元中之每一者產生的該等故障信號之間的某些預定關係來判定何時該實際故障存在；

判定該等饋電線電路中之哪一者正在經歷該實際故

障，

向對應於正在經歷該實際故障的該一或多個電路之該或該等GFCI單元產生一跳脫信號，藉此導致該或該等實際故障電路被中斷，及

向該等饋電線電路中之非正在經歷該實際故障的其餘電路產生一禁止信號，藉此使該或該等無故障電路被禁止中斷。

3. 如請求項1之系統，其中該電壓不平衡偵測器件偵測一零序電壓。
4. 如請求項1之系統，其中該電壓不平衡偵測器件偵測一負序電壓。
5. 如請求項1之系統，其中該等某些預定關係包含電流信號的一或多個比較。
6. 如請求項1之系統，其中該等某些預定關係包含阻抗的一或多個比較。
7. 如請求項1之系統，其中該等某些預定關係包含導納的一或多個比較。
8. 一種用於一分離供電式(separately derived)三相電力供應系統之接地故障電路中斷器(GFCI)系統，該三相電源供應系統包括一個三相電源供應器及一主匯流排電路，複數個饋電線電路連接至該主匯流排電路，該GFCI系統包含：

一電壓不平衡偵測器件，其耦接至該三相電源供應器及該主匯流排電路，用於偵測該電力供應系統之相間的

一 電壓不平衡；

複數個 GFCI 單元，其分別與該主匯流排及該等饋電線電路中之每一者相關聯，且可操作以監測一故障條件並產生一故障信號，該故障信號對應於該故障條件且與流過每一該電路之若干導體的電流之不平衡程度相稱；及

一處理器，其與該電壓不平衡偵測器件及該等 GFCI 單元中之每一者通信，用於持續地監測該電壓不平衡及由該主匯流排電路上之該 GFCI 單元及連接至該主匯流排電路之每一饋電線電路上之該 GFCI 單元產生之該等故障信號，該處理器經程式化以：

基於該電壓不平衡偵測器件間及由該主匯流排電路中之該 GFCI 單元產生的該故障信號與由該等饋電線電路中的該等 GFCI 單元產生的該等故障信號之間的某些預定關係來判定何時一實際故障條件存在；

判定哪一電路正在經歷該實際故障；

向該實際故障電路中之該 GFCI 單元產生並傳輸一跳脫信號，該跳脫信號導致該電路被中斷；且

向該等其他電路中之至少一些電路產生並傳輸一禁止信號，該禁止信號導致該等電路被禁止中斷。

9. 如請求項 8 之系統，其中該電壓不平衡偵測器件偵測一零序電壓。
10. 如請求項 8 之系統，其中該電壓不平衡偵測器件偵測一負序電壓。
11. 如請求項 8 之系統，其中該等某些預定關係包含電流信

號的一或多個比較。

12. 如請求項8之系統，其中該等某些預定關係包含阻抗的一或多個比較。

13. 如請求項8之系統，其中該等某些預定關係包含導納的一或多個比較。

14. 一種用於一多相電源供應器及耦接至該多相電源供應器之一主匯流排電路的接地故障電路中斷(GFCI)之電腦實施方法，該主匯流排系統具有一GFCI單元及複數個饋電線電路，該等饋電線電路中之每一者亦具有與該饋電線電路相關聯之一GFCI單元，該方法包含：

監測該電力供應系統之一電壓不平衡；

監測由該若干GFCI單元產生之故障信號；及

基於該電壓不平衡之狀態及由該主匯流排電路中之該GFCI單元產生的該故障信號與由該等饋電線電路中的該等GFCI單元產生的該等故障信號之間的某些預定關係來判定何時一實際故障條件存在。

15. 如請求項14之方法，其進一步包含：

判定該若干電路中之哪一者正在經歷一實際故障；

針對該實際故障電路產生一跳脫信號；及

將該跳脫信號傳輸至該實際故障電路中之該GFCI單元，藉此導致該實際故障電路被中斷。

16. 如請求項14之方法，其進一步包含：

針對其餘電路中之一或多者產生一或多個禁止信號；及

將一禁止信號傳輸至該等其餘電路之該等GFCI單元中之一或多者，藉此導致該等電路被禁止中斷。

17. 如請求項14之方法，其中該等某些預定關係包含電流信號的一或多個比較。

18. 如請求項14之方法，其中該等某些預定關係包含阻抗的一或多個比較。

19. 如請求項14之方法，其中該等某些預定關係包含導納的一或多個比較。

20. 一種電腦程式產品，其包含體現有一電腦可讀程式碼之電腦可用媒體，該電腦可讀程式碼經調適而經執行以實施用於一多相電源供應器及耦接至該多相電源供應器的一主匯流排電路之接地故障電路中斷的一方法，該主匯流排系統具有複數個饋電線電路，該方法包含：

監測該電力供應系統之一電壓不平衡；

監測由若干GFCI單元產生之故障信號；及

基於該電壓不平衡之狀態及由該主匯流排電路中之該GFCI單元產生的該故障信號與由該等饋電線電路中的該等GFCI單元產生的該等故障信號之間的某些預定關係來判定何時一實際故障條件存在。

21. 如請求項20之產品，其進一步包含：

判定該若干電路中之哪一者正在經歷一實際故障；

針對該實際故障電路產生一跳脫信號；及

將該跳脫信號傳輸至該實際故障電路中之該GFCI單元，藉此導致該實際故障電路被中斷。

22. 如請求項20之產品，該電腦可讀程式碼進一步經調適以執行以下步驟：

針對其餘電路中之一或多者產生一或多個禁止信號；及

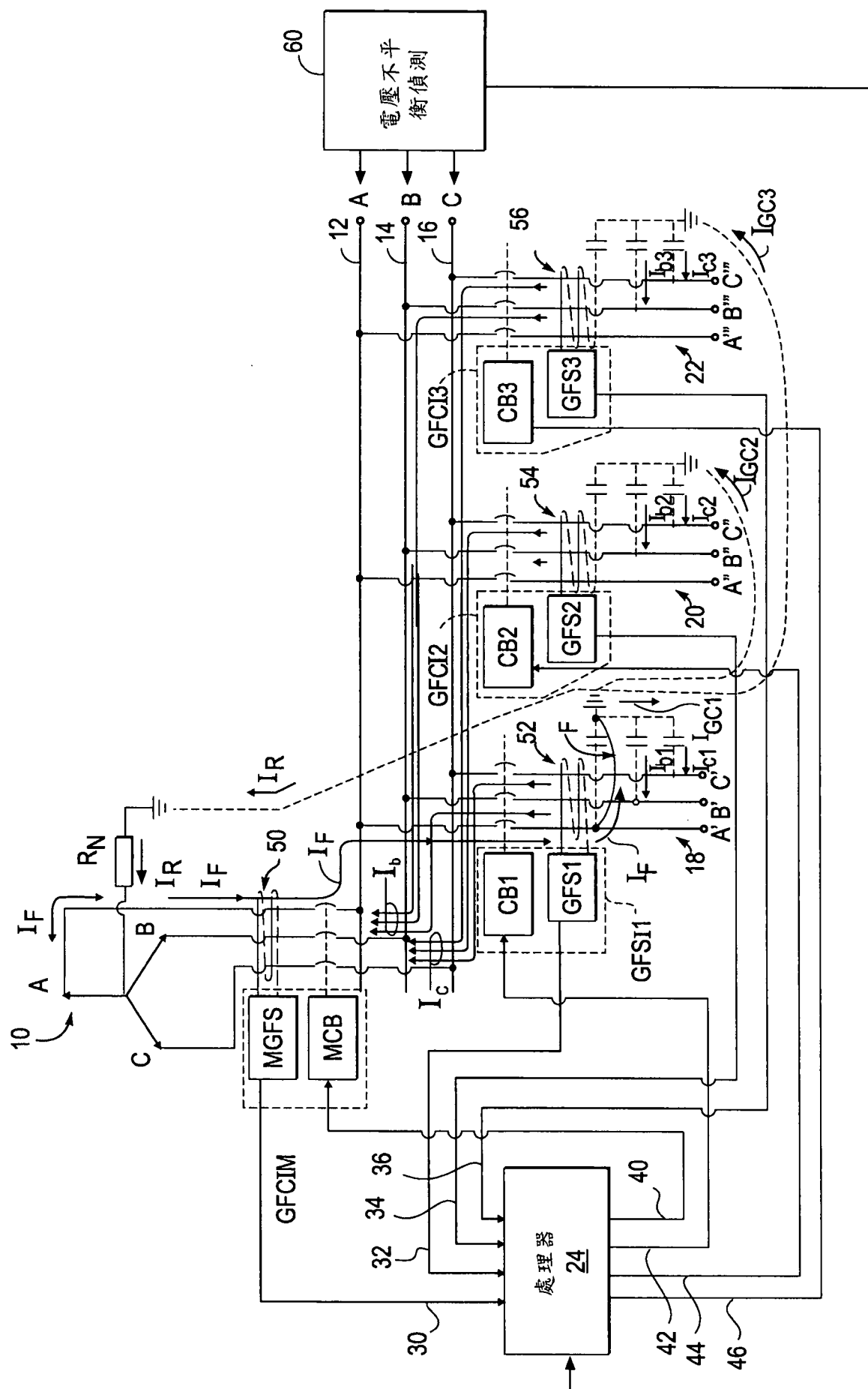
將一禁止信號傳輸至該等其餘電路之該等GFCI單元中之一或多者，藉此導致該等電路被禁止中斷。

23. 如請求項20之產品，其中該等某些預定關係包含電流信號的一或多個比較。

24. 如請求項20之產品，其中該等某些預定關係包含阻抗的一或多個比較。

25. 如請求項20之產品，其中該等某些預定關係包含導納的一或多個比較。

八、圖式：



一

60a

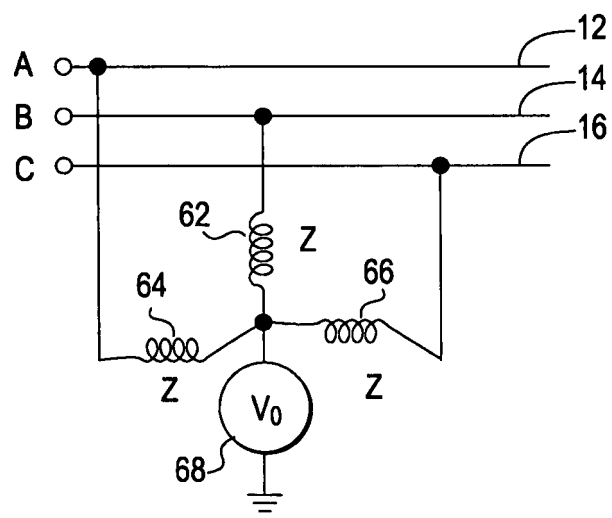


圖2a

60b

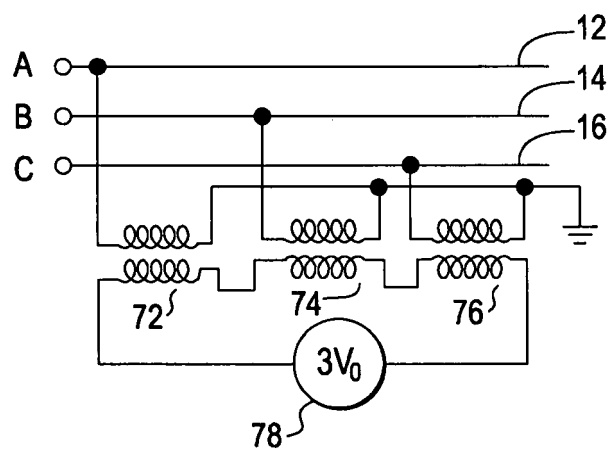


圖2b

60c

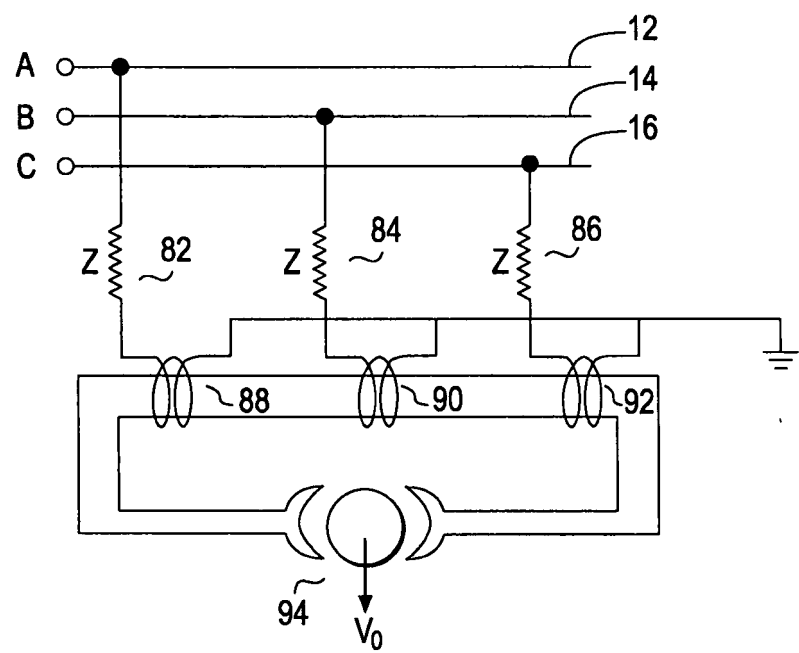


圖2c

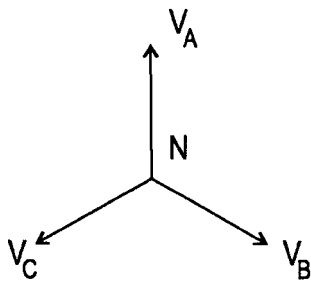
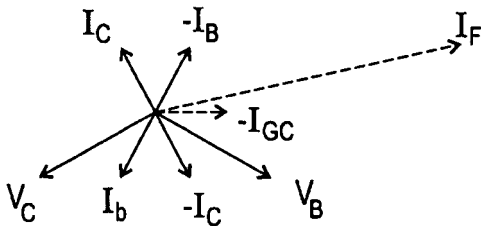


圖 3a



直接接地

圖 3b

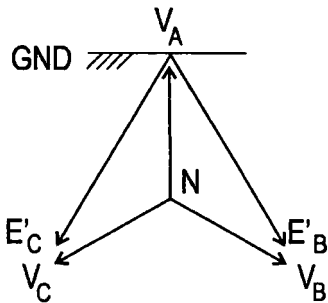
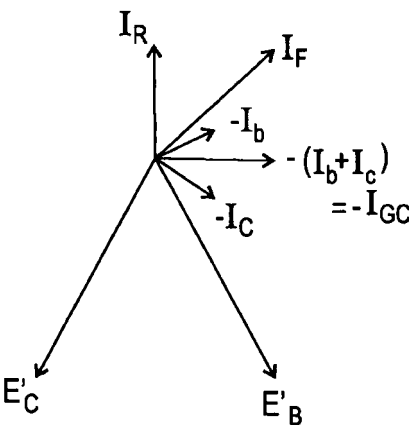


圖 4a



高電阻接地

圖 4b

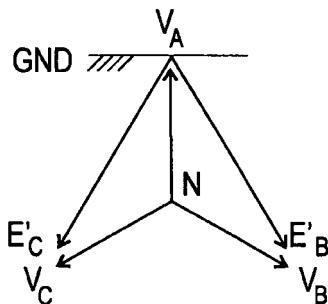
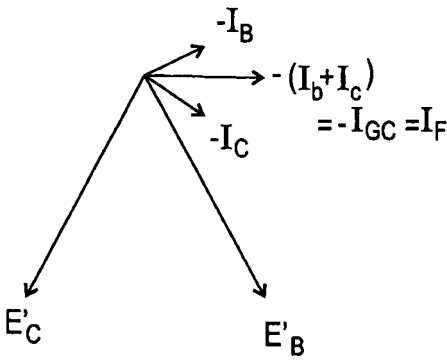


圖 5a



不接地

圖 5b

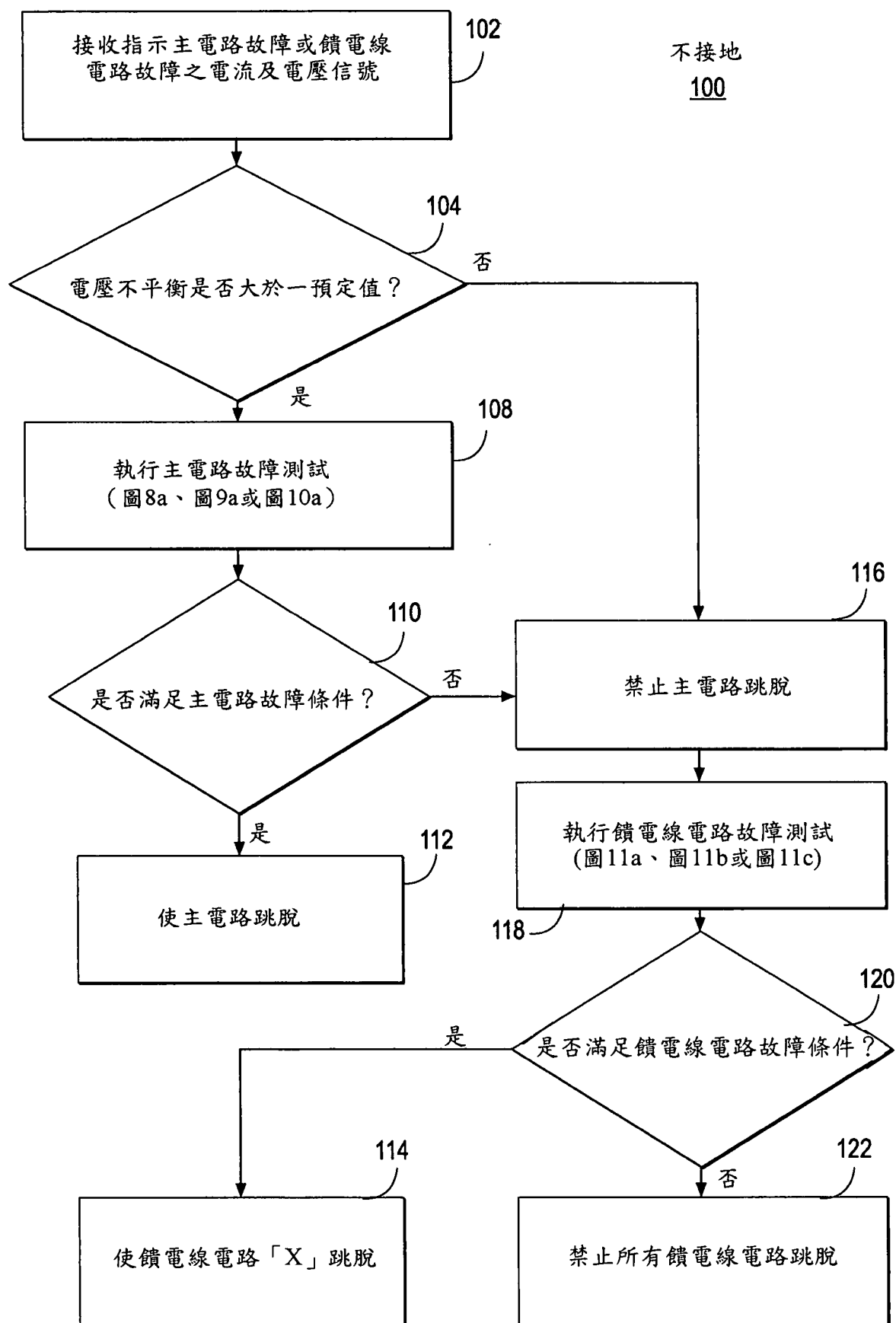


圖6

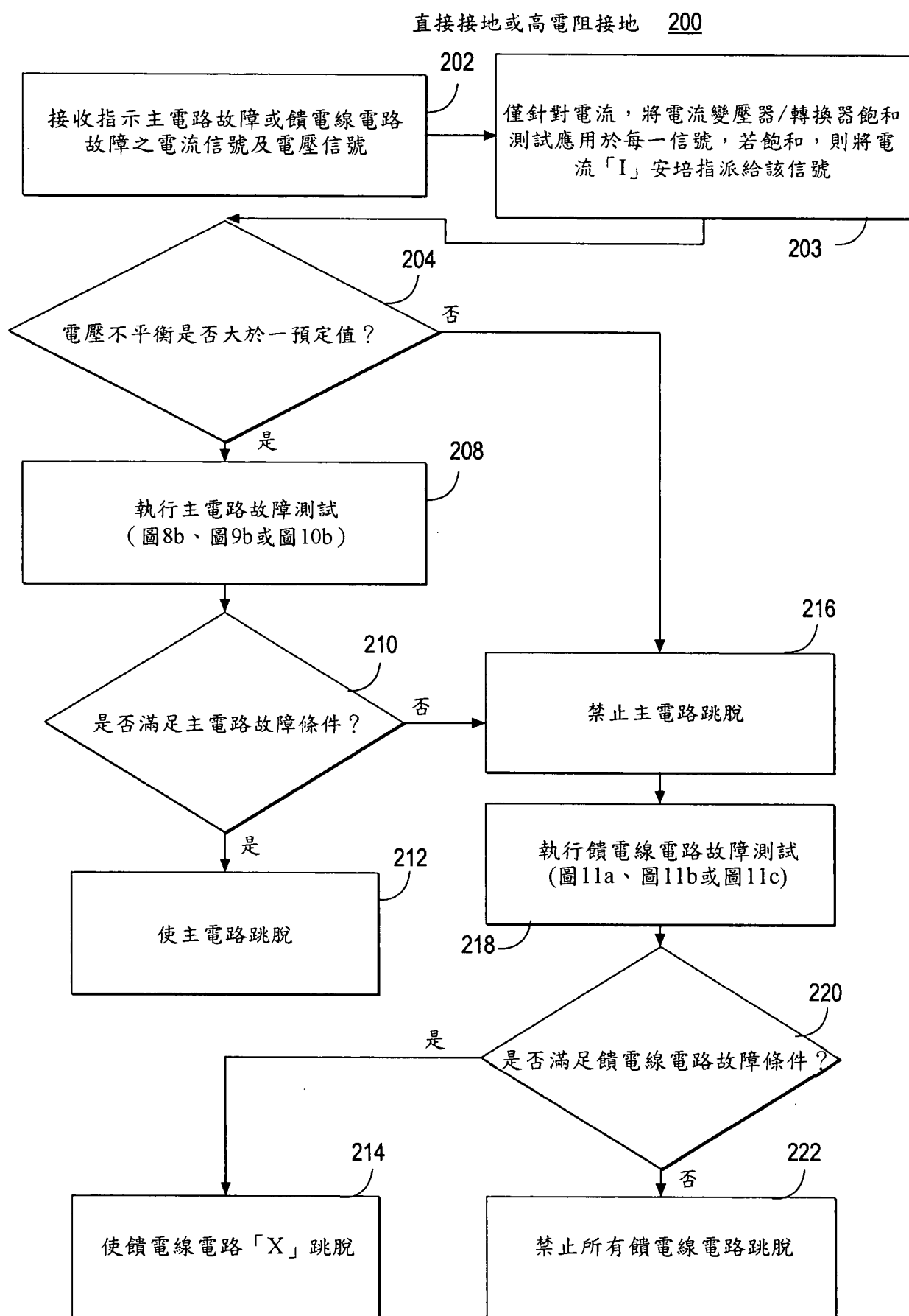


圖7

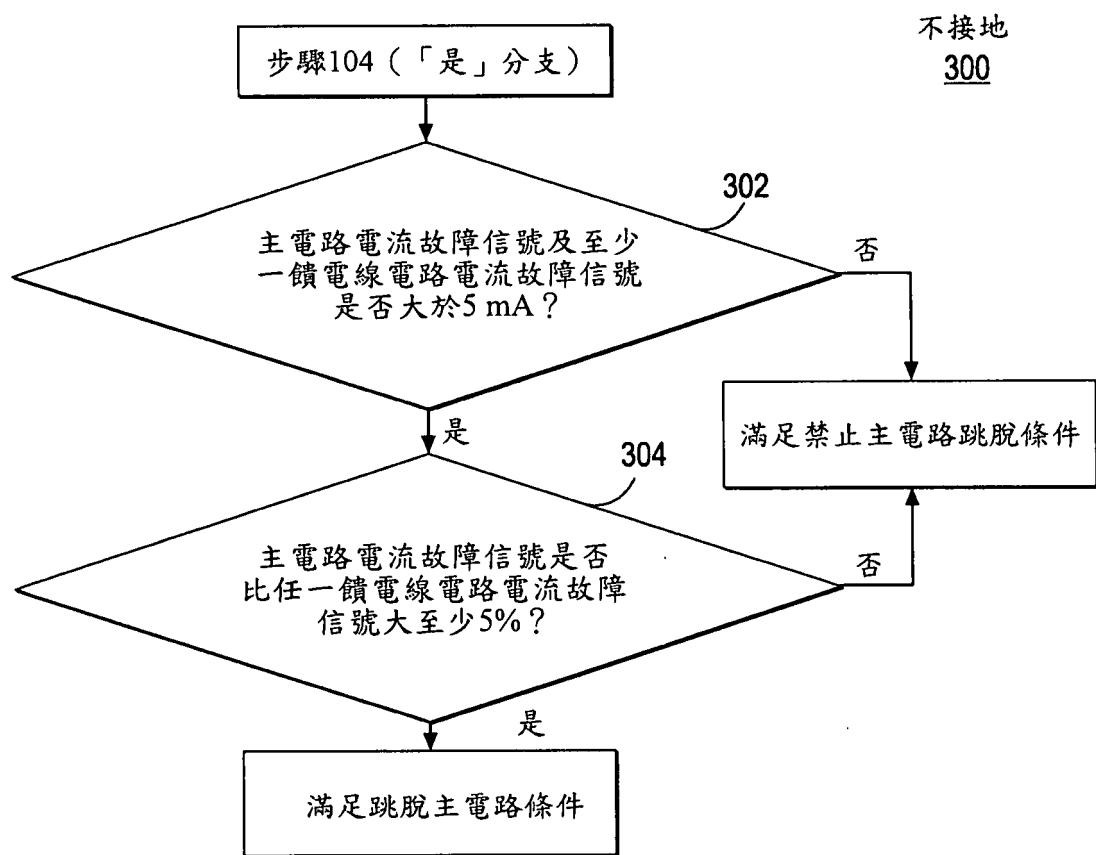


圖 8a

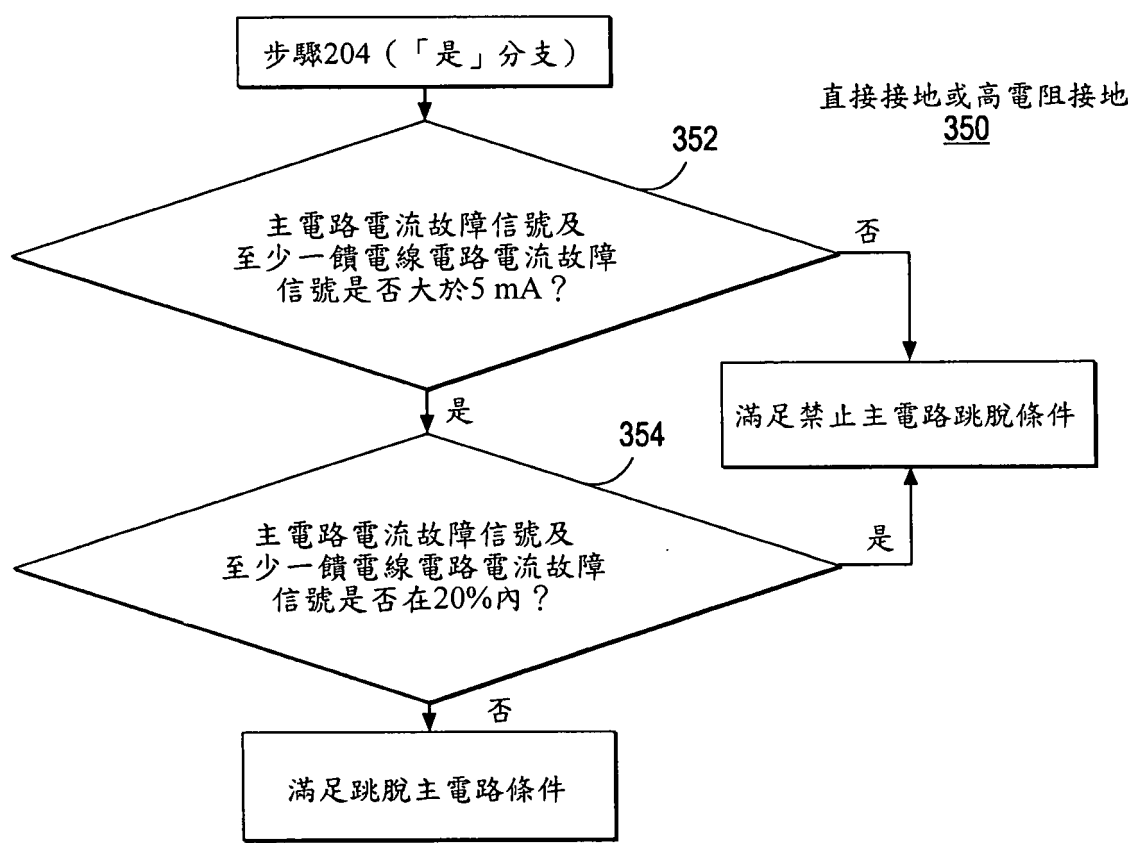


圖 8b

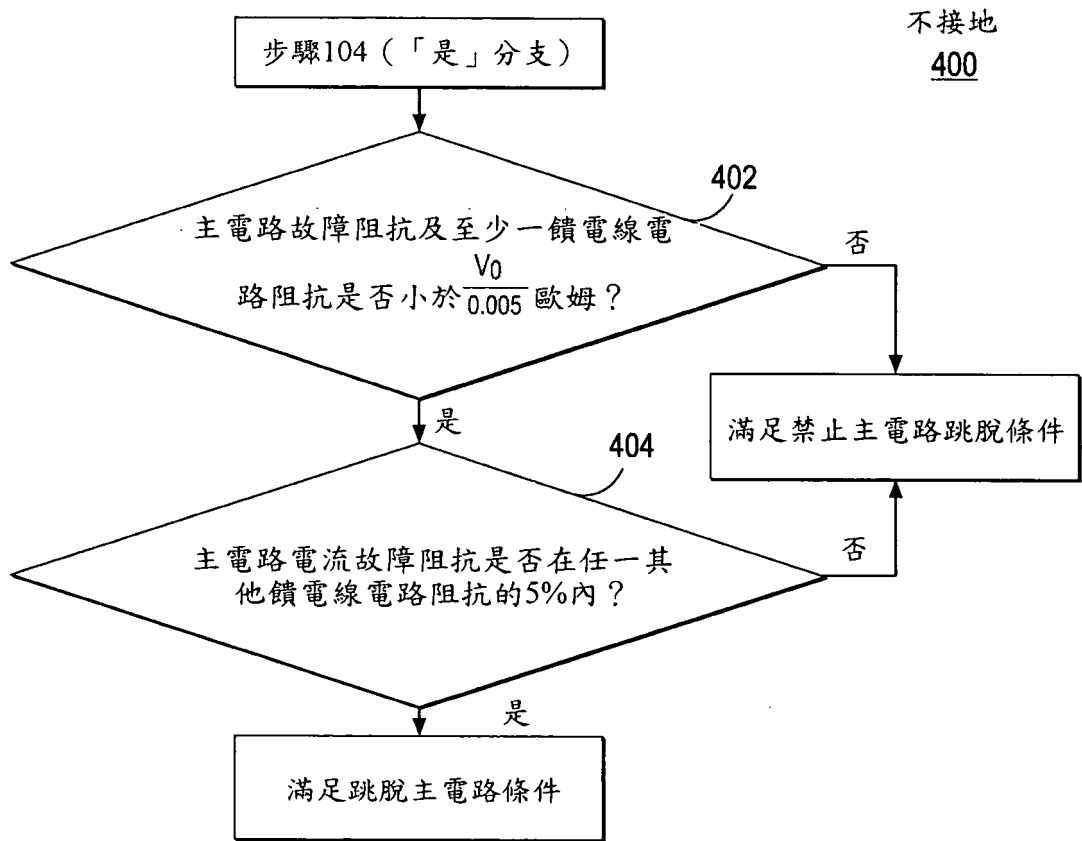


圖 9a

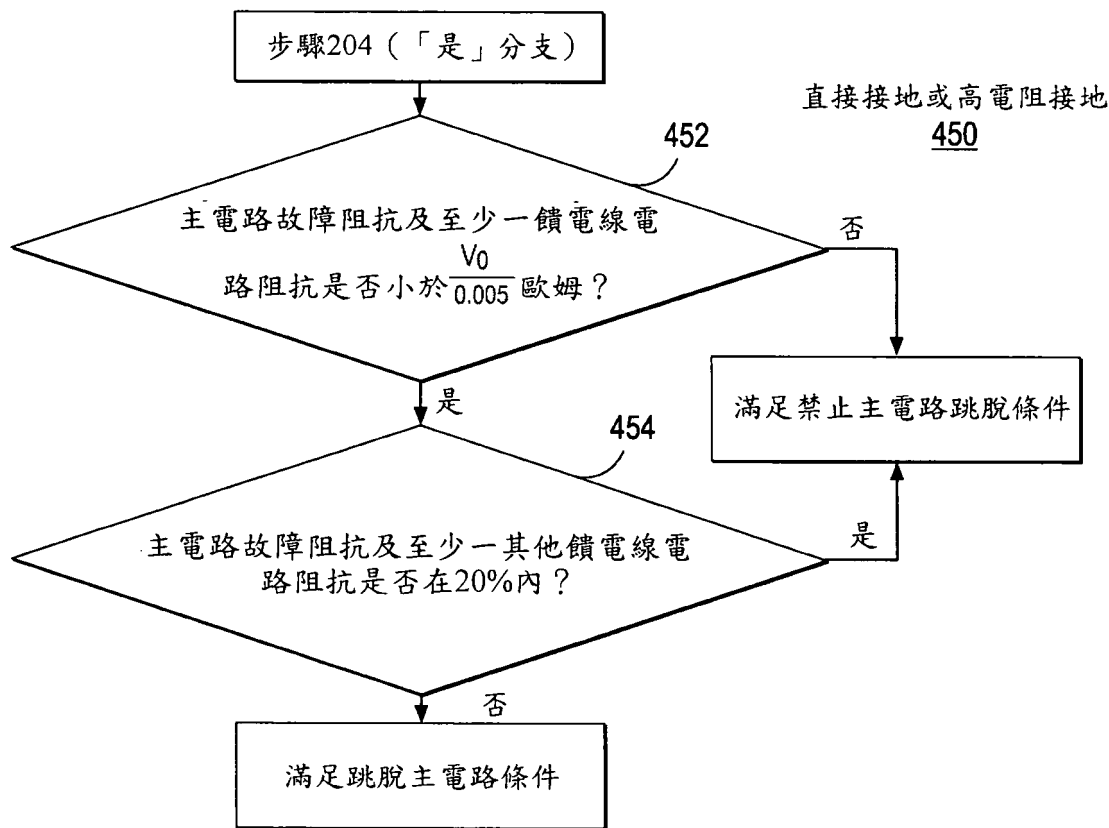


圖 9b

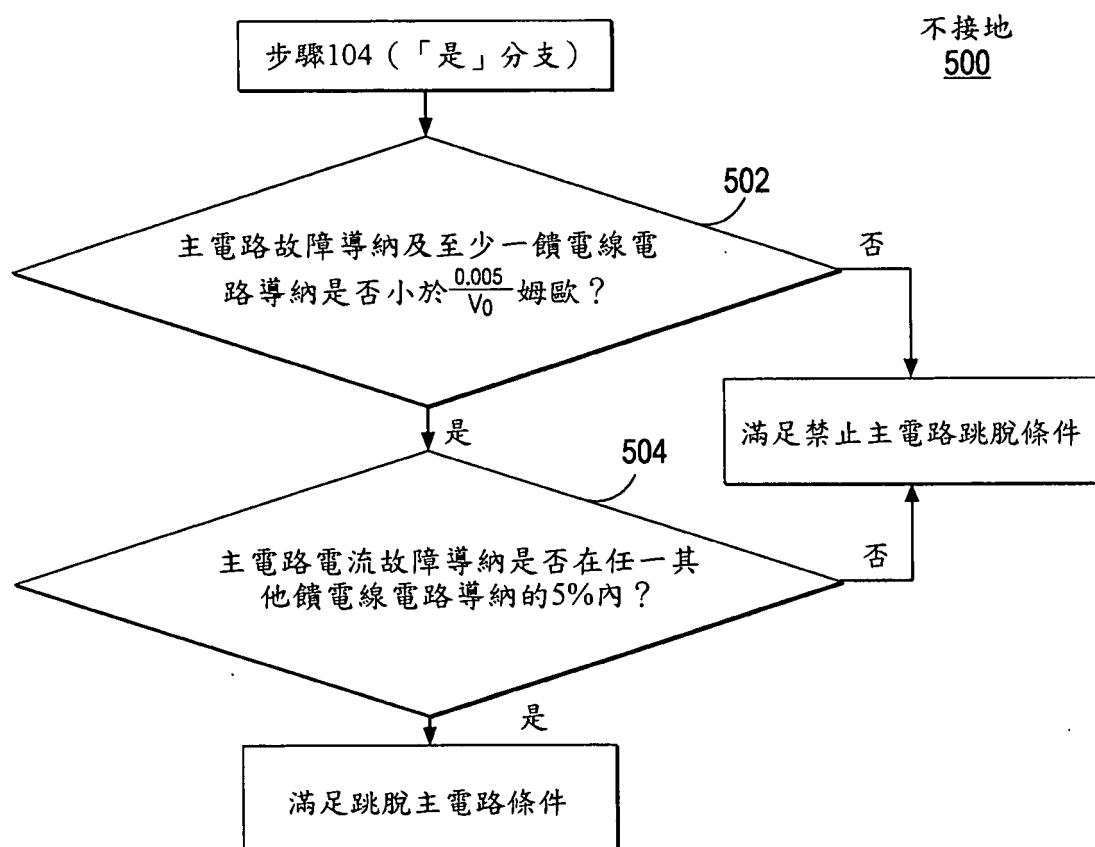


圖10a

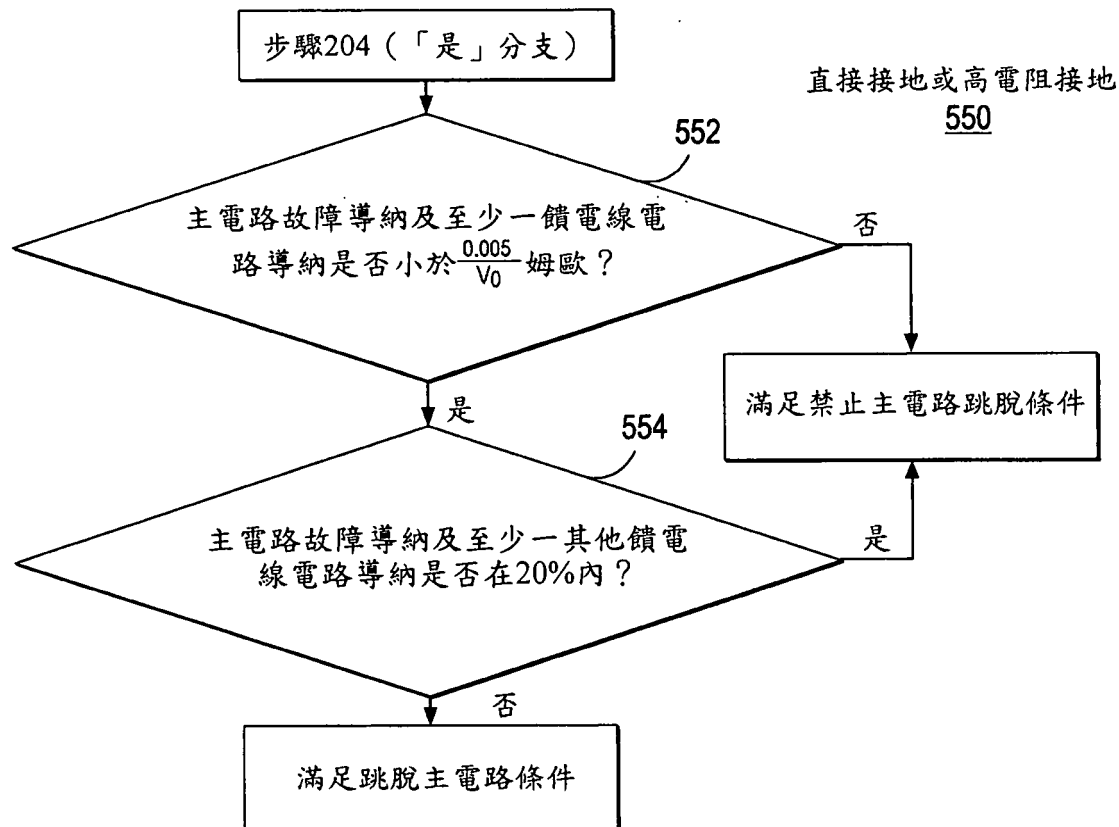


圖10b

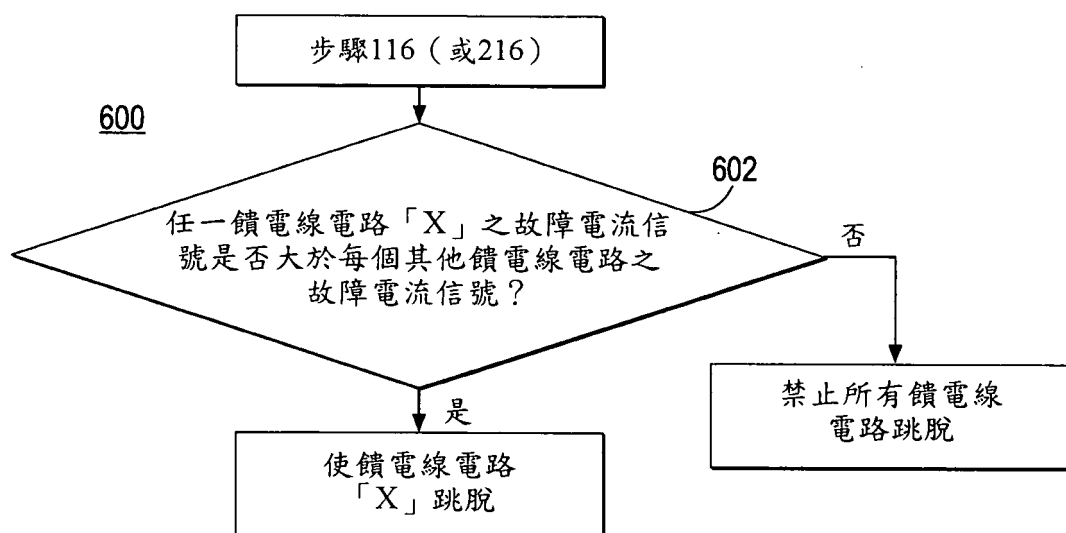


圖11a

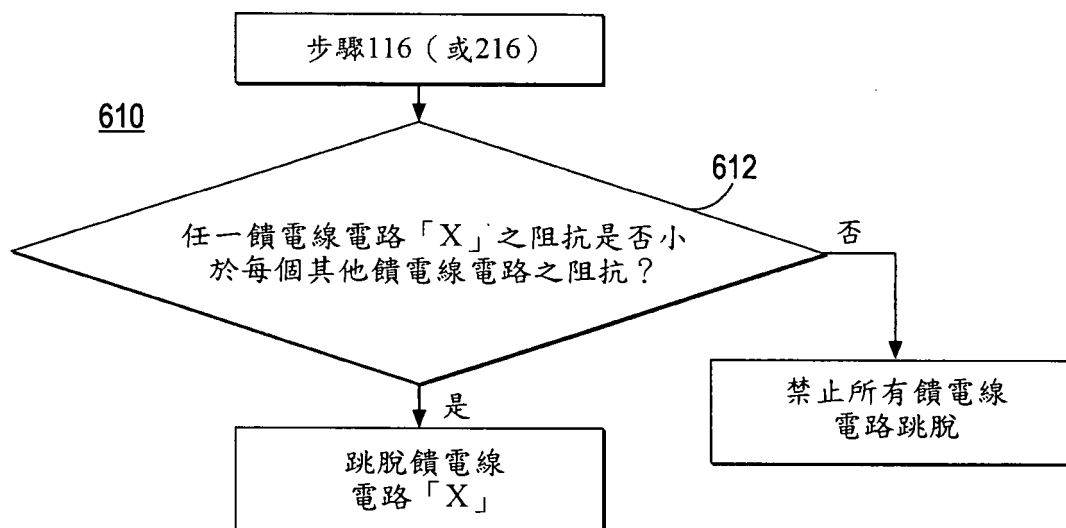


圖11b

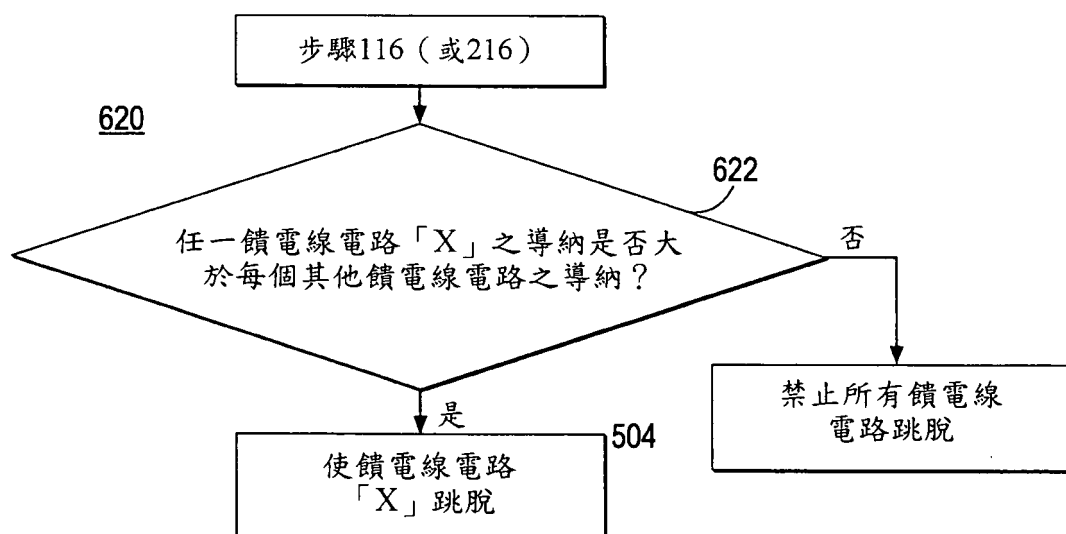


圖11c

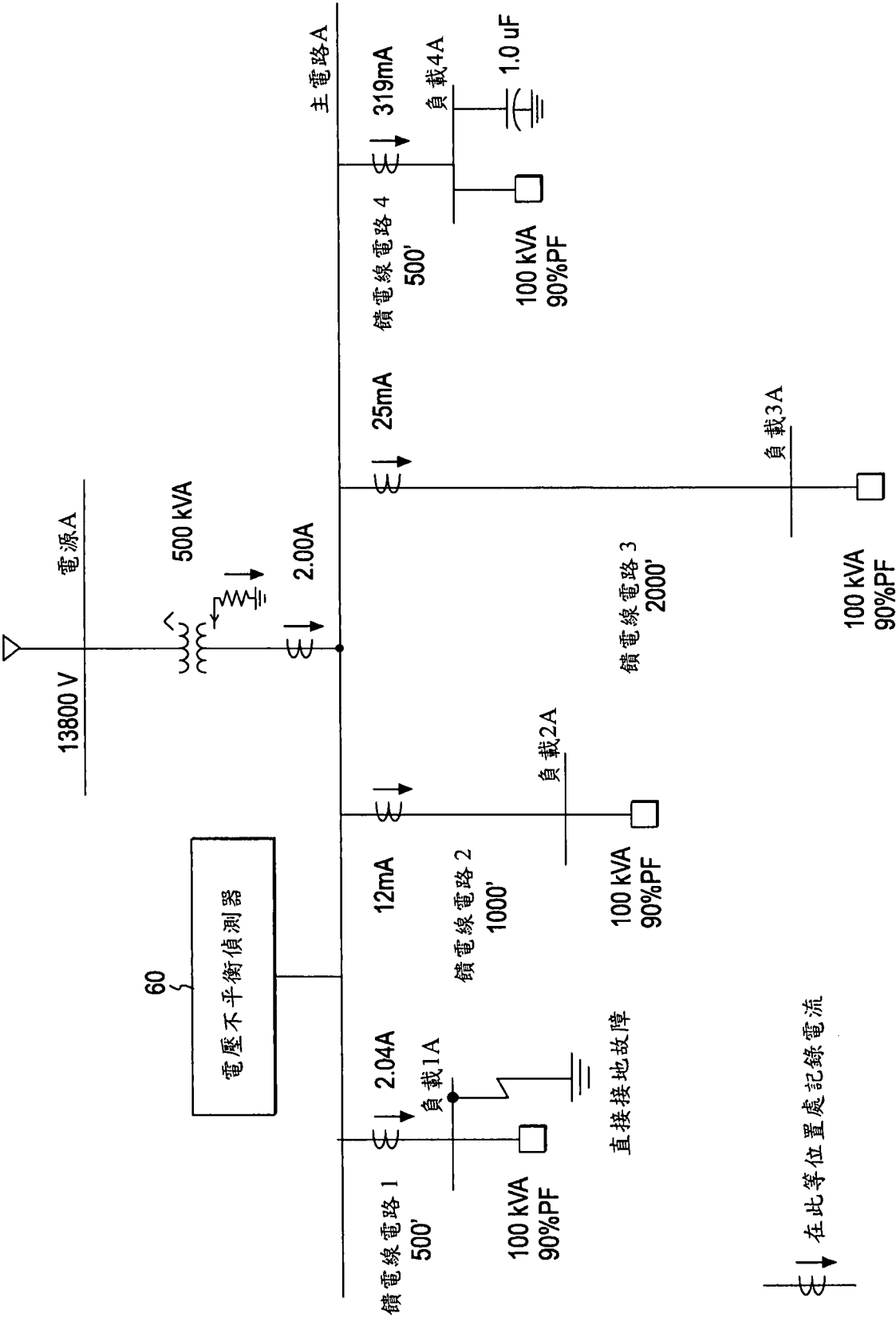
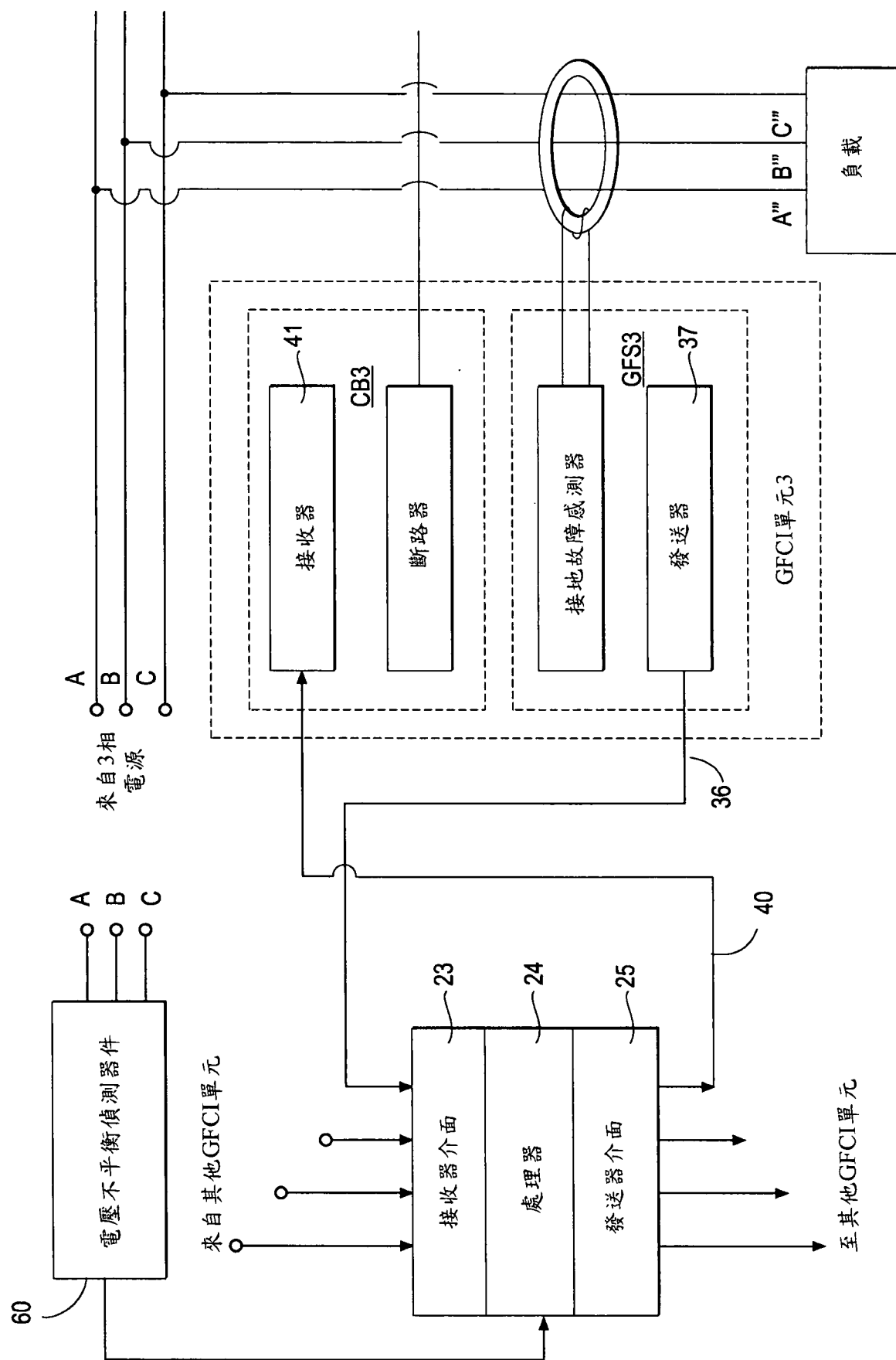


圖12



13

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	三相電力供應系統
12	電力匯流排
14	電力匯流排
16	電力匯流排
18	三相饋電線電路或分支電路
20	三相饋電線電路或分支電路
22	三相饋電線電路或分支電路
24	電腦處理器/中央處理器件/系統處理器/控制器
30	輸入
32	輸入
34	輸入
36	輸入/光纖或金屬導體
40	輸出/跳脫輸出/光纖或金屬導體
42	輸出/跳脫輸出
44	輸出/跳脫輸出
46	輸出/跳脫輸出
60	電壓不平衡偵測器件
CB1	饋電線或分支電路斷路器
CB2	饋電線或分支電路斷路器
CB3	饋電線或分支電路斷路器

GFCI1 接地故障電路中斷器單元

GFCI2 接地故障電路中斷器單元

GFCI3 接地故障電路中斷器單元

GFS1 饋電線或分支電路接地故障感測器

GFS2 饋電線或分支電路接地故障感測器

GFS3 饋電線或分支電路接地故障感測器

MCB 主電路斷路器

MGFS 主電路接地故障感測器

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)