



(21)申請案號：109104417

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 02 月 12 日

(51)Int. Cl. : **H02M1/084 (2006.01)**

(30)優先權：2019/02/12 歐洲專利局 EP19020066.7

(71)申請人：瑞士商富雷爾 弗賴股份公司 (瑞士) FURRER + FREY AG (CH)  
瑞士

(72)發明人：德雄 菲力克斯 DSCHUNG, FELIX (DE)

(74)代理人：賴安國；王立成

(56)參考文獻：

TW 201519560A

CN 108448630A

EP 2766972A1

審查人員：黃釗田

申請專利範圍項數：5 項 圖式數：6 共 22 頁

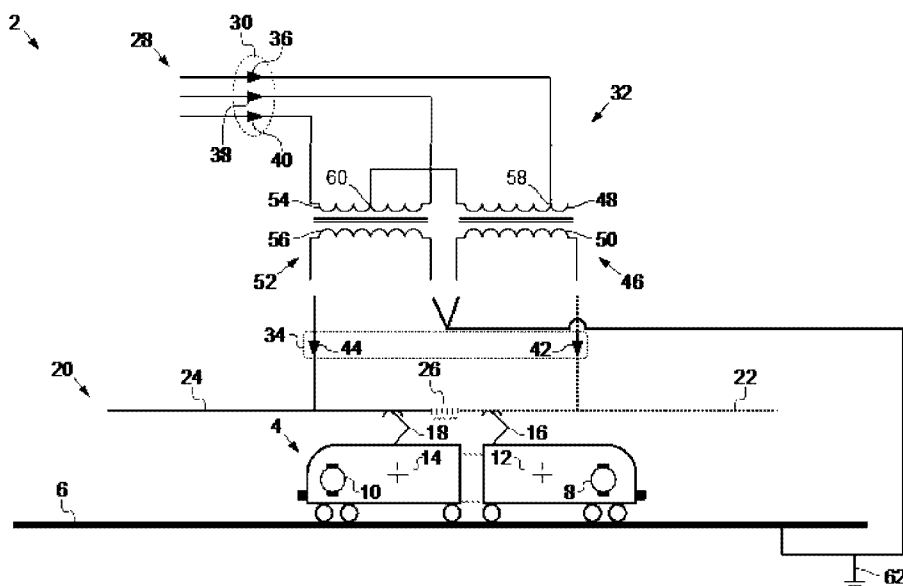
## (54)名稱

使三相電流對稱的方法及控制設備

## (57)摘要

本發明關於一種用於對稱化三相電流的方法，該三相電流經由相位轉換器轉換成兩相電流，該兩相電流由流過第一電負載的第一相電流和流過與第一電負載電氣分離的第二電負載的第二相電流組成，其中，電負載中的至少一個包括列車中的電能存放裝置，以用於儲存電能以向列車中的電動機供電，並且其中第一相電流和第二相電流中的至少一個被設置成第一相電流的絕對值與第二相電流的絕對值之間的差低於預定的可靠性值。

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

2:接觸網系統

4:列車

6:鐵路軌道

8:第一電動機

10:第二電動機

12:第一蓄電池

14:第二蓄電池

16:第一受電弓

18:第二受電弓

20:接觸網

22:第一接觸網段

24:第二接觸網段

26:分段絕緣體

- 28:三相電網
- 30:三相電流
- 32:相位轉換器
- 34:兩相電流
- 36:第一相輸入電流
- 38:第二相輸入電流
- 40:第三相輸入電流
- 42:第一相輸出電流
- 44:第二相輸出電流
- 46:第一變壓器
- 48:第一輸入電感
- 50:第一輸出電感
- 52:第二變壓器
- 54:第二輸入電感
- 56:第二輸出電感
- 58:第一中心抽頭
- 60:第二中心抽頭
- 62:地



I797423

## 【發明摘要】

公告本

【中文發明名稱】 使三相電流對稱的方法及控制設備

## 【中文】

本發明關於一種用於對稱化三相電流的方法，該三相電流經由相位轉換器轉換成兩相電流，該兩相電流由流過第一電負載的第一相電流和流過與第一電負載電氣分離的第二電負載的第二相電流組成，其中，電負載中的至少一個包括列車中的電能存放裝置，以用於儲存電能以向列車中的電動機供電，並且其中第一相電流和第二相電流中的至少一個被設置成第一相電流的絕對值與第二相電流的絕對值之間的差低於預定的可靠性值。

## 【英文】

無。

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- |    |       |
|----|-------|
| 2  | 接觸網系統 |
| 4  | 列車    |
| 6  | 鐵路軌道  |
| 8  | 第一電動機 |
| 10 | 第二電動機 |
| 12 | 第一蓄電池 |

|    |         |
|----|---------|
| 14 | 第二蓄電池   |
| 16 | 第一受電弓   |
| 18 | 第二受電弓   |
| 20 | 接觸網     |
| 22 | 第一接觸網段  |
| 24 | 第二接觸網段  |
| 26 | 分段絕緣體   |
| 28 | 三相電網    |
| 30 | 三相電流    |
| 32 | 相位轉換器   |
| 34 | 兩相電流    |
| 36 | 第一相輸入電流 |
| 38 | 第二相輸入電流 |
| 40 | 第三相輸入電流 |
| 42 | 第一相輸出電流 |
| 44 | 第二相輸出電流 |
| 46 | 第一變壓器   |
| 48 | 第一輸入電感  |
| 50 | 第一輸出電感  |
| 52 | 第二變壓器   |
| 54 | 第二輸入電感  |
| 56 | 第二輸出電感  |
| 58 | 第一中心抽頭  |
| 60 | 第二中心抽頭  |

62 地

【特徵化學式】

無。

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 使三相電流對稱的方法及控制設備

【技術領域】

【0001】 本發明關於一種如請求項1的方法以及一種如請求項5的控制設備。

【先前技術】

【0002】 從US 3,278,825 A中已知一種將三相電流轉換為兩相電流的相位轉換器。

【發明內容】

【0003】 本發明的目的是要改進相位轉換器在接觸網系統的領域中的應用。

【0004】 該目的由獨立請求項的特徵來解決。有利的實施例是從屬請求項的主題。

【0005】 根據本發明的一態樣，在一種用於對稱化或平衡經由相位轉換器轉換成由流過第一電負載的第一相電流和流過與第一電負載電氣分離的第二電負載的第二相電流組成的兩相電流的三相電流的方法中，該電負載中的至少一個包括列車中的用於儲存電能以為列車中的電動機供電的電能儲存裝置，其中第一相電流和第二相電流被設置成第一相電流的絕對值與第二相電流的絕對值之間的差低於預定的可靠性值。

【0006】 本發明基於以下思想：當前可用的電動車廂可以透過蓄電池來延伸以橋接鐵路軌道的非電氣化段。蓄電池可以在透過鐵路軌道的電氣化段期間或在例如站在線路的終點站時被充電。當前可用的蓄電池的可橋接距離在40 km至80 km之間。這樣的配備有蓄電池的電動車廂將最有可能用在鄉下的鐵路軌道上，在那裡，鐵路運營者將被迫從中壓電網獲取電能。

【0007】 然而，靜止時單個蓄電池列車組的充電功率在1.2 MVA與2.5 MVA之間。在雙牽引列車的情況下，該電功率將加倍，並且因此，例如，根據EN 50160或IEC 1000-3-x，在不違反中壓電網中的不對稱或不平衡的可靠性值的情況下，不能作為單相負載從中壓電網對稱地獲取功率。

【0008】 為了盡可能最好地從中壓電網中建立平衡的能量提取，建議利用所提供的方法來將三相電流轉換為兩相電流，並使兩個相位相對於彼此平衡。透過這種手段，確保了列車駕駛員的能量提取符合至少由電網操作員給出的可靠性值。因此，在所提供的方法的一個實施例中，預定的可靠性值應該取決於用於提供三相電流的供電網路中的不對稱平衡的閾值。

【0009】 在所提供的方法的另一個實施例中，設置第一相電流和/或第二相電流的步驟包括基於一個相電流來限制相電流中的另一個相電流的步驟。透過這種手段，確保了從電網提取能量不會導致需要不必要的能量提取。

【0010】 在所提供的方法的另一個實施例中，設置第一相電流和/或第二相電流的步驟包括：如果一個相電流增加了相電流中的另一個相電流，則引導相電流中的該另一個相電流的至少一部分透過輔助負載。該輔助負載可以較佳地是蓄電池。這意味著允許經由一個相電流來提取所需的電能。經由另一個相電流獲取的過剩電能可以例如被在中間地儲存在蓄電池中，並在以後使用。替

換地，輔助負載可以是另外的相位轉換器，其將電能饋送到上述相位轉換器的初級側返回到電網中。

【0011】 根據本發明的另一態樣，一種控制設備被適配成執行如前述請求項之一的方法。

【0012】 在另外的實施例中，控制設備包括記憶體和處理器。其中，所提供的方法作為電腦程式而儲存在記憶體中，其中，處理器被適配成在將電腦程式從記憶體載入到處理器中時執行該方法。

【0013】 根據本發明的另一態樣，一種電腦程式包括：程式碼裝置，當在電氣設備上或所提供的控制設備之一中執行電腦程式時，該程式碼裝置實行所提供的��方法的所有步驟。

【0014】 根據本發明的另一態樣，一種電腦程式產品包括儲存在電腦可讀數據載體上的程式碼，並且當在資料處理系統上執行該程式碼時該程式碼執行所提供的方法。

【0015】 根據本發明的另一個實施例，一種被適配成接收來自將三相電流轉換成具有第一相電流和第二相電流的兩相電流的相位轉換器的第一相電流的列車，該列車包括電動機；電能存放裝置，其被適配成接收第一相電流並向電動機提供電能；通信設備，其被適配成接收關於第二相電流的資訊；以及所提供的控制設備。

【0016】 根據本發明的另一態樣，一種用於向電動列車提供電能的接觸網系統，包括第一接觸網段、與第一接觸網段電氣分離或絕緣的第二接觸網段，以及被適配成接收來自供電網路的三相電流以將三相電流轉換為具有第一相電

流和第二相電流的兩相電流，並且將第一電流提供給第一接觸網段，並將第二相電流提供給第二接觸網段的相位轉換器。

【0017】 在所提供的接觸網系統的另外的實施例中，相位轉換器是斯科特變壓器。

【0018】 在另一個實施例中，所提供的接觸網系統包括所提供的控制器。

【0019】 在附加的實施例中，所提供的接觸網系統包括耦合到兩個接觸網段之一的電能存放裝置。

#### 【圖式簡單說明】

【0020】 本發明的上述特徵、特性和優點以及實現它們的方式和方法將基於以下對實施例的描述而變得更加全面，這些描述將結合附圖進行更詳細的解釋。其示出了：

圖1以示意圖示出了向列車提供電能的接觸網系統；

圖2以示意圖示出了圖1的列車中的控制設備；

圖3以示意圖示出了圖1的列車中的替換的控制設備；

圖4以示意圖示出了為列車提供電能的替換的接觸網系統；

圖5以示意圖示出了為兩列列車提供電能的替換的接觸網系統；以及

圖6是圖5的接觸網系統的簡化示意圖。

#### 【實施方式】

【0021】 在附圖中，相同的技術元件符號將具有相同的附圖標記並且僅被描述一次。這些圖僅具有示意性性質，並且特別地沒有公開任何實際的幾何尺寸。

【0022】 參照圖1，其以示意圖示出了向列車4提供電能的接觸網系統2。

【0023】 在鐵路軌道6上被引導的列車4由第一電動機8和第二電動機10驅動。第一電動機8可以由第一蓄電池12提供的電能供電，而第二電動機10可以由第二蓄電池14提供的電能供電。第一蓄電池12經由第一受電弓16而被載入電能，而第二蓄電池14經由第二受電弓18而被載入電能。

【0024】 通常，當列車4在軌道6上時，兩個受電弓16、18都可以使電能從接觸網20充電到蓄電池12、14中。在一些應用場景中，接觸網20被劃分為兩個或更多個接觸網段22、24，每個接觸網段經由分段絕緣體26電氣分離。在這樣的應用場景中，如圖1所示，如果第一受電弓16位於第一接觸網段22的下方，並且第二受電弓18位於第二接觸網段24的下方，則第一蓄電池12將經由第一接觸網段22充電，而第二蓄電池14將經由第二接觸網段24充電。當列車4正在等待其下一個任務時，這樣的情境可以保持很長時間，比如在線路的終點站處。

【0025】 本實施例背後的思想是要使用前述情境來在給第一蓄電池12和第二蓄電池14充電時從三相電網28中對稱地獲取電能。將在下文中更詳細地描述此想法：

【0026】 三相電網28提供了向相位轉換器32饋電的三相電流30。該相位轉換器32示例性地被體現為斯科特變壓器，並將三相電流30轉換成本身供應接觸網20的兩相電流34。

【0027】 被輸入到相位轉換器32中的三相電流30包括：第一相輸入電流36、第二相輸入電流38和第三相輸入電流40，而相位轉換器32輸出第一相輸出電流42和第二相輸出電流44。為了將三相電流30轉換成兩相電流34，相位轉換器32包括具有第一輸入電感48和第一輸出電感50的第一變壓器46，以及具有第二輸入電感54和第二輸出電感56的另外的第二變壓器52。所有電感48至56在電氣上均相等，並以相等的電感繞組量加以纏繞。

【0028】 第一相輸入電流36在第一中心抽頭（tap）58處被輸入到第一輸入電感48中，該第一中心抽頭位於第一輸入電感48的完整繞組量的 $\sqrt{3}/2$ 的繞組量處。第一輸入電感48的與第一中心抽頭58相反的一側被連接至第二輸入電感54的中間的第二中心抽頭60。第一輸出電感50被連接在第一接觸網段22與地62之間，而第二輸出電感56以這樣的方式被連接在第二接觸網段24與地62之間，該方式使得兩個輸出電感50、56以星形方式彼此連接。

【0029】 為了實現從三相電網28對稱地獲取能量的上述想法，列車4包括控制設備64，其結構如圖2中所示。僅作為示例而提供該結構，並且不應該以任何方式限制本發明背後的基本思想。

【0030】 控制設備64測量轉換後的兩相電流34，並確定轉換後的兩相電流34是否由不對稱的三相電流30導致。在轉換後的兩相電流34是由不對稱的三相電流30導致的情況下，控制設備64修改兩相電流34以使三相電流30對稱。

【0031】 因此，在本實施例中，控制設備64包括用於測量第一相輸出電流42的第一測量裝備66和用於測量第二相輸出電流44的第二測量裝備68。第一測量裝備66輸出反映第一相輸出電流42的測量值的第一電流值70。該第一電流值70可以以任意方式反映第一相輸出電流42，比如作為預定時間內的平均值，作

為預定時間內的有效值，作為瞬時值等。類似於第一測量裝備66，第二測量裝備68輸出第二電流值72，該電流值反映第二相輸出電流44的測量值。

【0032】 控制設備64還包括比較裝備74，該比較裝備被適配成比較所測量的電流值70、72，並輸出控制上述對稱性的第一調節信號76或第二調節信號78。為了輸出調節信號76、78，比較裝備74包括比較元件80，該比較元件80在圖2中被體現為減法元件。比較元件80的輸出是比較值82，該比較值82以其符號指示所測量的電流值70、72中的哪個較大，並且基於其絕對值指示所測量的電流值70、72之間的差。比較裝備74還包括基於可靠性值84定義的確定元件86。在本實施例中，可靠性值84是處於所測量的電流值70、72之間的比較值82的前述絕對值的極限，三相電流30關於該極限的不對稱性例如提高了三相電流30的提供方的安全標準。相比之下，比較值82中的符號指示第一測量電流值70或第二測量電流值72是否過高而無法保持在三相電流30的提供方的安全標準之內。基於該資訊，確定元件86輸出第一調節信號76或第二調節信號78。

【0033】 控制設備64還包括：在第一相輸出電流42的路徑中的第一控制元件88和在第二相輸出電流44的路徑中的第二控制元件90。這些控制元件88、90可以示例性地被實現為限流器，其基於第一調節信號76或第二調節信號78以保持三相電流30的提供方的安全標準的方式來限制相應的相輸出電流42、44。詳細地，如果比較值82指示第一相輸出電流42過高，則比較裝備74利用第一調節信號76來控制第一控制元件88，以將第一相輸出電流42限制為三相電流30的提供方的安全標準或技術連接條件之內的電流值70。如果相比之下比較值82指示第二相輸出電流44過高，則比較裝備74利用第二調節信號78來控制第二控制元

件90，以將第二相輸出電流44限制為三相電流30的提供方的安全標準之內的電流值72。

【0034】 透過該手段，列車4中的蓄電池12、14可以用來自三相電網28的對稱電流損耗（drain）來充電（如果已整流的話）。

【0035】 圖2的控制設備64的缺點在於，如果第一蓄電池12或第二蓄電池14被完全充電，則通常會發生來自三相電網28的不平衡電流損耗，使得必須限制相應其他蓄電池14、12的充電電流，以便遵守技術連接條件。為了給兩個蓄電池12、14完全充電，在圖3中提出了替換的控制設備64'。

【0036】 該替換的控制設備64'包括代替電流限制器開關的控制元件88、90，其將根據前述標準將過高的輸出相電流42、44引導至輔助負載92。該輔助負載92可以是第三蓄電池或能夠吸收過量電能的任何其他電能消耗器。

【0037】 透過這種手段，確保了第一蓄電池12以及第二蓄電池14兩者都可以被完全充電。

【0038】 在圖2和圖3中，假定所描述的控制設備64位於列車4的單個軌道車廂中。然而，本發明也可以在列車4的不同軌道車廂上或者甚至在不同的列車上實踐。為了更詳細地描述這種可能性，第一測量裝備66和第一控制元件88形成第一電流控制裝備94，而第二測量裝備66和第二控制元件90形成第二電流控制裝備96。

【0039】 圖4示出了用以在列車4的不同軌道車廂上實現本發明的實施例。

【0040】 其中，比較裝備74和第一電流控制裝備94可以位於具有第一受電弓16的列車4的第一軌道車廂98中。在具有第二受電弓18的列車4的第二軌道車廂100中，可以放置第二電流控制裝備96。

【0041】 為了促進本發明，以上述方式，僅需要在第一軌道車廂98與第二軌道車廂100之間建立資訊連接或通信鏈路，以交換第二測量電流值72和第二調節信號78。

【0042】 根據圖3的輔助負載92可以被提供在軌道車廂98、100之一中，或者被提供為相對於列車4是靜止的。軌道車廂98、100與輔助負載92之間的電力線路必須以與應用相關的方式安裝。

【0043】 類似於圖4，第一電流控制裝備94可以與第一受電弓16一起位於列車4中，其中第二電流控制裝備96可以與第二受電弓18一起位於另一個列車4'中，該第二受電弓18位於另一個軌道6'上並從另一個接觸網20'獲取電能。分段絕緣體26因此將是兩個接觸網20、20'之間的空氣。

【0044】 實際上，比較裝備74可以位於列車4、4'之一中，也有可能使比較裝備74位於在公共協調中心處。如結合圖4所描述的，輔助負載92也可以位於列車4、4'之一中，或者對於所有列車4、4'是靜止的。

【0045】 使比較裝備74位於公共協調中心處還允許甚至對於正在運行的列車4、4'而言透過將過剩電流引導到在同一軌道上運行的其他列車來進一步控制來自三相電網28的對稱的電流損耗。這應該透過參考圖6來進行更詳細的解釋。

【0046】 如果列車4之一沿第一方向102運行，而另一個列車4'沿另一方向102'運行（例如與第一列車4的方向正好相反地運行），並且第一列車4的電流損耗對於來自三相電網28的電流的對稱損耗而言過少，則也有可能讓第三列車4''損耗此剩餘的電能，並使來自三相電網28的電損耗保持對稱。然而，這仍然需要第三列車4''中的自己的電流控制裝備94'，其具有到比較裝備74的相應的通信鏈路，以交換自己的測量電流值70'和自己的調節信號76'。

## 【符號說明】

## 【0047】

|           |         |
|-----------|---------|
| 2         | 接觸網系統   |
| 4, 4', 4" | 列車      |
| 6, 6'     | 鐵路軌道    |
| 8         | 第一電動機   |
| 10        | 第二電動機   |
| 12        | 第一蓄電池   |
| 14        | 第二蓄電池   |
| 16        | 第一受電弓   |
| 18        | 第二受電弓   |
| 20, 20'   | 接觸網     |
| 22        | 第一接觸網段  |
| 24        | 第二接觸網段  |
| 26        | 分段絕緣體   |
| 28        | 三相電網    |
| 30        | 三相電流    |
| 32        | 相位轉換器   |
| 34        | 兩相電流    |
| 36        | 第一相輸入電流 |
| 38        | 第二相輸入電流 |
| 40        | 第三相輸入電流 |

|         |         |
|---------|---------|
| 42      | 第一相輸出電流 |
| 44      | 第二相輸出電流 |
| 46      | 第一變壓器   |
| 48      | 第一輸入電感  |
| 50      | 第一輸出電感  |
| 52      | 第二變壓器   |
| 54      | 第二輸入電感  |
| 56      | 第二輸出電感  |
| 58      | 第一中心抽頭  |
| 60      | 第二中心抽頭  |
| 62      | 地       |
| 64, 64' | 控制設備    |
| 66      | 第一測量裝備  |
| 68      | 第二測量裝備  |
| 70      | 第一測量電流值 |
| 70'     | 測量電流值   |
| 72      | 第二測量電流值 |
| 74      | 比較裝備    |
| 76      | 第一調節信號  |
| 76'     | 調節信號    |
| 78      | 第二調節信號  |
| 80      | 比較元件    |
| 82      | 比較值     |
| 84      | 可靠性值    |

|      |          |
|------|----------|
| 86   | 確定元件     |
| 88   | 第一控制元件   |
| 90   | 第二控制元件   |
| 92   | 輔助負載     |
| 94   | 第一電流控制裝備 |
| 94'  | 電流控制裝備   |
| 96   | 第二電流控制裝備 |
| 98   | 第一軌道車廂   |
| 100  | 第二軌道車廂   |
| 102  | 第一方向     |
| 102' | 另一方向     |

【生物材料寄存】

【0048】 無。

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種用於對稱化經由相位轉換器轉換成兩相電流的三相電流的方法，該兩相電流由流過第一電負載的第一相電流和流過與第一電負載電氣分離的第二電負載的第二相電流組成，其中，電負載中的至少一個包括列車中的電能存放裝置，以用於儲存電能來向列車中的電動機供電，並且其中，第一相電流和第二相電流中的至少一個被設置成第一相電流的絕對值與第二相電流的絕對值之間的差低於預定的可靠性值。

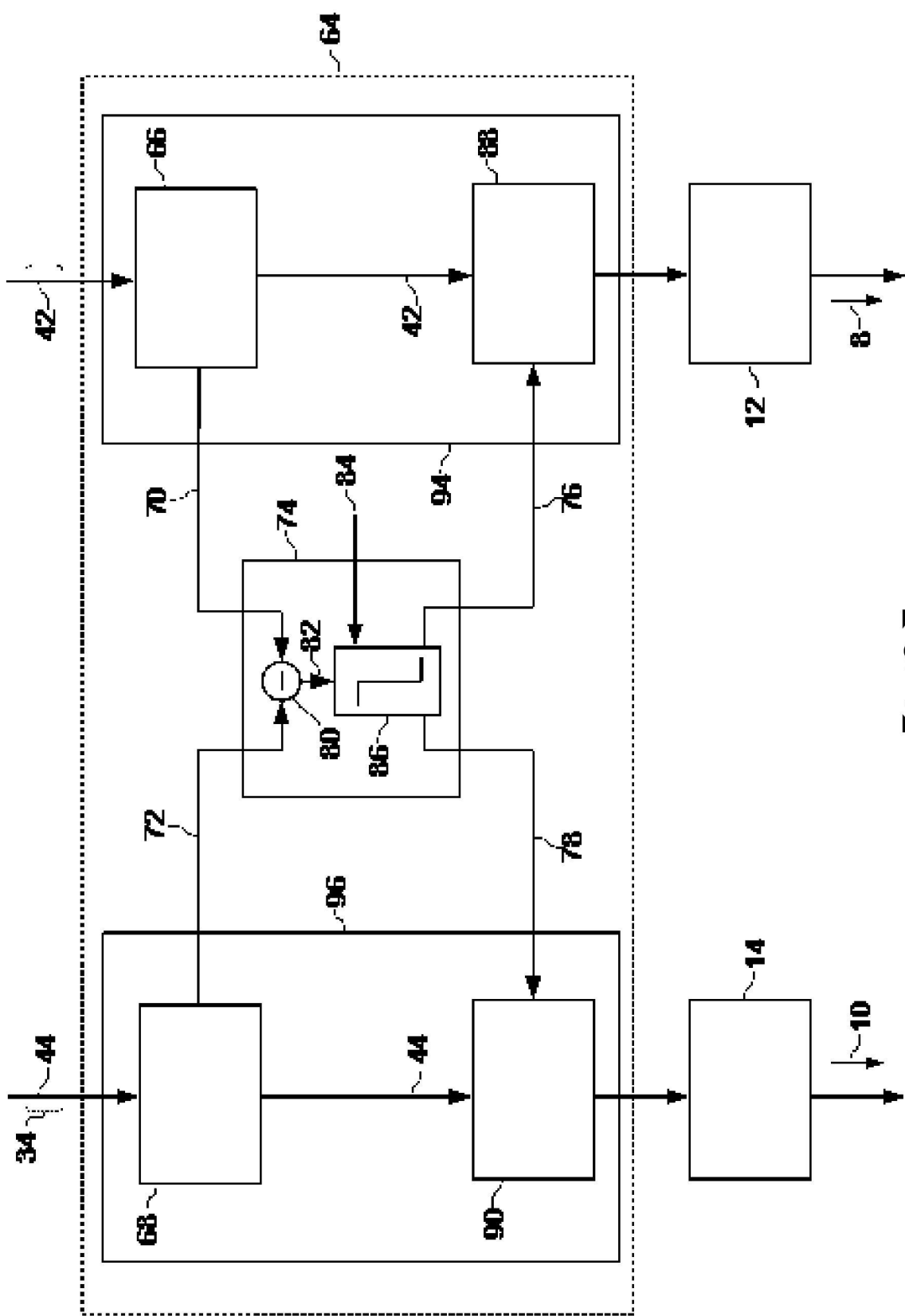
【請求項2】 如請求項1所述的方法，其中，預定的可靠性值取決於針對提供三相電流的供電網路中的不對稱平衡的閾值。

【請求項3】 如請求項1或2所述的方法，其中，設置第一相電流和第二相電流中的至少一個包括基於相電流中的一個相電流來限制相電流中的另一個相電流。

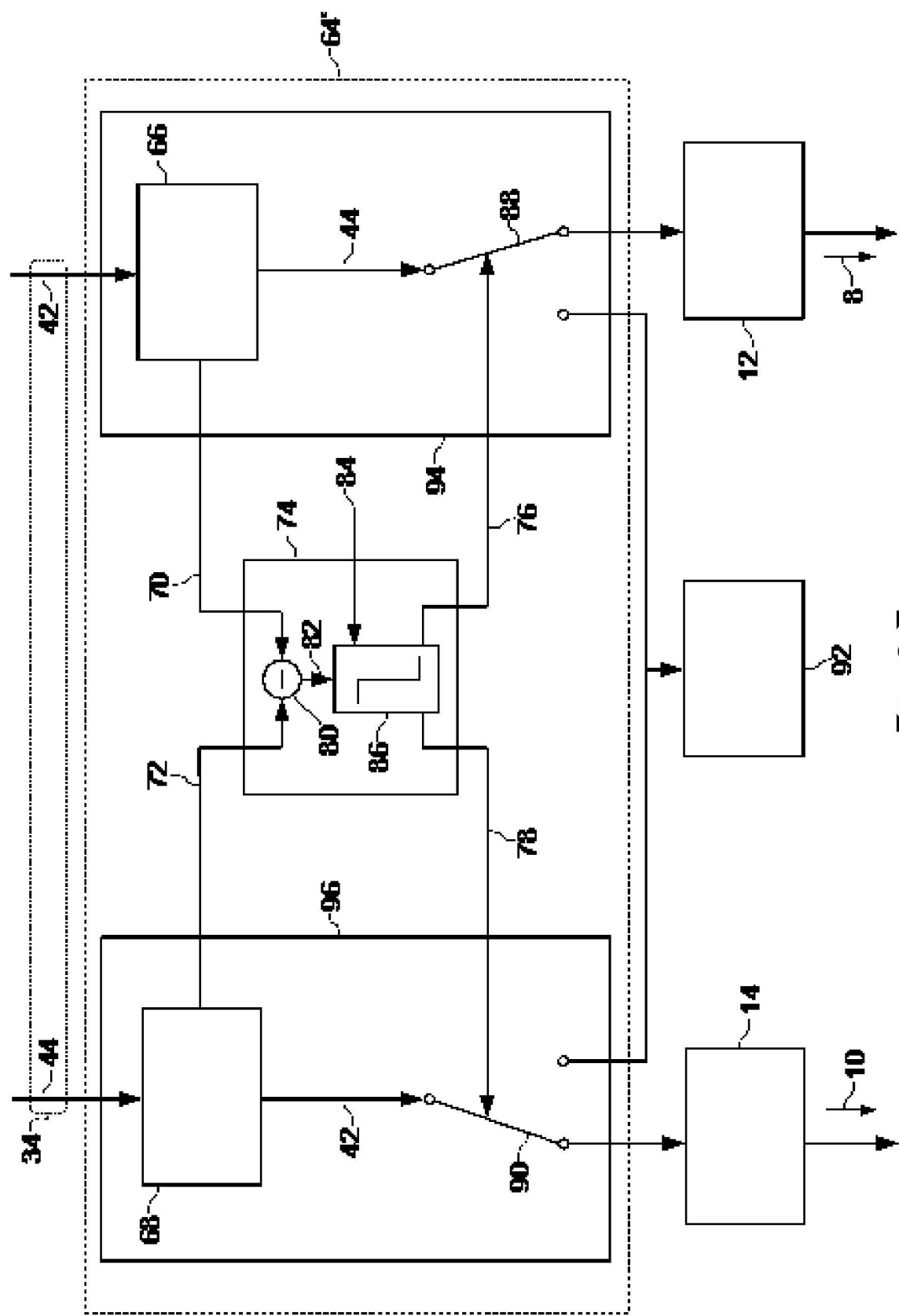
【請求項4】 如請求項1或2所述的方法，其中，設置第一相電流和第二相電流中的至少一個包括：如果一個相電流增加了相電流中的另一個相電流，則引導相電流中的所述另一個相電流的至少一部分透過輔助負載。

【請求項5】 一種控制設備，其被適配成執行如前述請求項中任一項所述的方法。

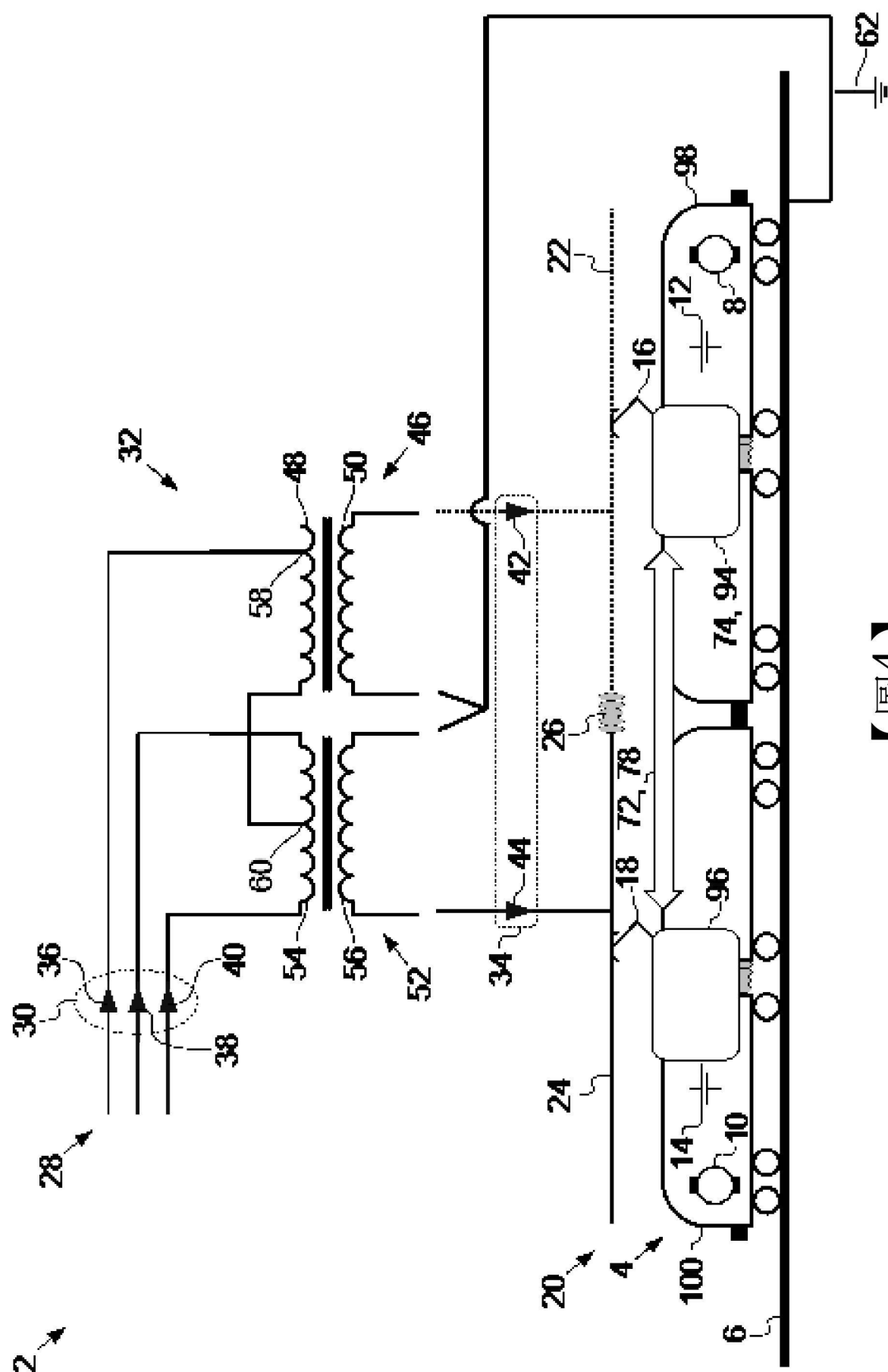




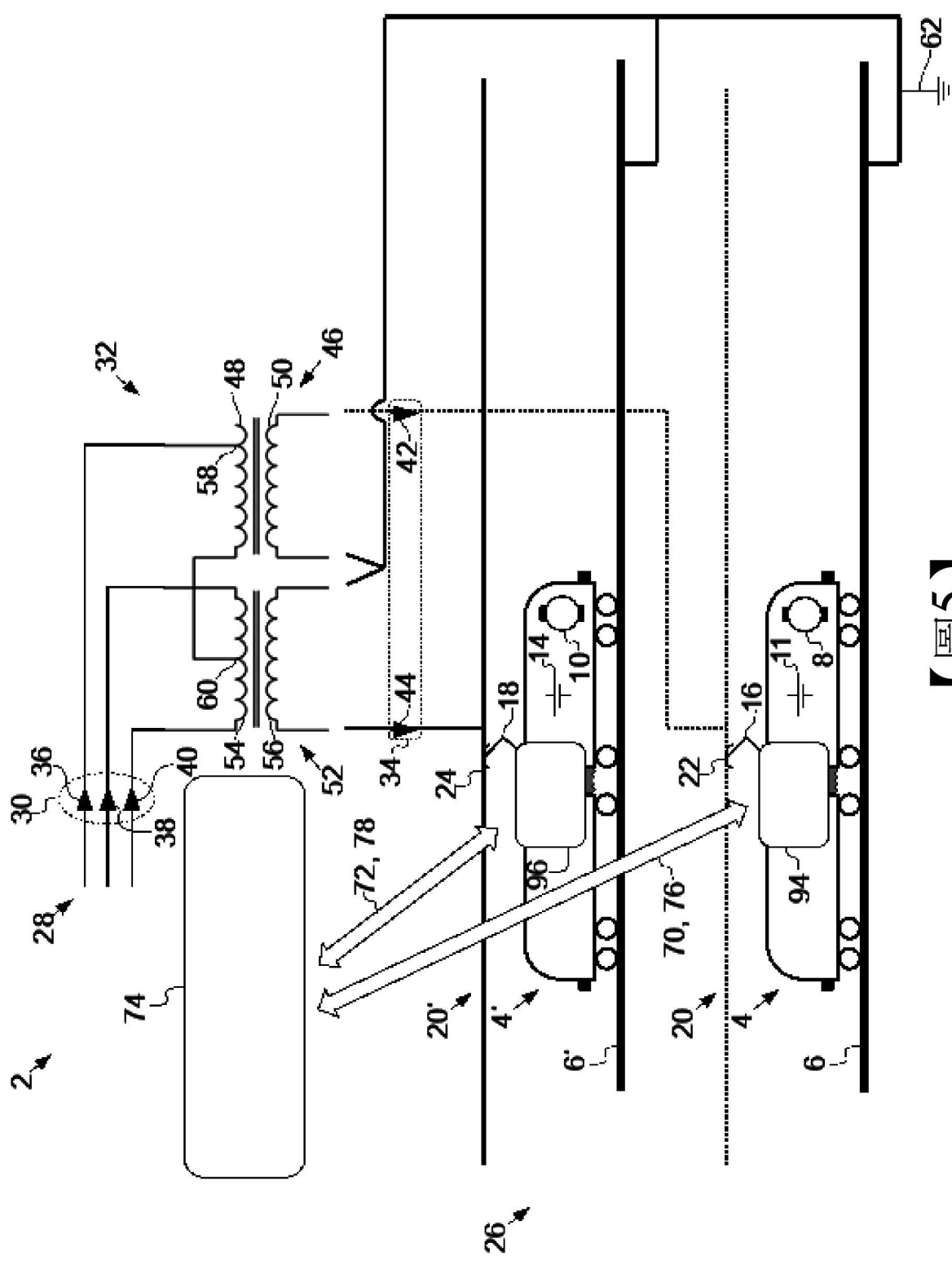
【圖2】



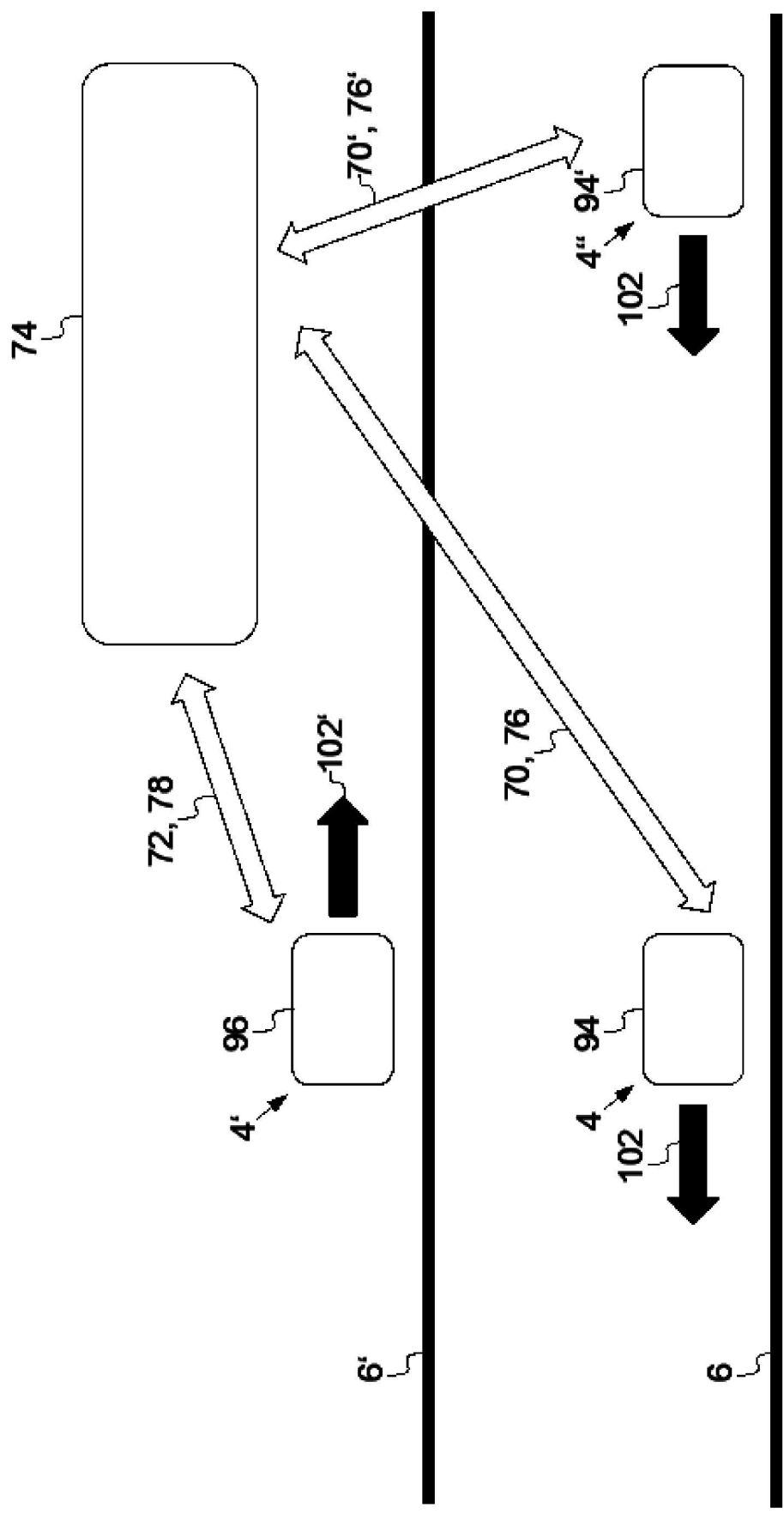
【圖3】



【4回】



【圖5】



【圖6】