(19)中華民國智慧財產局
(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 201325135 A1
(43)公開日： 中華民國 102 (2013) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：101133333 (22)申請日： 中華民國 101 (2012) 年 09 月 12 日
(51)Int. Cl.： *H04L12/10 (2006.01)*
(30)優先權：2011/12/02 美國 US 13/310,679
(71)申請人：美國博通公司 (美國) BROADCOM CORPORATION (US)
美國
(72)發明人：曼尼塔拉 山傑雅 MANIKTALA, SANJAYA (IN)
(74)代理人：莊志強
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：7 共 22 頁

(54)名稱

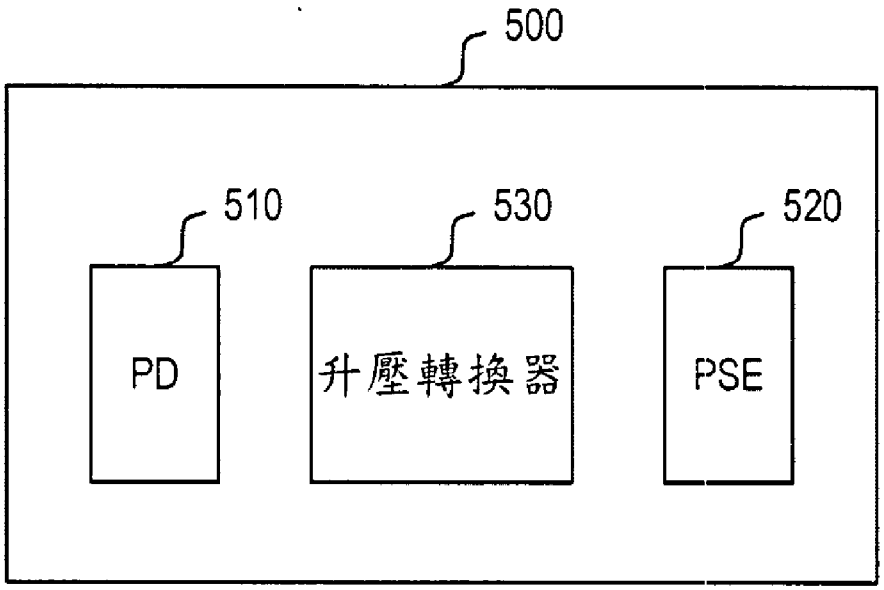
乙太網路供電中繼器及用於乙太網路供電中繼器中的方法

SYSTEM AND METHOD FOR LONG RANGE POWER OVER ETHERNET USING INTEGRATED BOOST REPEATERS

(57)摘要

提供了一種用於使用積體升壓中繼器進行遠端乙太網路供電的系統和方法。積體升壓中繼器包括升壓轉換器模組，所述模組將積體升壓中繼器的第一埠上的用電裝置所接收的電壓準位提升為第二電壓準位，第二電壓準位由電源設備施加給積體升壓中繼器的第二埠。在一個實施方式中，升壓轉換器模組將電壓提升為比初始電源設備所輸出的電壓準位高的準位。

500：升壓中繼站
510：用電裝置
520：電源設備
530：升壓轉換器



(19)中華民國智慧財產局
(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 201325135 A1
(43)公開日： 中華民國 102 (2013) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：101133333 (22)申請日： 中華民國 101 (2012) 年 09 月 12 日
(51)Int. Cl.： *H04L12/10 (2006.01)*
(30)優先權：2011/12/02 美國 US 13/310,679
(71)申請人：美國博通公司 (美國) BROADCOM CORPORATION (US)
美國
(72)發明人：曼尼塔拉 山傑雅 MANIKTALA, SANJAYA (IN)
(74)代理人：莊志強
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：7 共 22 頁

(54)名稱

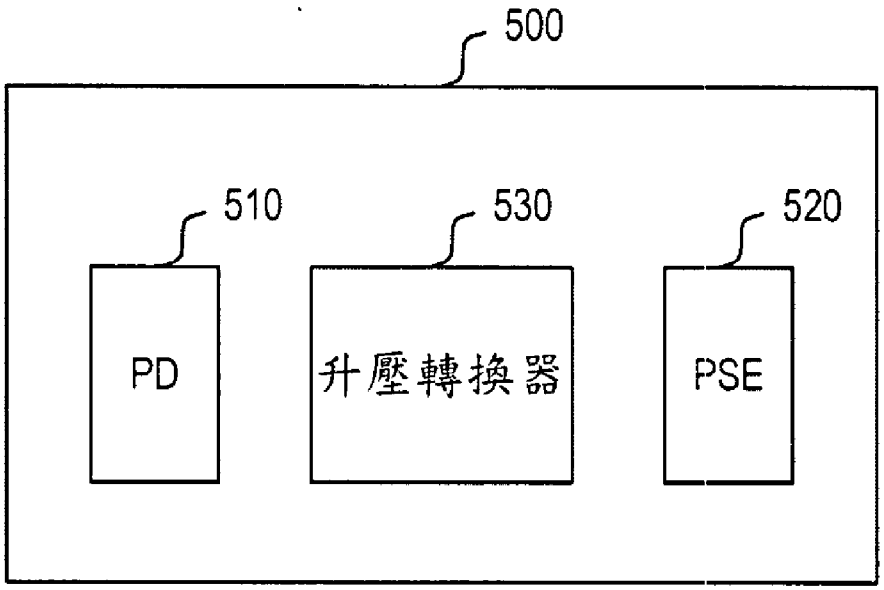
乙太網路供電中繼器及用於乙太網路供電中繼器中的方法

SYSTEM AND METHOD FOR LONG RANGE POWER OVER ETHERNET USING INTEGRATED BOOST REPEATERS

(57)摘要

提供了一種用於使用積體升壓中繼器進行遠端乙太網路供電的系統和方法。積體升壓中繼器包括升壓轉換器模組，所述模組將積體升壓中繼器的第一埠上的用電裝置所接收的電壓準位提升為第二電壓準位，第二電壓準位由電源設備施加給積體升壓中繼器的第二埠。在一個實施方式中，升壓轉換器模組將電壓提升為比初始電源設備所輸出的電壓準位高的準位。

500：升壓中繼站
510：用電裝置
520：電源設備
530：升壓轉換器



201325135

發明專利說明書

（本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※申請案號：101133333

※申請日：101、9、12　　※IPC 分類：H04L 1/20　(2006.01)

一、發明名稱：（中文/英文）

乙太網路供電中繼器及用於乙太網路供電中繼器中的方法 / SYSTEM AND METHOD FOR LONG RANGE POWER OVER ETHERNET USING INTEGRATED BOOST REPEATERS

二、中文發明摘要：

提供了一種用於使用積體升壓中繼器進行遠端乙太網路供電的系統和方法。積體升壓中繼器包括升壓轉換器模組，所述模組將積體升壓中繼器的第一埠上的用電裝置所接收的電壓準位提升為第二電壓準位，第二電壓準位由電源設備施加給積體升壓中繼器的第二埠。在一個實施方式中，升壓轉換器模組將電壓提升為比初始電源設備所輸出的電壓準位高的準位。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 5。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

500　升壓中繼站

510　用電裝置

520　電源設備

530　升壓轉換器

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明大體上大致涉及網路供電系統和方法，更具體地說，涉及使用積體升壓中繼器進行遠端乙太網路供電的系統和方法。

【先前技術】

乙太網路供電（PoE）提供通過乙太網路佈線將功率從電源設備（PSE）傳遞給用電裝置（PD）的架構。存在各種用電裝置，包括 IP 語音（VoIP）電話、無線 LAN 接入點(access points)、藍牙接入點、網路攝像機、計算裝置等。

圖 1 示出了傳統乙太網路供電系統的實例。如圖所示，乙太網路供電系統包括通過兩個電線對(pairs)將功率傳輸給用電裝置（PD）140 的電源設備 120。通過在第一變壓器和第二變壓器的中心抽頭(taps)上施加電壓從而提供由電源設備 120 傳遞給用電裝置 140 的功率，其中，第一變壓器耦接至乙太網路電纜內攜帶的發送（TX）電線對，第二變壓器耦接至乙太網路電纜內攜帶的接收（RX）電線對。

如圖 1 中進一步所示，用電裝置 140 包括乙太網路供電模組 142。乙太網路供電模組 142 包括能夠根據諸如 IEEE 802.3af（PoE）、802.3at（PoE Plus）、傳統乙太網路供電傳輸、或任何其他類型的乙太網路供電傳輸的乙太網路供電規格使用電裝置 140 與電源設備 120 通信的電子設備。用電裝置 140 還包括控制器 144（例如，脈寬調制 DC:DC 控制器），該控制器控制功率場效應電晶體(FET) 146，功率場效應電晶體 146 又給負載載荷 150 提供恒定的功率。

通常，乙太網路供電被限定用於電纜長度為 100 公尺(m)或以下的乙太網路應用。在通過網路傳遞功率時，遠端乙太網路（即，電纜長度大於 100 公尺）提出新挑戰。因此，需要能夠通過長電纜跨度(spans)有效地傳遞功率電源的機制。

【發明內容】

在本發明中更完整地提出使用積體升壓中繼器(repeaters)進行遠端乙太網路供電的系統和/或方法，結合至少一張圖大致顯示和/或描述該系統和/或方法。

本發明的一個方面提供了一種乙太網路供電中繼器，插在兩個電纜段之間，所述兩個電纜段用於初始電源設備和終端用電裝置之間的網路連接，所述乙太網路供電中繼器包括：用電裝置模組，在通過第一電纜段耦接到上游電源設備的所述乙太網路供電中繼器的第一埠上接收功率，在所述第一埠上接收的所述功率具有第一電壓準位；升壓轉換器模組，被配置為將在所述第一埠上接收的所述第一電壓準位提升為比所述第一電壓準位高的用於施加到所述乙太網路供電中繼器的第二埠的第二電壓準位；以及電源設備，被配置為將所述第二電壓準位施加到所述第二埠上，以便傳遞給通過第二電纜段耦接至所述第二埠的下游用電裝置。

優選地，所述升壓轉換器模組將所述第一電壓準位提升為比所述初始電源設備輸出的電壓準位高的準位。

優選地，所述初始電源設備通過一個電纜對將功率傳遞給所述終端用電裝置。

優選地，所述初始電源設備通過兩個電纜對將功率傳遞給所述終端用電裝置。

優選地，所述初始電源設備通過四個電纜對將功率傳遞給所述終端用電裝置。

優選地，所述第一電纜段和所述第二電纜段短於 100 公尺(m)。

根據本發明的另一方面，提供了一種用於乙太網路供電中繼器中的方法，所述乙太網路供電中繼器插在兩個電纜段之間，所述兩個電纜段用於初始電源設備和終端用電裝置之間的網路連接，所述方法包括：由用電裝置模組在通過第一電纜段耦合到上游

電源設備的所述乙太網路供電中繼器的第一埠上接收功率，在所述第一埠上接收的所述功率具有第一電壓準位；由升壓轉換器模組將在所述第一埠上接收的所述第一電壓準位提升為比所述第一電壓準位高的用於施加到所述乙太網路供電中繼器的第二埠的第二電壓準位；以及通過電源設備將功率以所述第二電壓準位傳輸到所述第二埠上，以便傳遞給通過第二電纜段耦接到所述第二埠的下游用電裝置。

優選地，所述升壓包括將所述第一電壓準位提升為比所述初始電源設備輸出的電壓準位高的準位。

優選地，所述初始電源設備通過一個電纜對將功率傳遞給所述終端用電裝置。

優選地，所述初始電源設備通過兩個電纜對將功率傳遞給所述終端用電裝置。

優選地，所述初始電源設備通過四個電纜對將電功率傳遞給所述終端用電裝置。

優選地，所述第一電纜段和所述第二電纜段短於 100 公尺(m)。

根據本發明的又一方面，提供了一種乙太網路供電中繼器，插在兩個電纜段之間，所述兩個電纜段用於初始電源設備和終端用電裝置之間的網路連接，所述乙太網路供電中繼器包括：升壓轉換器模組，被配置為將所述乙太網路供電中繼器中第一埠上的用電設備所接收的第一電壓準位提升為比所述第一電壓準位高的第二電壓準位，所述第二電壓準位由電源設備施加給所述乙太網路供電中繼器的第二埠，以便傳遞給通過第二電纜段耦接至所述第二埠的下游用電裝置。

優選地，所述升壓轉換器模組將所述第一電壓準位提升為比所述初始電源設備輸出的電壓準位高的準位。

優選地，所述初始電源設備通過一個電纜對將功率傳遞給所述終端用電裝置。

優選地，所述初始電源設備通過兩個電纜對將功率傳遞給所述終端用電裝置。

優選地，所述初始電源設備通過四個電纜對將功率傳遞給所述終端用電裝置。

優選地，所述第一電纜段和所述第二電纜段短於 100 公尺(m)。

【實施方式】

下面具體討論本發明的各種實施方式。討論具體的實施方式時，應理解的是，這僅僅用於進行說明。本領域的技術人員應認識到，在不背離本發明的精神和範圍的情況下，可使用其他的元件和配置。

對於遠端乙太網路而言，中繼站（或乙太網路擴展器）可用於增強超出通常 100 公尺(m)範圍的資料傳輸的到達。當由中繼站實施乙太網路供電時，也可為中繼站自身提供功率。在本文中，中繼站可包括用電裝置，其吸取功率、為擴展器電路提供一些這種功率以及使用電源設備沿著網路電纜向下游給另一中繼站或用電裝置發送剩餘的有效功率。在一個實例中，遠端乙太網路連接可分成多個 100 公尺(m)長的電纜段，使用中繼站耦接這些電纜段。

圖 2 示出了這種遠端配置的實例。如圖所示，中繼站 210-1、210-2 將遠端乙太網路連接分成多個電纜段。每個中繼站包括從上游的電源設備接收功率的用電裝置以及將所接收的功率的剩餘部分發送給下游用電裝置的電源設備。在一個實例中，多個電纜段均為 100 公尺(m)或以下。人們會理解的是，對於給定的遠端配置而言，電纜段的數量以及各段的長度可變化。

通常，從電源設備到用電裝置的負載功率傳遞可通過圖 3A 中所示的電路模型而模型化。如圖所示，電源將電壓 V_{PSE} 提供給電路，該電路包括第一並聯電阻器對（R_1、R_2）、負載電阻 R_{LOAD} 以及第二並聯電阻器對（R_3、R_4）。在本文中，第一並聯電阻器對 R_1、R_2 表示 TX 電線對的電阻，而第二並聯電阻器對 R_3、R_4 表示 RX 電線對的電阻。

電阻器 R_1、R_2、R_3 和 R_4 的值取決於網路電纜的類型和長度。例如，電阻器 R_1、R_2、R_3 和 R_4 可具有取決於乙太網路電纜的類型（比如，類別 3、5、6 等等）的某個電阻/長度。圖 3B 中示出了簡化的乙太網路供電電路模型，該模型包括單個電纜電阻值 R_{cable}。

在本發明中，認識到，傳統的與 IEEE 相容的用電裝置具有大約 30 V 的欠壓鎖定（undervoltage lockout，UVLO）。通常，如果用電裝置處電纜端部的電壓達不到 30 V，那麼不允許給用電裝置加電。即使充足的功率（V × I）實際上可用於電纜端部的用電裝置中，也是如此。

將乙太網路供電用於遠端乙太網路應用中時，欠壓鎖定限制會顯著嚴重損害乙太網路供電的可用性。為了示出欠壓鎖定的影響，考慮圖 3B 中所示的電路。在該電路中，$V_{PSE} = i * (R_{cable} + R_{load})$。當 $R_{load} = P_{PD}/i^2$ 時，先前的等式可重新寫成 $i^2 * R_{cable} - i * V + P_{out} = 0$ 形式。則，如下所示，電流的解可以寫為：

$$i = \frac{V - \sqrt{V^2 - 4 * R_{cable} * P_{PD}}}{2 * R_{cable}}$$

根據該等式，顯然可沿著網路電纜向下發送的乙太網路供電功率的量受基本物理量限制。在本文中，如果在遠端網路電纜的端部吸取的功率（P_{PD}）超過 $V^2/(4* R_{cable})$，那麼不存在實解(real solution)。

例如，考慮在標準的 2 對乙太網路供電內使用 1000 公尺(m)的 AWG24 電纜。在 60°C 時，電纜的電阻為 95.48 Ω。具有該電阻時，電源設備源（假設 48 V）的最大用電裝置功率為 $P_{PD} \leq V^2/(4 * R_{cable}) = 48^2/(4 * 95.48\ \Omega) = 6.033W$。圖 4A 示出了在假設 1000 公尺(m)的 AWG24 電纜的情況下對於用各種 1 對、2 對以及 4 對供電可求得的實解的範圍。

顯然，圖 4A 的可能實解中所示的計算未考慮由 30V 的欠壓鎖定所表示的約束條件。具體而言，針對略小於上述 6.033 W 的功率計算的電流為 0.234 A 時，遠端電纜上的壓降為 0.234 A * 95.48 Ω = 22.34 V。因此，用電裝置側的電壓為 48 V-22.34 V = 25.66 V。由於用電裝置處所見的這個 25.66 V 低於 30V 的欠壓鎖定，所以不允許給用電裝置加電，並且不能使用理論上 6.033 W 的有效功率。實際上，30V 的欠壓鎖定要求將功率的定額值降低到大約 5 W， 使得用電裝置側的電壓保持在 30 V 的欠壓鎖定之上。

在圖 4B 中示出了這種降低定額值的影響，該圖表示當受 30V 欠壓鎖定的約束時用電裝置處可用功率的可能實解。如圖所示，圖 4B 中所示的可用功率的實解表示圖 4A 中所示有效功率的實解的子集(subset)。

本發明試圖通過修改分開遠端電纜的中繼站去除傳統遠端乙太網路供電應用中明顯存在的約束條件。由此而論，本發明的特徵在於，不需要在遠端電纜的端部修改商業上與 IEEE 相容的用電裝置。這就增強了所安裝的用電裝置的現有基礎的可用性。

圖 5 中示出了本發明的升壓中繼站的一個實施方式。如圖所示，升壓中繼站 500 包括用電裝置 510、電源設備 520 和 DC-DC 升壓轉換器 530。在本文中，升壓轉換器 530 可被設計為提升電壓，從而可降低電流和電纜損耗。在一個實施方式中，升壓轉換器 530 可被設計為將用電裝置 510 從上游電源設備中所接收的電壓提升為 57 V，以便在電源設備 520 處向下游用電裝置輸出。

圖 6 中示出了遠端乙太網路供電應用內升壓轉換器 530 的操作。如圖所示，將電源設備 610 耦接到用電裝置 620 的遠端電纜被分成多個電纜段 641 至 646。通過升壓中繼站（BRS）將相鄰的電纜段連接在一起。如圖所示，電源設備 610 將 48 V 的初始輸出電壓輸出到第一電纜段 641 上。在沿著電纜長度表示電壓準位的電壓圖中，初始的 48V 輸出沿著第一電纜段 641 的長度逐漸變小，直至到達第一升壓中繼站 631。

然後，在升壓中繼站 631 處，升壓轉換器模組將電壓提升為 57 V，然後，該電壓被升壓中繼站 631 內所包含的電源設備施加作為輸出電壓施加到電纜段 642 上。該 57 V 輸出又沿著第二電纜段 642 的長度逐漸減小，直至到達第二升壓中繼站 632。在該點，升壓中繼站 632 會將電壓升回 57 V，然後，該電壓被升壓中繼站 632 內所包含的電源設備施加作為輸出電壓施加給電纜段 643。如圖所示，將提升的電壓施加給電纜段 644、645 和 646 時，該升壓過程分別在升壓中繼站 633、634 和 635 處繼續。升壓中繼站 631 至升壓中繼站 635 處提升電壓的最終結果為在用電裝置 620 接收到的電壓，該電壓顯然高於 30 V 的欠壓鎖定。

在升壓中繼站升壓的益處很明顯。升壓的簡單益處在於電流下降，並且由於電纜內的損耗取決於 $i^2 * R_{cable}$，所以減少了電纜損耗。

圖 6A 和圖 6B 分別示出了升壓級中繼器對可用和有效功率的實解的影響，甚至假設升壓轉換器的效率達到 95%。如圖所示，提升電壓能夠允許系統將遠端電纜的端部處的有效功率幾乎加倍。比如，對於 2 對操作而言，在 1000 公尺(m)電纜的端部可用功率水準已經從 5 W 多點（沒有升壓中繼器）提高到大約 11 W（具有升壓中繼器）。而且，對在用電裝置 620 處實際上可用的有效功率不存在約束。由於使用升壓轉換器有效地去除 $P_{PD} \leq V^2/(4 * R_{cable})$約束，所以可實現以上情況。

在本文中，應注意的是，上述描述使用將電壓提升為 57 V 的實例時，本發明的原理不限於這種實例。要理解的是，中繼站所使用的特定電壓為維持足以去除 $P_{PD} \leq V^2/(4 * R_{cable})$ 約束的電壓準位時所依賴的實施方式。

通過查閱前述具體描述，對於本領域技術人員而言，本發明的這些和其他方面顯而易見。雖然上面已經描述了本發明的大量特徵，但是本發明能夠具有其他實施例，並且能夠以各種方式實踐和執行本發明，本領域的技術人員閱讀所公開的本發明之後，這些方式顯而易見，因此，上述描述不應視為排除這些其他的實施方式。同樣，要理解的是，本文中所使用的短語和術語用於進行描述，而不應視為具有限制性。

【圖式簡單說明】

圖 1 示出了乙太網路供電系統的一個實施方式；

圖 2 示出了遠端乙太網路連接的實例配置；

圖 3A 和圖 3B 示出了模型化乙太網路供電系統的電路圖；

圖 4A 和圖 4B 示出了可用於將功率傳遞給用電裝置的實解；

圖 5 示出了根據本發明的升壓中繼站的一個實施方式；

圖 6 示出了升壓中繼站在遠端乙太網路應用中的應用；

圖 7A 和圖 7B 示出了可用於使用積體升壓中繼器將功率傳遞給用電裝置的實解。

【主要元件符號說明】

110、130　PHY

120、520、610　電源設備

140、510、620　用電裝置

142　乙太網路供電模組

144　控制器

146　場效應電晶體

150　負載

210-1、210-2　中繼站

500　升壓中繼站

530　升壓轉換器

641～646　電纜段

631～635　升壓中繼站

七、申請專利範圍：

1. 一種乙太網路供電中繼器，插在兩個電纜段之間，所述兩個電纜段用於初始電源設備和終端用電裝置之間的網路連接，所述乙太網路供電中繼器包括：

用電裝置模組，在通過第一電纜段耦接到上游電源設備的所述乙太網路供電中繼器的第一埠上接收功率，在所述第一埠上接收的所述功率具有第一電壓準位；

升壓轉換器模組，被配置為將在所述第一埠上接收的所述第一電壓準位提升為比所述第一電壓準位高的用於施加到所述乙太網路供電中繼器的第二埠的第二電壓準位；以及

電源設備，被配置為將所述第二電壓準位施加到所述第二埠上，以便傳遞給通過第二電纜段耦接至所述第二埠的下游用電裝置。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的乙太網路供電中繼器，其中，所述升壓轉換器模組將所述第一電壓準位提升為比所述初始電源設備輸出的電壓準位高的準位。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述的乙太網路供電中繼器，其中，所述初始電源設備通過一個、兩個或四個電纜對將功率傳遞給所述終端用電裝置。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述的乙太網路供電中繼器，其中，所述第一電纜段和所述第二電纜段短於 100 公尺。

5. 一種用於乙太網路供電中繼器中的方法，所述乙太網路供電中繼器插在兩個電纜段之間，所述兩個電纜段用於初始電源設備和終端用電裝置之間的網路連接，所述方法包括：

由用電裝置模組在通過第一電纜段耦接到上游電源設

備的所述乙太網路供電中繼器的第一埠上接收功率，在所述第一埠上接收的所述功率具有第一電壓準位；

由升壓轉換器模組將在所述第一埠上接收的所述第一電壓準位提升為比所述第一電壓準位高的用於施加到所述乙太網路供電中繼器的第二埠的第二電壓準位；以及

通過電源設備將功率以所述第二電壓準位傳輸到所述第二埠上，以便傳遞給通過第二電纜段耦接到所述第二埠的下游用電裝置。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述的用於乙太網路供電中繼器中的方法，其中，所述升壓包括將所述第一電壓準位提升為比所述初始電源設備輸出的電壓準位高的準位。

7. 如申請專利範圍第 5 項所述的用於乙太網路供電中繼器中的方法，其中，所述初始電源設備通過一個、兩個或四個電纜對將功率傳遞給所述終端用電裝置。

8. 一種乙太網路供電中繼器，插在兩個電纜段之間，所述兩個電纜段用於初始電源設備和終端用電裝置之間的網路連接，所述乙太網路供電中繼器包括：

升壓轉換器模組，被配置為將所述乙太網路供電中繼器中第一埠上的用電設備所接收的第一電壓準位提升為比所述第一電壓準位高的第二電壓準位，所述第二電壓準位由電源設備施加給所述乙太網路供電中繼器的第二埠，以便傳遞給通過第二電纜段耦接至所述第二埠的下游用電裝置。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述的乙太網路供電中繼器，其中，所述升壓轉換器模組將所述第一電壓準位提升為

比所述初始電源設備輸出的電壓準位高的準位。

10.如申請專利範圍第 8 項所述的乙太網路供電中繼器，其中，所述初始電源設備通過一個、兩個或四個電纜對將功率傳遞給所述終端用電裝置。

八、圖式:

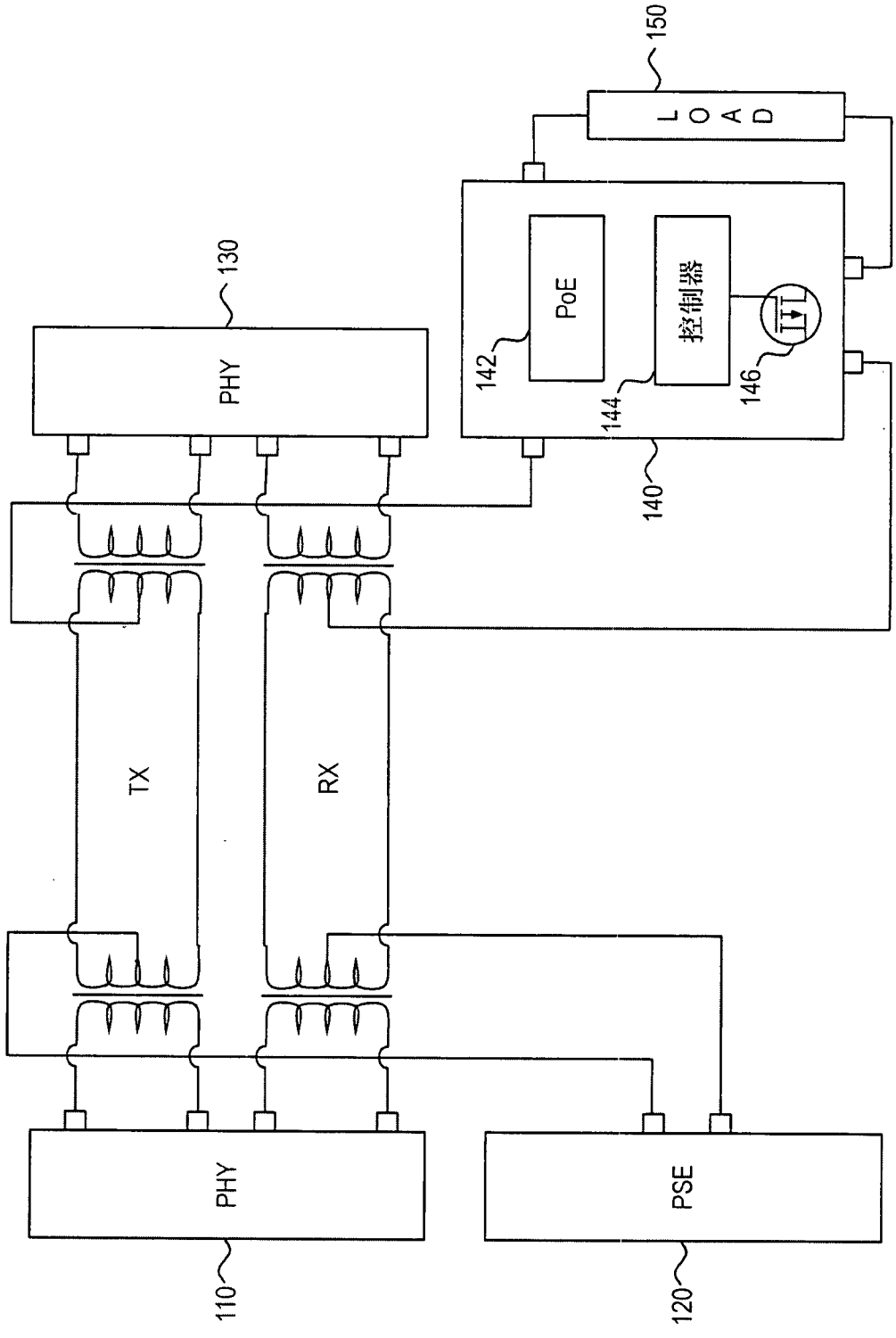


圖1

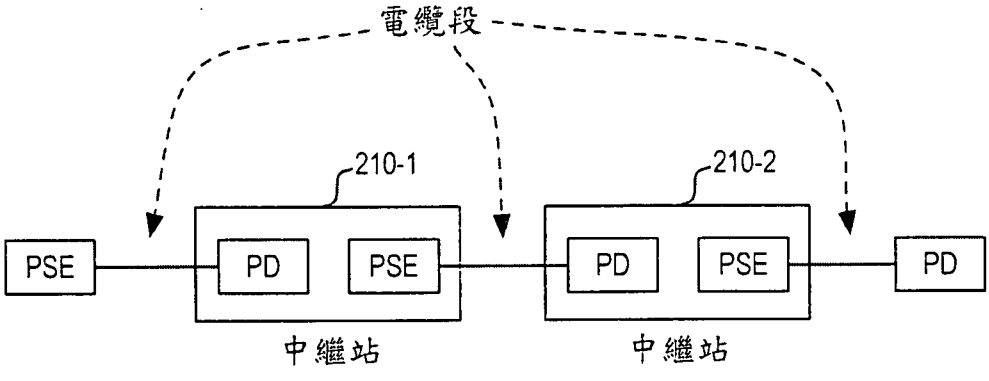


圖2

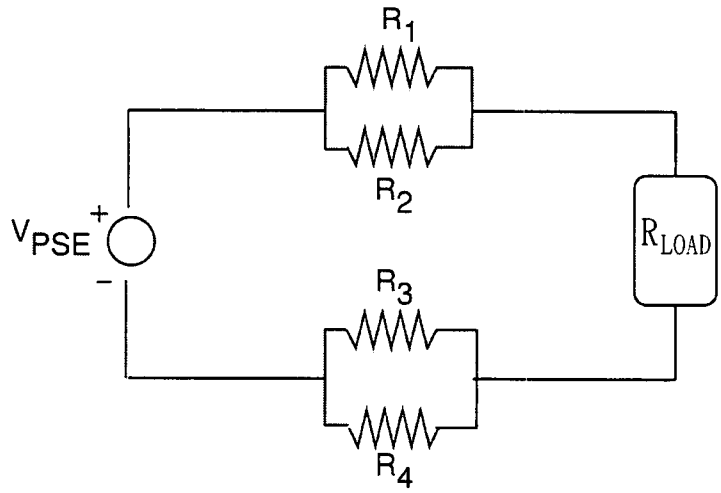


圖3A

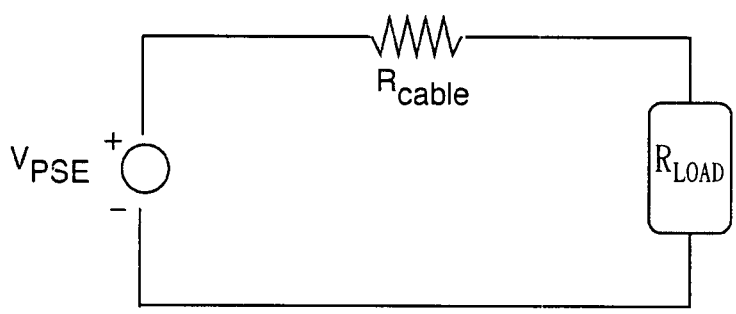


圖3B

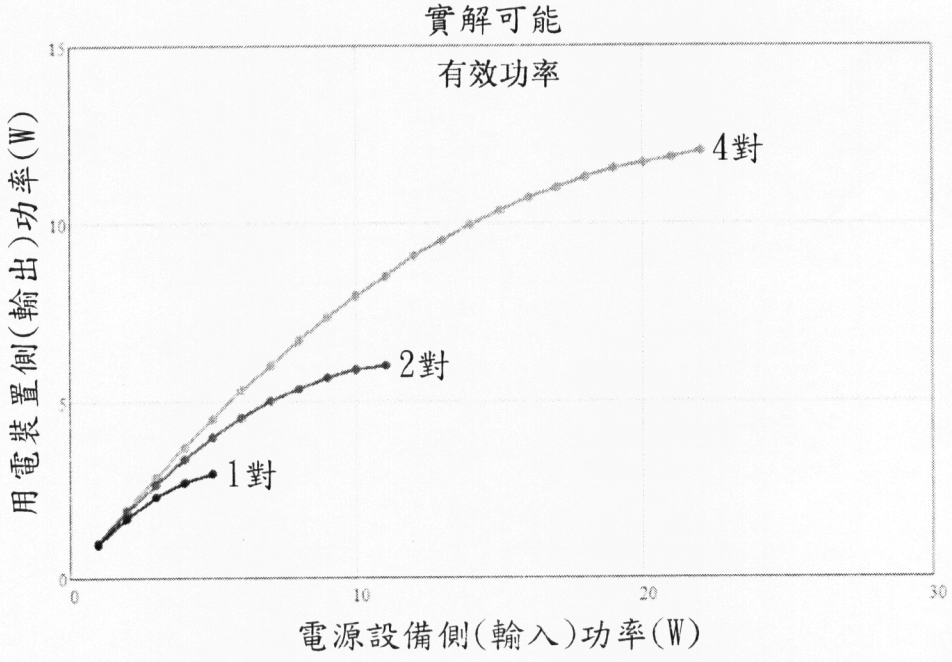

實解可能
有效功率
4對
2對
1對
用電裝置側(輸出)功率(W)
電源設備側(輸入)功率(W)
0
5
10
15
0
10
20
30

圖4A

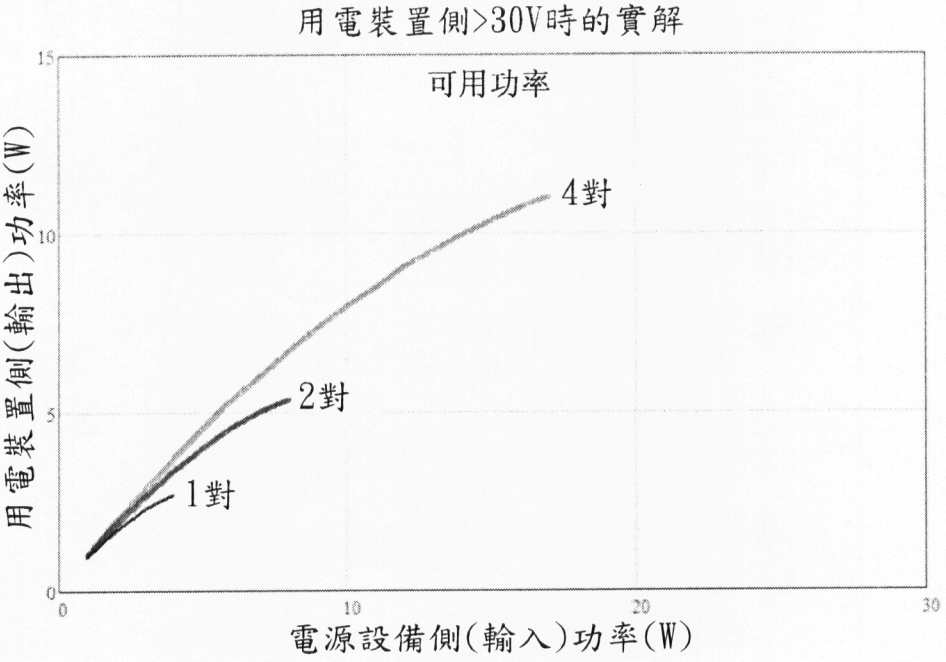

用電裝置側>30V時的實解
可用功率
4對
2對
1對
用電裝置側(輸出)功率(W)
電源設備側(輸入)功率(W)
0
5
10
15
0
10
20
30

圖4B

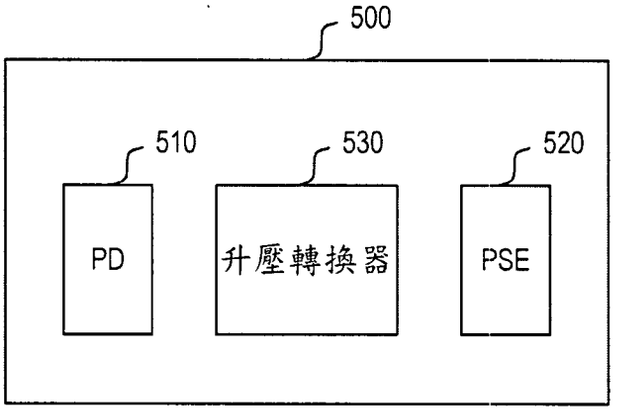

500
510
530
520
PD
升壓轉換器
PSE

圖5

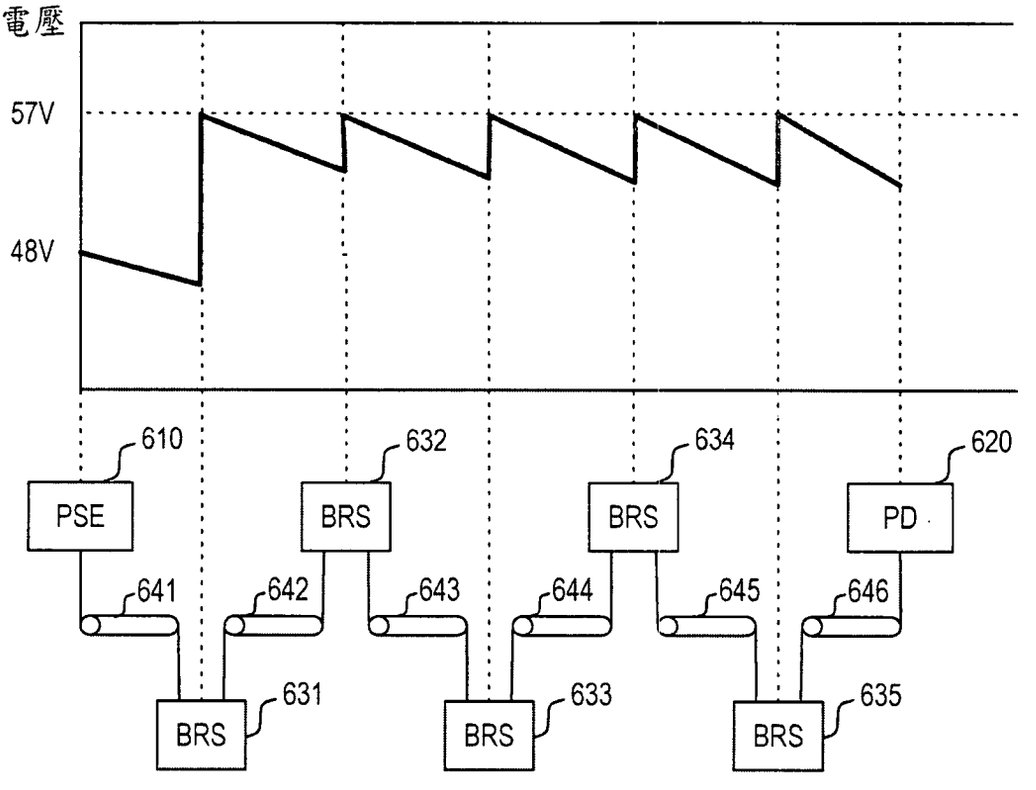

電壓
57V
48V
610
632
634
620
PSE
BRS
BRS
PD
641
642
643
644
645
646
631
633
635
BRS
BRS
BRS

圖6

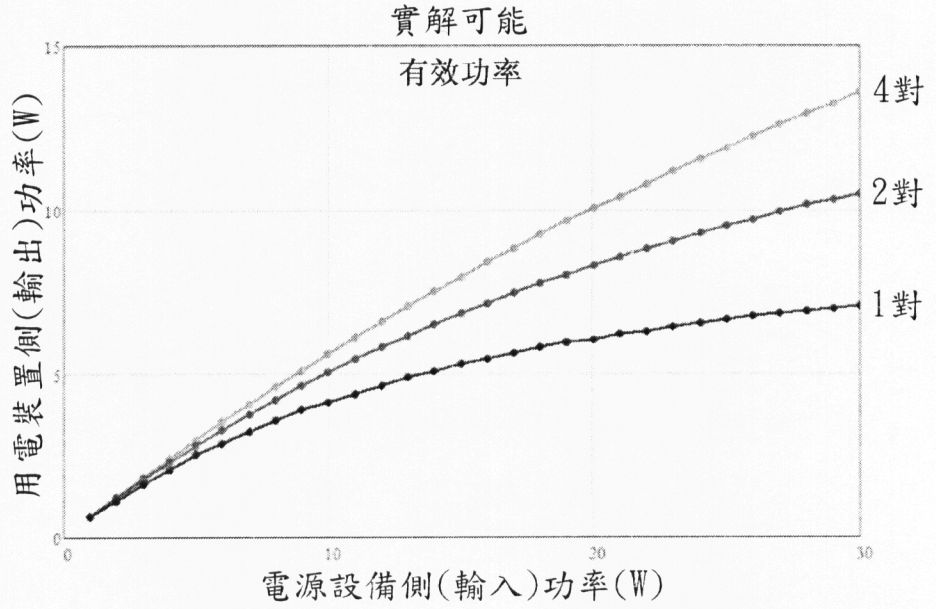

實解可能
有效功率
4對
2對
1對
用電裝置側(輸出)功率(W)
電源設備側(輸入)功率(W)
0
10
20
30

圖7A

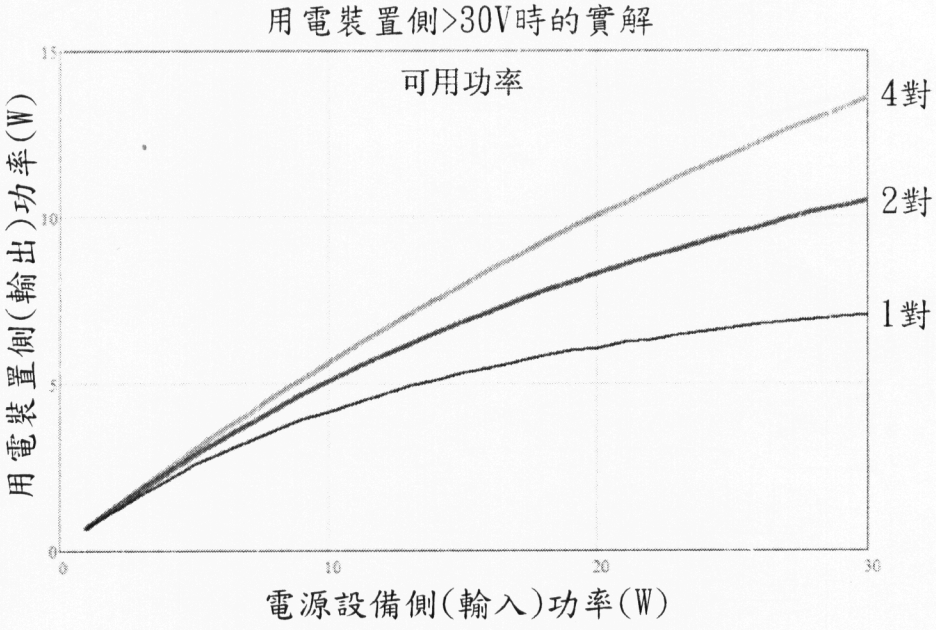

用電裝置側>30V時的實解
可用功率
4對
2對
1對
用電裝置側(輸出)功率(W)
電源設備側(輸入)功率(W)
0
10
20
30

圖7B