



(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 I729192 B

(45) 公告日：中華民國 110 (2021) 年 06 月 01 日

(21) 申請案號：106128910 (22) 申請日：中華民國 106 (2017) 年 08 月 25 日

(51) Int. Cl. : H04B1/10 (2006.01) H04B15/02 (2006.01)

(30) 優先權：2016/08/26 美國 62/380,126

2017/08/21 美國 15/682,076

(71) 申請人：美商李爾登公司 (美國) REARDEN, LLC (US)

美國

(72) 發明人：波爾曼 史蒂芬 G PERLMAN, STEPHEN G. (US)；佛倫沙 安東尼奧 FORENZA, ANTONIO (IT)；迪 迪歐 馬利歐 DI DIO, MARIO (IT)；賽比 法迪 SAIBI, FADI (FR)

(74) 代理人：陳長文

(56) 參考文獻：

US 7609751B1 US 2005/0265273A1

US 2011/0003607A1 US 2012/0314570A1

US 2013/0170360A1 US 2013/0273950A1

審查人員：林東威

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：16 共 70 頁

(54) 名稱

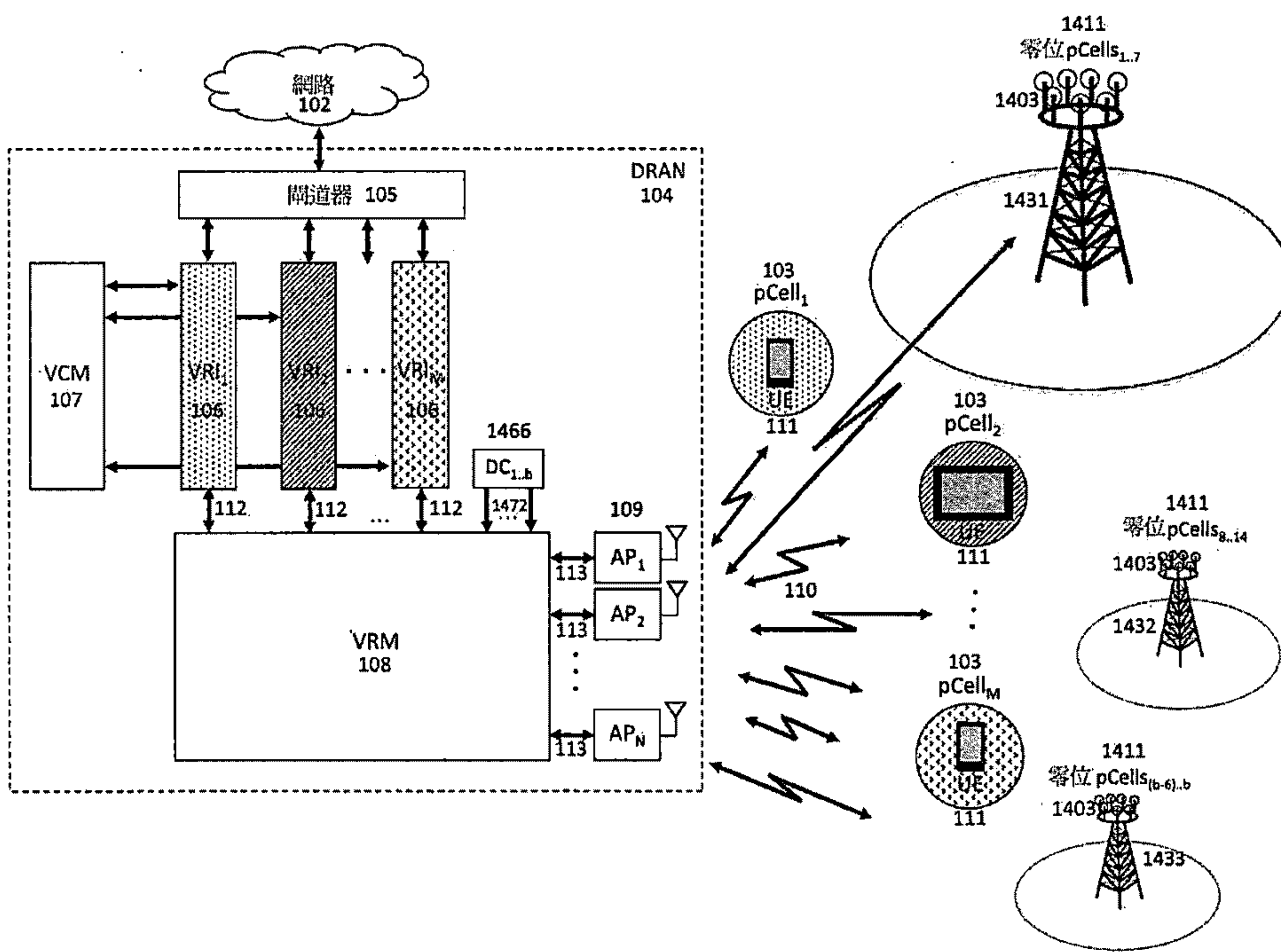
用於減輕現用的頻譜內之干擾的系統及方法

(57) 摘要

描述使用頻帶外訓練信號以減輕對頻帶外接收器的干擾之系統及方法。

Systems and methods are described to mitigate interference to out of band receivers using out of band training signals.

指定代表圖：



【圖14】

符號簡單說明：

- 102 . . . 網路
- 103 . . . 相干區/
pCell
- 104 . . . DIDO 無線
電存取網路
- 105 . . . 閘道
- 106 . . . VRI
- 107 . . . 虛擬連接管
理器
- 108 . . . 虛擬無線電
管理器/VRM
- 109 . . . 存取點/AP
- 110 . . . 無線鏈路
- 111 . . . 使用者設
備/位置/UE 位置
- 112 . . . 資料串流
- 113 . . . 資料串流
- 1403 . . . 天線
- 1411 . . . pCell
- 1431 . . . 結構
- 1432 . . . 結構
- 1433 . . . 結構
- 1466 . . . VRI

【發明摘要】

- 【中文發明名稱】 用於減輕現用的頻譜內之干擾的系統及方法
- 【英文發明名稱】 SYSTEMS AND METHODS FOR MITIGATING INTERFERENCE WITHIN ACTIVELY USED SPECTRUM

【中文】

描述使用頻帶外訓練信號以減輕對頻帶外接收器的干擾之系統及方法。

【英文】

Systems and methods are described to mitigate interference to out of band receivers using out of band training signals.

【指定代表圖】 圖14

【代表圖之符號簡單說明】

- 102 網路
- 103 相干區/pCell
- 104 DIDO 無線電存取網路
- 105 閘道
- 106 VRI
- 107 虛擬連接管理器
- 108 虛擬無線電管理器/VRM
- 109 存取點/AP
- 110 無線鏈路

- 111 使用者設備/位置/UE 位置
- 112 資料串流
- 113 資料串流
- 1403 天線
- 1411 pCell
- 1431 結構
- 1432 結構
- 1433 結構
- 1466 VRI

【發明說明書】

【中文發明名稱】 用於減輕現用的頻譜內之干擾的系統及方法

【英文發明名稱】 SYSTEMS AND METHODS FOR MITIGATING
INTERFERENCE WITHIN ACTIVELY USED
SPECTRUM

【技術領域】

【0001】 無

【先前技術】

【0002】 無線通訊系統中常使用頻分雙工(「FDD」)及時分雙工(「TDD」)模式兩者。例如，LTE標準支援FDD及TDD模式兩者，作為另一實例，802.11版本(例如Wi-Fi)支援TDD操作模式。

【0003】 在LTE的情況下，在所謂的「演進UMTS地面無線電存取」(E-UTRA)空氣介面內定義各種編號的頻段。各E-UTRA頻段不但指定一特定頻段號，而且定義頻段是FDD或TDD，以及該頻段內支援什麼頻寬(例如，見http://en.wikipedia.org/wiki/LTE_frequency_bands#_Frequency_bands_and_channel_bandwidths中的E-UTRA頻段列表及其規格)。例如，頻段7是經定義為使用2,500至2,570 MHz之頻率範圍用於上行鏈路(「UL」)、2,620至2,690之頻率範圍用於下行鏈路(「DL」)的FDD頻段，其支援UL及DL頻段之各者內的5、10、15、20及MHz信號頻寬。

【0004】 在許多情況下，E-UTRA頻段重疊。例如，不同頻段可能是已分配於不同市場或地區中之共用頻譜。例如，頻段41是使用2,496至2,690 MHz之頻率範圍用於UL及DL兩者的TDD頻段，其與FDD頻段7之UL及DL範圍兩者

重疊（例如，見圖16a及圖16b）。目前，頻段41在美國由Sprint使用，而頻段7在加拿大之交界國家由Rogers Wireless使用。因此，在美國，2,500至2,570 MHz是TDD頻譜，而在加拿大，相同頻率範圍是用於FDD頻譜之UL。

【0005】 一般而言，行動裝置在附接至無線網路後將掃描過頻段從而搜尋來自一或多個基站之傳輸，且一般在附接程序期間，基站將傳輸網路之特性，諸如由網路使用之頻寬、及使用中之協定的細節。例如，若一LTE裝置在美國掃描過2,620至2,690 MHz，則該LTE裝置可接收由將該頻譜識別為頻段41之一eNodeB所傳輸的一LTE DL訊框，且若該LTE裝置支援頻段41及TDD，則該LTE裝置可嘗試連接至彼頻段中之TDD模式中的該eNodeB。類似地，若一LTE裝置在加拿大掃描過2,620至2,690 MHz，則該LTE裝置可接收由將該頻譜識別為頻段7之一eNodeB所傳輸的一LTE DL訊框，且若該LTE裝置支援頻段7及FDD，則該LTE裝置可嘗試連接至頻段7中之FDD模式中的該eNodeB。

【0006】 最早在全球部署的LTE網路使用FDD模式（例如，Verizon，AT&T），但在具有廣泛FDD覆蓋的市場（諸如美國（Sprint正部署TDD））及在還未具有廣泛LTE覆蓋的市場（諸如中國（China Mobile正部署TDD））兩者中正愈來愈多地使用TDD模式。在許多情況下，單一運營商在不同頻率下部署FDD及TDD兩者（例如，在美國，Sprint以不同頻率操作FDD LTE及TDD LTE兩者），且可供應可取決於使用哪個頻段而在兩種模式中操作的LTE裝置。

【0007】 注意，LTE頻段之E-UTRA列表絕不是最終列表，而是會隨著新的頻譜被分配給行動通訊營運商及使用該頻譜之裝置被指定而演進。新頻段係於當前頻段不與其頻率重疊的頻譜、及與先前頻段配置之頻率重疊的頻段中之頻譜兩者中指定。例如，頻段44（其係跨703至803 MHz之TDD頻段）係在較

舊的700 MHz FDD頻段（諸如頻段12、13、14及17）被指定之後的若干年被新增為E-UTRA頻段。

【0008】 如圖6中可見，以前，大部分的行動資料是語音資料（例如，Q1 2007），其為高度對稱的。但是，隨著2007年iPhone的推出，隨後Android的迅速採用以及之後在2009年iPad的推出，非語音行動資料迅速地超越語音資料的增長，到了2013年的年中，語音資料已僅是行動資料流量之一小部分了。預計非語音資料將繼續呈指數增長，而語音資料將日益萎縮。

【0009】 如圖7中可見，非語音行動資料大部分是諸如串流視訊、音訊及Web瀏覽（其大部分包括串流視訊）之媒體。雖然一些串流媒體是UL資料（例如，在視訊會議期間），但大多數是DL資料，結果是高度不對稱的DL對UL資料使用。例如，在Financial Times 2013年5月28日的文章「不對稱性與迫近(US)的頻譜危機(Asymmetry and the impending (US) spectrum crisis)」中指出「...產業估計，下行鏈路資料流量與上行鏈路中的資料流量之比率係在自約八比一(8:1)之比率至顯著更大之範圍」。該文章接著指出，美國大部分的FDD部署在處理此類不對稱性方面非常無效率，因為FDD模式向各DL及UL分配相同量的頻譜。作為另一實例，基於2009的有效網路測量，Qualcomm對美國運營商中之一者估計的DL/UL流量不對稱性高達9:1（cfr.，Qualcomm，「1000x: more spectrum-especially for small cells」，2013年11月，<http://www.qualcomm.com/media/documents/files/1000x-more-spectrum-especially-for-small-cells.pdf>）。因此，即使在FDD DL頻譜被大量利用（可能達到過載的程度）的情況下，大部分的UL頻譜可能未被使用。

【0010】 Financial Times文章指出，TDD更為適合於此類不對稱性，因為其可經組態以向DL資料分配比UL資料更多的時隙。例如，在向FDD分配20 MHz（以10 + 10 MHz）的情況下，DL資料流通量受限於10 MHz之全時使用的最大值（即使當UL資料需要遠小於其被分配的10 MHz時亦然），而當向TDD分配20 MHz時，DL資料流通量大多數時間都可使用全部的20 MHz，而僅在一小段時間向UL資料分配20 MHz，從而更加匹配當今資料使用之特性。文章承認，遺憾的是大多數現有美國行動頻譜已致力於FDD模式，但隨著FCC分配新頻譜而力策FCC鼓勵TDD之使用。

【0011】 雖然鑒於行動資料之日益不對稱的本質，TDD必定可允許新頻譜配置之更有效率的使用，但遺憾的是，現有FDD網路部署無法將操作模式改變成TDD，因為此類LTE FDD網路的大多數使用者之裝置僅支援FDD模式，且若將網路切換成TDD模式，他們的裝置將不再能夠連網。因此，隨著LTE資料使用日益變得不對稱，現有的LTE FDD網路將可見增加的DL壅塞，而UL頻譜將日益未經充分利用（2013年5月28日Financial Times文章之較低估計為8:1的DL:UL比率，此意味著若DL通道經完全利用，UL通道僅使用1/8（相當於10 Mhz中的1.25 MHz））。此極其浪費且無效率，尤其鑒於實際行動頻譜之有限實體存在（例如，可穿透牆壁且良好地非直視性傳播之頻率，諸如~450至2600 MHz）及（日益不對稱的）行動資料之指數性增長（例如，Cisco 2/2013 VNI預測至2018行動資料增長達61% CAGR，其大多數為串流視訊及其他高度不對稱資料）。

【發明內容】

【0012】 無

【圖式簡單說明】

【0013】 可從下列詳細說明結合圖式獲得對於本發明之較佳理解，其中：

〔圖 1〕 繪示 DIDO 無線電存取網路(DRAN)之大致框架。

〔圖 2〕 包含圖 2a 及圖 2b，繪示與 OSI 模型及 LTE 標準一致的虛擬無線電實例(Virtual Radio Instance, VRI) 201 之協定堆疊。

〔圖 3〕 繪示用以在 DIDO 無線網路中延伸覆蓋之相鄰 DRAN。

〔圖 4〕 繪示 DRAN 與相鄰無線網路之間的交遞。

〔圖 5〕 繪示 DRAN 與 LTE 蜂巢式網路之間的交遞。

〔圖 6〕 是展示自 2007 至 2013 年的行動頻譜之語音及非語音資料利用的先前技術。

〔圖 7〕 是展示在 2012 年，以應用類型區分之行動資料流量占比的先前技術。

〔圖 8〕 是關於 FDD LTE 操作模式與 TDD LTE 操作模式之先前技術比較。

〔圖 9〕 繪示同時使用 UL 頻譜與現有 FDD 網路之新 TDD 網路。

〔圖 10〕 是 TDD LTE 雙工組態之先前技術圖表。

〔圖 11〕 繪示同時使用 DL 頻譜與現有 FDD 網路之新 TDD 網路。

〔圖 12〕 繪示同時使用 UL 及 DL 頻譜與現有 FDD 網路之兩個新 TDD 網路。

〔圖 13〕 繪示同時使用 UL 及 DL 頻譜與現有 FDD 網路之新 FDD 網路。

〔圖 14〕 繪示在基站天線之位置處合成零位 pCell 的 DRAN。

〔圖 15a、圖 15b、圖 15c 及圖 15d〕繪示基站天線 1510 及 1530 之間之各種傳播情境 1520 至 1522 以及 1524 至 1525。

〔圖 16a 及圖 16b〕是將不同地區中之 2500 至 2690 MHz 頻段分配成 FDD 及 TDD 或僅分配成 TDD 之先前技術圖。

【實施方式】

【0014】 本申請案主張2016年8月26日申請的美國臨時專利申請案第 62/380,126號之權益。

【0015】 本申請案亦為標題為「Systems and Methods for Concurrent Spectrum Usage Within Actively Used Spectrum」的2015年3月27日申請之美國申請序列號14/672,014之部分接續案，該申請案主張標題為「Systems and Methods for Concurrent Spectrum Usage Within Actively Used Spectrum」的2014年4月16日申請之美國臨時專利申請案第61/980,479號之權益及優先權，該等申請案全部以引用方式併入本文中。

【0016】 本申請案可係關於下列同在審查中之美國專利申請案及美國臨時申請案：

【0017】 標題為「Systems and Methods for Mapping Virtual Radio Instances into Physical Areas of Coherence in Distributed Antenna Wireless Systems」的美國申請序列號14/611,565；

【0018】 標題為「Systems and Methods for Exploiting Inter-cell Multiplexing Gain in Wireless Cellular Systems Via Distributed Input Distributed Output Technology」的美國申請序列號14/086,700；

【0019】 標題為「Systems and Methods for Radio Frequency Calibration Exploiting Channel Reciprocity in Distributed Input Distributed Output Wireless Communications」的美國申請序列號13/844,355；

【0020】 標題為「Systems and Methods for Exploiting Inter-cell Multiplexing Gain in Wireless Cellular Systems Via Distributed Input Distributed Output Technology」的美國申請序列號13/797,984；

【0021】 標題為「Systems and Methods for Exploiting Inter-cell Multiplexing Gain in Wireless Cellular Systems Via Distributed Input Distributed Output Technology」的美國申請序列號13/797,971；

【0022】 標題為「Systems and Methods for Exploiting Inter-cell Multiplexing Gain in Wireless Cellular Systems Via Distributed Input Distributed Output Technology」的美國申請序列號13/797,950；

【0023】 標題為「Systems and Methods to enhance spatial diversity in distributed-input distributed-output wireless systems」的美國申請序列號13/475,598；

【0024】 標題為「System and Methods for planned evolution and obsolescence of multiuser spectrum」的美國申請序列號13/233,006；

【0025】 標題為「Systems and Methods to Exploit Areas of Coherence in Wireless Systems」的美國申請序列號13/232,996；

【0026】 標題為「System And Method For Managing Handoff Of A Client Between Different Distributed-Input-Distributed-Output (DIDO) Networks Based On Detected Velocity Of The Client」的美國申請序列號12/802,989；

【0027】 標題為「Interference Management, Handoff, Power Control And Link Adaptation In Distributed-Input Distributed-Output (DIDO) Communication Systems」的美國申請序列號12/802,988；

【0028】 標題為「System And Method For Link adaptation In DIDO Multicarrier Systems」的美國申請序列號12/802,975；

【0029】 標題為「System And Method For Managing Inter-Cluster Handoff Of Clients Which Traverse Multiple DIDO Clusters」的美國申請序列號12/802,974；

【0030】 標題為「System And Method For Power Control And Antenna Grouping In A Distributed-Input-Distributed-Output (DIDO) Network」的美國申請序列號12/802,958；

【0031】 標題為「System and Method For Distributed Antenna Wireless Communications」的2016年7月5日授予之美國專利第9,386,465號；

【0032】 標題為「Systems And Methods To Coordinate Transmissions In Distributed Wireless Systems Via User Clustering」的2016年6月14日授予之美國專利第9,369,888號；

【0033】 標題為「System and Methods to Compensate for Doppler Effects in Distributed-Input Distributed Output Systems」的2016年4月12日授予之美國專利第9,312,929號；

【0034】 標題為「Systems and Methods for Wireless Backhaul in Distributed-Input Distributed-Output Wireless Systems」的2015年3月24日授予之美國專利第8,989,155號；

【0035】 標題為「System and Method for Adjusting DIDO Interference Cancellation Based On Signal Strength Measurements」的2015年3月3日授予之美國專利第8,971,380號；

【0036】 標題為「System and Method for Distributed Input Distributed Output Wireless Communications」的2014年2月18日授予之美國專利第8,654,815號；

【0037】 標題為「System and Method for DIDO Precoding Interpolation in Multicarrier Systems」的2013年10月29日授予之美國專利第8,571,086號；

【0038】 標題為「Systems and Methods To Coordinate Transmissions In Distributed Wireless Systems Via User Clustering」的2013年9月24日授予之美國專利第8,542,763號；

【0039】 標題為「System and Method for Distributed Input Distributed Output Wireless Communications」的2013年4月23日授予之美國專利第8,428,162號；

【0040】 標題為「System And Method For Adjusting DIDO Interference Cancellation Based On Signal Strength Measurements」的2012年5月1日授予之美國專利第8,170,081號；

【0041】 標題為「System and Method for Distributed Input-Distributed Output Wireless Communications」的2012年4月17日授予之美國專利第8,160,121號；

【0042】 標題為「System and Method For Enhancing Near Vertical Incidence Skywave (「NVIS」) Communication Using Space-Time Coding」的2011年2月8日授予之美國專利第7,885,354號。

【0043】 標題為「System and Method For Spatial-Multiplexed Tropospheric Scatter Communications」的2010年5月4日授予之美國專利第7,711,030號；

【0044】 標題為「System and Method for Distributed Input Distributed Output Wireless Communication」的2009年12月22日授予之美國專利第7,636,381號；

【0045】 標題為「System and Method for Distributed Input Distributed Output Wireless Communication」的2009年12月15日授予之美國專利第7,633,994號；

【0046】 標題為「System and Method for Distributed Input Distributed Output Wireless Communication」的2009年10月6日授予之美國專利第7,599,420號；

標題為「System and Method for Distributed Input Distributed Output Wireless Communication」的2008年8月26日授予之美國專利第7,418,053號。

【0047】 用以克服許多上述先前技術局限性之一個解決方案是令若干使用者裝置同時在與目前使用的UL或DL FDD頻譜相同的頻譜中以TDD模式操作，以使得TDD頻譜使用經協調，以免與當前FDD頻譜使用相衝突。具體而言，在FDD UL通道中，存在愈來愈多的未使用頻譜，且TDD裝置可使用彼頻譜而不影響現有FDD網路之流通量。此解決方案亦實現高度傳播效率的UHF頻

譜中之TDD使用，該UHF頻譜在世界的許多地區中幾乎完全分配給FDD，從而將TDD歸入極低傳播效率的微波頻段。

【0048】 在另一實施例中，是令若干使用者裝置同時在與目前使用的UL或DL FDD頻譜相同的頻譜中以FDD模式操作，以使得UL及DL通道經反向，且各網路之頻譜使用經協調，以免與其他網路之頻譜使用相衝突。鑒於各網路之UL通道相對於DL通道係日益未經充分利用，此允許各網路之DL通道能利用其他網路之UL通道中的未使用頻譜。

【0049】 此外，在任一實施例中，可藉由使用如下列專利、專利申請案及臨時申請案中所描述之分布式輸入分布式輸出（「DIDO」）技術實施一或兩個網路來極大地增加頻譜效率，該等專利案全部皆轉讓予本專利之受讓人且以引用方式併入。此等專利、申請案及臨時申請案在本文中有時統稱為「相關專利及申請案」。

【0050】 標題為「Systems And Methods For Concurrent Spectrum Usage Within Actively Used Spectrum」的美國申請序列號14/672,014。

【0051】 標題為「Systems And Methods For Concurrent Spectrum Usage Within Actively Used Spectrum」的2014年4月16日申請之美國臨時專利申請案第61/980,479號。

【0052】 標題為「Systems and Methods for Mapping Virtual Radio Instances into Physical Areas of Coherence in Distributed Antenna Wireless Systems」的美國申請序列號14/611,565。

- 【0053】 標題為「Systems and Methods for Exploiting Inter-cell Multiplexing Gain in Wireless Cellular Systems Via Distributed Input Distributed Output Technology」的美國申請序列號14/086,700。
- 【0054】 標題為「Systems and Methods for Radio Frequency Calibration Exploiting Channel Reciprocity in Distributed Input Distributed Output Wireless Communications」的美國申請序列號13/844,355。
- 【0055】 標題為「Systems and Methods for Exploiting Inter-cell Multiplexing Gain in Wireless Cellular Systems Via Distributed Input Distributed Output Technology」的美國申請序列號13/797,984。
- 【0056】 標題為「Systems and Methods for Exploiting Inter-cell Multiplexing Gain in Wireless Cellular Systems Via Distributed Input Distributed Output Technology」的美國申請序列號13/797,971。
- 【0057】 標題為「Systems and Methods for Exploiting Inter-cell Multiplexing Gain in Wireless Cellular Systems Via Distributed Input Distributed Output Technology」的美國申請序列號13/797,950。
- 【0058】 標題為「Systems and Methods to enhance spatial diversity in distributed-input distributed-output wireless systems」的美國申請序列號13/475,598。
- 【0059】 標題為「System and Methods for planned evolution and obsolescence of multiuser spectrum」的美國申請序列號13/233,006。
- 【0060】 標題為「Systems and Methods to Exploit Areas of Coherence in Wireless Systems」的美國申請序列號13/232,996。

【0061】 標題為「System And Method For Managing Handoff Of A Client Between Different Distributed-Input-Distributed-Output (DIDO) Networks Based On Detected Velocity Of The Client」的美國申請序列號12/802,989。

【0062】 標題為「Interference Management, Handoff, Power Control And Link Adaptation In Distributed-Input Distributed-Output (DIDO) Communication Systems」的美國申請序列號12/802,988。

【0063】 標題為「System And Method For Link adaptation In DIDO Multicarrier Systems」的美國申請序列號12/802,975。

【0064】 標題為「System And Method For Managing Inter-Cluster Handoff Of Clients Which Traverse Multiple DIDO Clusters」的美國申請序列號12/802,974。

【0065】 標題為「System And Method For Power Control And Antenna Grouping In A Distributed-Input-Distributed-Output (DIDO) Network」的美國申請序列號12/802,958。

【0066】 標題為「System and Method For Distributed Antenna Wireless Communications」的2016年7月5日授予之美國專利第9,386,465號。

【0067】 標題為「Systems And Methods To Coordinate Transmissions In Distributed Wireless Systems Via User Clustering」的2016年6月14日授予之美國專利第9,369,888號。

【0068】 標題為「System and Methods to Compensate for Doppler Effects in Distributed-Input Distributed Output Systems」的2016年4月12日授予之美國專利第9,312,929號。

【0069】 標題為「Systems and Methods for Wireless Backhaul in Distributed-Input Distributed-Output Wireless Systems」的2015年3月24日授予之美國專利第8,989,155號。

【0070】 標題為「System and Method for Adjusting DIDO Interference Cancellation Based On Signal Strength Measurements」的2015年3月3日授予之美國專利第8,971,380號。

【0071】 標題為「System and Method for Distributed Input Distributed Output Wireless Communications」的2014年2月18日授予之美國專利第8,654,815號。

【0072】 標題為「System and Method for DIDO Precoding Interpolation in Multicarrier Systems」的2013年10月29日授予之美國專利第8,571,086號。

【0073】 標題為「Systems and Methods To Coordinate Transmissions In Distributed Wireless Systems Via User Clustering」的2013年9月24日授予之美國專利第8,542,763號。

【0074】 標題為「System and Method for Distributed Input Distributed Output Wireless Communications」的2013年4月23日授予之美國專利第8,428,162號。

【0075】 標題為「System And Method For Adjusting DIDO Interference Cancellation Based On Signal Strength Measurements」的2012年5月1日授予之美國專利第8,170,081號。

【0076】 標題為「System and Method for Distributed Input-Distributed Output Wireless Communications」的2012年4月17日授予之美國專利第8,160,121號；

【0077】 標題為「System and Method For Enhancing Near Vertical Incidence Skywave (「NVIS」) Communication Using Space-Time Coding」的2011年2月8日授予之美國專利第7,885,354號。

【0078】 標題為「System and Method For Spatial-Multiplexed Tropospheric Scatter Communications」的2010年5月4日授予之美國專利第7,711,030號；

【0079】 標題為「System and Method for Distributed Input Distributed Output Wireless Communication」的2009年12月22日授予之美國專利第7,636,381號；

【0080】 標題為「System and Method for Distributed Input Distributed Output Wireless Communication」的2009年12月15日授予之美國專利第7,633,994號；

【0081】 標題為「System and Method for Distributed Input Distributed Output Wireless Communication」的2009年10月6日授予之美國專利第7,599,420號；

【0082】 標題為「System and Method for Distributed Input Distributed Output Wireless Communication」的2008年8月26日授予之美國專利第7,418,053號。

【0083】 本發明揭示用於現用(actively used)的頻譜內之同時頻譜使用之系統及方法。一些實施例利用由本專利受讓人先前揭示的分布式輸入分布式輸出及MU-MAS技術。以下章節1及章節2中之揭露內容對應於標題為「Systems and Methods for Mapping Virtual Radio Instances into Physical Areas of Coherence in Distributed Antenna Wireless Systems」的2014年2月7日申請之美國臨時申請序列號61/937,273中的揭露內容且係關於本發明。以下章節3及章節4中之揭露內容對應於標題為「System and Methods for Concurrent Spectrum Usage Within Actively Used Spectrum」的2014年4月16日申請之美國臨時申請序列號61/980,479中的揭露內容且亦係關於本發明。

1.用於將VRI映射至相干區中之系統及方法

【0084】 本發明之一個實施例揭示用以透過虛擬無線電實例(VRI)在一網路與一無線鏈路中之複數個相干區之間傳遞相同頻段內之多個同時互不干擾的資料串流之系統及方法。在一個實施例中，該系統是如圖1中所描繪之一多使用者多天線系統(MU-MAS)。圖1中之顏色編碼單元展示如下文中所描述之資料源101、VRI 106與相干區103之間的一對一映射。

1.1系統架構之概述

【0085】 在圖1中，資料源101是攜帶web內容之資料檔案或串流，或者是本地或遠端伺服器中之檔案，諸如本字、影像、聲音、視訊或彼等之組合。一或多個資料檔案或串流在網路102與無線鏈路110中之每一相干區103之間發

送或接收。在一個實施例中，該網路是網際網路或任何有線線路或無線區域網路。

【0086】 相干區(area of coherence)是空間中之一體積，在其中，來自MU-MAS之不同天線的波形以一方式相干地相加，使得在彼相干區內僅接收一個VRI之資料輸出112，而不受到在相同無線鏈路上同時發送之來自其他VRI之其他資料輸出的任何干擾。在本申請案中，吾等使用「相干區」之用語來描述如吾等的先前專利申請案[標題為「Systems and Methods to Exploit Areas of Coherence in Wireless Systems」的美國申請序列號13/232,996]中所描述之相干體積或私有小區（例如，「pCells™」103）。在一個實施例中，相干區對應於使用者設備(UE)111或無線網路之用戶的位置，以使得每一用戶與一或多個資料源101相關聯。相干區之大小及形狀可取決於傳播條件以及用來產生該等相干區的MU-MAS預編碼技術之類型而改變。在本發明之一個實施例中，在以良好鏈接可靠性向使用者傳遞內容的同時，MU-MAS預編碼器動態地調整相干區之大小及形狀以適應於變化的傳播條件。

【0087】 資料源101首先經由網路102被發送至DIDO無線電存取網路(DRAN)104。然後，DRAN將資料檔案或串流轉換成可由UE接收之資料格式且將該等資料檔案或串流同時發送至複數個相干區，以使得每一UE接收其自己的資料檔案或串流而不受到發送至其他UE之其他資料檔案或串流的干擾。DRAN由作為網路與VRI 106之間的介面之一閘道器105所組成。VRI將閘道器所路由之封包轉換成作為原始資料或呈一封包或訊框結構之資料串流112，該等資料串流經饋送至MU-MAS基帶單元。在一個實施例中，VRI包含由若干層組成之開放系統互連(OSI)協定堆疊：應用層、表達層、交談層、傳輸層、網路層、資

料鏈路層及實體層，如圖2a中所描繪。在另一實施例中，VRI僅包含OSI層之一子集。

【0088】 在另一實施例中，VRI由不同無線標準定義。舉例而言，但並非限制，第一VRI由來自GSM標準之協定堆疊組成、第二VRI來自3G標準、第三VRI來自HSPA+標準、第四VRI來自LTE標準，而第五VRI來自LTE-A標準及第六VRI來自Wi-Fi標準。在例示性實施例中，VRI包含由LTE標準定義之控制平面或使用者平面協定堆疊。使用者平面協定堆疊展示於圖2b中。每一UE 202透過PHY、MAC、RLC及PDCP層與其自己的VRI 204通訊，其中間道器203係透過IP層且網路205係透過應用層。對於控制平面協定堆疊而言，UE亦透過NAS（如LTE標準堆疊中所定義）層直接與移動性管理實體(MME)通訊。

【0089】 虛擬連接管理器(VCM)107負責指派UE之PHY層識別（例如，小區特定無線電網路臨時識別符，RNTI）、VRI及UE之鑑證及移動性。VRI之輸出處的資料串流112經饋送至虛擬無線電管理器(VRM) 108。VRM包含一排程器單元（其排程不同UE之DL（下行鏈路）及UL（上行鏈路）封包）、一基帶單元（例如，包含FEC編碼器/解碼器、調變器/解調器、資源網格建立器）及一MU-MAS基帶處理器（包含用於實施預編碼操作之預編碼邏輯）。在一個實施例中，資料串流112是圖2b中之PHY層的輸出處之I/Q樣本，該等樣本由MU-MAS基帶處理器處理。在一不同實施例中，資料串流112是發送至一排程器單元的MAC、RLC或PDCP封包，該排程器單元將該等封包轉遞至一基帶單元。基帶單元將封包轉換成饋送至MU-MAS基帶處理器之I/Q。

【0090】 MU-MAS基帶處理器是VRM之核心，其將M個I/Q樣本自M個VRI轉換成發送至N個存取點(AP)109之N個資料串流113。在一個實施例中，資

料串流113是透過無線鏈路110自AP 109傳輸之N個波形的I/Q樣本。在此實施例中，AP由ADC/DAC、RF鏈及天線組成。在一不同實施例中，資料串流113是資訊之位元及MU-MAS預編碼資訊，其等在AP處組合以產生透過無線鏈路110發送之N個波形。在此實施例中，每一AP配備有CPU、DSP或SoC以便在ADC/DAC單元之前執行額外的基帶處理。

1.2 支援移動性及交遞

【0091】 只要UE在AP所到達之範圍內，至此所描述之系統及方法即作用。當UE行進遠離AP覆蓋區時，鏈路可終止且DRAN 301無法產生相干區。為延伸覆蓋區，系統可藉由增加新AP而逐步演進。然而，VRM中可能不存在足夠的處理能力足以支援新AP，或可能存在將新AP連接至相同VRM的實際安裝問題。在此等情形中，必需增加相鄰的DRAN 302及303以支援新AP，如圖3中所描繪。

【0092】 在一個實施例中，一給定UE位於由第一DRAN 301及相鄰DRAN 302服務之覆蓋區中。在此實施例中，相鄰DRAN 302僅為該UE執行MU-MAS基帶處理，連同來自第一DRAN 301之MU-MAS處理。相鄰DRAN 302並未針對該給定UE處置任何VRI，因為彼UE之VRI已在第一DRAN 301內運行。為實現第一DRAN與相鄰DRAN之間的聯合預編碼，透過雲端VRM 304及鏈路305，在第一DRAN 301中之VRM與相鄰DRAN 302中之VRM之間交換基帶資訊。鏈路305是可支援適當連線品質（例如，足夠低的延時及適當資料速率）以避免MU-MAS預編碼之效能降級的任何有線線路（例如，光纖、DSL、電纜）或無線鏈路（例如，視線鏈路(line-of-sight link)）。

【0093】 在一不同實施例中，一給定UE移出第一DRAN 301之覆蓋區並移入相鄰DRAN 303之覆蓋區。在此實施例中，與彼UE相關聯之VRI自第一DRAN 301「傳送(teleported)」至相鄰DRAN 303。VRI被傳送或「VRI傳送(VRI teleportation)」指的是，VRI狀態資訊自DRAN 301轉移至DRAN 303，且VRI停止在DRAN 301內執行且開始在DRAN 303內執行。理想地，從經傳送VRI所服務之UE的視角，VRI傳送發生的足夠快，以使它在其來自VRI之資料串流中未經歷任何間斷。在一個實施例中，若VRI在經傳送之後在經完全執行之前存在延遲，則在VRI傳送開始之前，令彼VRI所服務之UE置於一狀態中，在該狀態中，該UE將不會終止其連接或以其他方式進入一非所要狀態直至VRI在相鄰DRAN 303處啟動為止，且UE再一次由一執行VRI來服務。「VRI傳送」係藉由雲端VCM 306所實現，該雲端VCM將第一DRAN 301中之VCM連接至相鄰DRAN 303中之VCM。VCM之間的有線線路或無線鏈路307不具有與VRM之間的鏈路305相同的限制性約束，因為它們僅攜帶資料且不影響MU-MAS預編碼之效能。在本發明之相同實施例中，在第一DRAN 301與相鄰DRAN 303之間採用額外的鏈路305以連接它們的VRM，該等VRM可支援適當的連線品質（例如，足夠低的延時及適當資料速率）以避免MU-MAS預編碼之效能降級。在本發明之一個實施例中，第一DRAN及相鄰DRAN之間閘道器連接至雲端閘道器308，該雲端閘道器管理跨DRAN的所有網路位址（或IP位址）轉換。

【0094】 在本發明之一個實施例中，VRI傳送發生在本申請案中所揭示之DRAN網路與任何相鄰無線網路401之間，如圖4中所描繪。舉例而言，但並非限制，無線網路401是任何習知蜂巢式網路（例如，GSM、3G、HSPA+、

LTE、LTE-A) 或無線區域網路 (WLAN, 例如, Wi-Fi)。當VRI自DRAN傳送至相鄰無線網路401, UE在兩個網路之間交遞且其無線連接可繼續。

【0095】 在一個實施例中, 相鄰無線網路401是圖5中所展示之LTE網路。在此實施例中, 雲端VCM 502連接至LTE移動性管理實體(MME)501。關於在LTE與DRAN網路之間的每一UE交遞之識別、鑑證及移動性的所有資訊在MME 501與雲端VCM 502之間交換。在相同實施例中, MME經連接至一或多個eNodeB 503, 該等eNodeB經由無線蜂巢式網路連接至UE 504。eNodeB經由服務閘道器(S-GW)505及封包資料網路閘道器(P-GW)506連接至網路507。

2.用於DL及UL MU-MAS處理之系統及方法

【0096】 一般的下行鏈路(DL)無線鏈路是由攜帶用於整個小區之資訊的廣播實體通道及具有用於給定UE之資訊及資料的專用實體通道所組成。例如, LTE標準定義諸如P-SS及S-SS (用於在UE處之同步)、MIB及PDCCH之廣播通道, 以及諸如PDSCH之用於將資料攜帶至給定UE的通道。在本發明之一個實施例中, 所有LTE廣播通道 (例如, P-SS、S-SS、MIB、PDCCH) 經預編碼以使得每一UE接收其自己的專用資訊。在一不同實施例中, 部分的廣播通道經預編碼而部分則未經預編碼。舉例而言, 但並非限制, PDCCH含有廣播資訊以及專用於一個UE之資訊, 諸如用以將UE指向至在DL及上行鏈路(UL)通道上使用之資源塊(RB)的DCI 1A及DCI 0。在一個實施例中, PDCCH之廣播部分未經預編碼, 而含有DCI 1A及DCI 0之部分則以一方式經預編碼使得每一UE獲得其自己的關於攜帶資料之RB的專用資訊。

【0097】 在本發明之另一實施例中，預編碼經應用於所有資料通道或僅部分資料通道，諸如LTE系統中之PDSCH。藉由在整個資料通道上應用預編碼，本申請案中所揭示之MU-MAS的一個實施例將完整頻寬分配給每一UE，且複數個UE之複數個資料串流經由空間處理而分離。然而，在一般情境中，大多數（若並非所有）UE不需要完整頻寬（例如，每UE ~70 Mbps，用於20 MHz之頻譜中的TDD組態#2之峰值資料速率）。然後，本申請案中之MU-MAS的一個實施例如在OFDMA系統中般細分多個塊中的DL RB，且將各塊指派給UE之一子集。相同塊內之所有UE經由MU-MAS預編碼分離。在另一實施例中，MU-MAS將不同DL子訊框分配給UE之不同子集，從而如在TDMA系統中般劃分DL。在又一實施例中，MU-MAS如在OFDMA系統中般在UE之子集間細分多個塊中的DL RB，且亦如在TDMA系統中般將不同DL子訊框分配給UE的不同子集，因此利用OFDMA及TDMA兩者來劃分流通量。例如，若存在10個AP 是為20 MHz的TDD組態#2，則存在 $70 \text{ Mbps} * 10 = 700 \text{ Mbps}$ 之總DL容量。若存在10個UE，則各UE可同時接收70 Mbps。若存在200個UE，且欲均等地劃分總流通量，則使用OFDMA、TDMA或其組合，將200個UE劃分成20個具有10個UE的群組，藉此各UE將接收 $700 \text{ Mbps}/200 = 3.5 \text{ Mbps}$ 。舉另一實例，若10個UE需要20 Mbps，且其他UE平均地共用剩餘流通量，則700 Mbps中的 $20 \text{ Mbps} * 10 = 200 \text{ Mbps}$ 將用於10個UE，留下 $700 \text{ Mbps} - 200 \text{ Mbps} = 500 \text{ Mbps}$ 在剩餘的 $200 - 10 = 190$ 個UE之間分配。因而，剩餘的190個UE之各者將接收 $500 \text{ Mbps}/190 = 2.63 \text{ Mbps}$ 。因此，在MU-MAS系統中可支援遠多於AP之UE，且所有AP之總流通量可在許多UE之間分配。

【0098】 在UL通道中，LTE標準定義諸如TDMA或SC-FDMA之習知多重存取技術。在本發明之一個實施例中，以將UL授權指派給不同UE以實現TDMA及SC-FDMA多重存取技術之方式，在DL上實現MU-MAS預編碼。因而，總UL流通量可在遠多於所存在AP之UE之間分配。

【0099】 當存在比AP更多的UE且在該等UE之間分配總流通量時，如上所述，在一個實施例中，MU-MAS系統對於各UE支援一VRI，且VRM控制該等VRI以使得VRI利用與用以細分總流通量之所挑選OFDMA、TDMA或SC-FDMA系統相一致的RB及資源授權。在另一實施例中，一或多個個別VRI可支援多個UE，且經由OFDMA、TDMA或SC-FDMA技術管理流通量在此等UE之間的排程。

【0100】 在另一實施例中，取決於系統之策略及效能目標，流通量之排程係使用許多先前技術中之任何技術而基於使用者要求之負載平衡。在另一實施例中，排程係基於針對特定UE（例如，針對一特定層級的服務付費從而保證某些流通量位準）或針對特定資料類型（例如，用於電視服務之視訊）之服務品質(QoS)需求。

【0101】 在一不同實施例中，應用UL接收天線選擇以改良鏈路品質。在此方法中，基於由UE（例如，SRS、DMRS）發送之傳訊資訊在VRM處估計UL通道品質，且VRM決定用於UL上之不同UE的最佳接收天線。然後VRM對每一UE指派一個接收天線以改良其鏈路品質。在一不同實施例中，利用接收天線選擇來減少由於SC-FDMA方案所致的頻段之間的交叉干擾。此方法之一個顯著優點在於，UE將在UL上僅對最靠近其位置的AP進行傳輸。在此情境中，UE可顯著地減小其用以達到最靠近的AP之傳輸功率，從而提高電池壽命。在

相同實施例中，對UL資料通道及對UL傳訊通道利用不同的功率比例因數。在一個例示性實施例中，與資料通道相比，UL傳訊通道（例如，SRS）之功率增加以允許來自許多AP之UL CSI估計及MU-MAS預編碼（利用TDD系統中之UL/DL通道互易性），同時仍然限制UL資料傳輸所需之功率。在相同實施例中，UL傳訊通道及UL資料通道之功率位準係基於傳輸功率控制方法經由DL傳訊由VRM調整，該等方法等化去往/來自不同UE之相對功率。

【0102】 在一不同實施例中，在UL接收器處應用最大比值合併(MRC)以改良自每一UE至複數個AP之信號品質。在一不同實施例中，將逼零(ZF)或最小均方誤差(MMSE)或連續干擾消除(SIC)或其他非線性技術或如用於DL預編碼之相同預編碼技術應用於UL，以便區分自不同UE之相干區接收的資料串流。在相同實施例中，將接收空間處理應用於UL資料通道（例如，PUSCH）或UL控制通道（例如，PUCCH）或兩者。

3. 用於現用的頻譜內之同時頻譜使用的系統及方法

【0103】 如以上於先前技術章節中所詳細描述，以及圖6及圖7中所展示，行動資料使用已自大部分為對稱的語音資料顯著地改變成高度不對稱的非語音資料，具體而言諸如視訊串流之媒體。全世界的大多數行動LTE部署是FDD LTE，其實體層結構在圖8之上半部中繪示，FDD LTE具有固定、對稱上行鏈路（「UL」）及下行鏈路（「DL」）通道，且因此，隨著DL通道已隨DL資料相對於UL資料之指數性增長變得日益壅塞，UL資料通道已日益未經充分利用。

【0104】 LTE標準亦支援TDD LTE（亦稱為「TD-LTE」），其實體層結構在圖8之下半部中繪示，且行動通訊營運商可將UL通道及DL通道選擇為對稱（如此圖解中所展示）或不對稱（例如，其中有更多的子訊框分配給DL通道或UL通道），且因此，隨著DL通道已隨DL資料相對於UL資料之指數性增長變得日益壅塞，行動通訊營運商可選擇分配比UL更多的子訊框給DL。例如，在一個組態中，TD-LTE支援8:1 DL:UL比率，對DL分配之子訊框是對UL分配的8倍。

【0105】 除TD-LTE在一個通道中是雙向的以外，TD-LTE及FDD LTE之結構及細節幾乎完全相同。在兩種模式中，每一訊框具有10 ms持續時間且由各為1 ms的十個子訊框組成。調變及編碼方案幾乎完全相同，且協定堆疊之上層實際上是相同的。在兩種情況下，用於使用者設備（「UE」）裝置（例如，行動電話、平板）之時間及頻率參考係由eNodeB（LTE基站協定堆疊）提供至所有裝置（經由具有FDD LTE之DL通道且在具有TD-LTE之DL子訊框期間）。

【0106】 值得注意的是，在FDD及TDD LTE兩者的情況下，網路可經組態以使得UE可僅在由eNodeB給定用以傳輸UL資料之授權時才傳輸經由DL傳輸接收之UL資料。因而，eNodeB不但控制它何時傳輸DL資料，而且亦控制UE何時可傳輸UL資料。

【0107】 亦值得注意的是，在一LTE FDD UE的情況下，其接收器僅調諧至其DL通道且沒有任何接收器調諧至其UL通道。因而，一FDD UE對於由另一裝置在其UL通道中傳輸之任何事物皆為「耳聾(deaf)」。

【0108】 並且，在全部LTE UE的情況下，無論是FDD或TDD，即使在其接收器經調諧至一特定通道的情況下，除維持其時間基準及至網路之連接、

或指引其應在何時以何頻率接收資料之意欲用於所有UE（或用於一給定UE）的某些控制信號以外，它們忽略非意欲用於其等之DL資料。或者，換言之，唯一與一LTE UE相關的DL資料是為控制資訊之資料或是針對該UE之資料。在其他時間期間，無論通道是以DL用於至另一UE、完全未利用或用於不屬於LTE標準的目的，UE對不是控制資訊或針對彼UE之DL資料的任何DL傳輸皆為「耳聾」。因此，無論是FDD或TDD，LTE接收器僅接收意欲用於所有UE或用於一給定UE之控制資料、或接收用於一給定UE之資料。DL通道中之其他傳輸則被忽略。

【0109】 圖9繪示一FDD及TDD網路可如何同時利用作用地利用的FDD頻譜。標記為「FDD LTE 910」之頂部兩行方框繪示上行鏈路（「UL」）及下行鏈路（「DL」）通道兩者中之由十個1 ms子訊框間隔組成的一個LTE訊框間隔(10 ms)。此圖解展示不對稱資料傳輸之類型，此類型在DL資料遠比UL資料多更多的情形中愈來愈典型（例如，下行鏈路串流視訊）。具有實心輪廓且填滿斜線的方框（例如，方框912及方框911）表示其中資料正在傳輸之子訊框，具有虛線輪廓之空白方框（例如，方框914）表示其中無資料正在傳輸（亦即，在彼子訊框間隔期間通道中無傳輸）之「閒置」子訊框。方框911是10個DL子訊框中之2個，所有該等DL子訊框充滿資料。方框912展示具有資料的1個UL子訊框。並且方框914是不具有資料傳輸的9個閒置UL子訊框中之3個。

【0110】 圖9中標記為「TDD LTE 920」之中間兩行方框繪示由10個1 ms子訊框間隔組成之一個LTE訊框間隔(10 ms)，包括2個「特殊」子訊框間隔，但不同於FDD LTE 910行，TDD LTE 920行中之兩行方框互相共用相同頻譜，而且是共用與FDD上行鏈路相同的頻譜。此圖解展示其中存在傳輸資料的

4個DL子訊框及3個UL子訊框的不對稱資料傳輸。具有實心輪廓且填滿虛線的方框（例如，方框921、方框922及方框923）表示其中資料正在傳輸之子訊框，具有虛線輪廓之空白方框（例如，方框924）表示其中無資料正在傳輸（亦即，在彼子訊框間隔期間通道中無傳輸）之間置子訊框。方框921是4個DL子訊框中之1者，所有該等DL子訊框充滿資料。方框922展示3個UL子訊框中之1者，所有該等UL子訊框具有資料。方框924是1個空的閒置UL子訊框。

【0111】 圖9中標記為「FDD + TDD LTE 930」之第三個兩行方框繪示由10個1 ms子訊框間隔組成之一個LTE訊框間隔(10 ms)，包括2個「特殊」子訊框間隔，且展示FDD LTE 910系統及TDD LTE 920系統之同時操作，其中TDD LTE 920系統共用與FDD LTE 910上行鏈路相同的頻譜。兩個系統彼此不干擾，因為(a)在其中FDD LTE 910系統具有UL資料傳輸之子訊框間隔912期間，TDD LTE 920系統在其既非UL也非DL時具有一閒置間隔924，及(b)在其中TDD LTE 920系統具有UL或DL方向上之傳輸（例如，921、923及922）的子訊框間隔期間，FDD LTE 910系統具有無UL資料傳輸之間置UL間隔（例如，閒置UL子訊框914）。因此，兩個系統使用相同頻譜共存，且它們之間不具有干擾。

【0112】 對於用以同時使用相同頻譜之FDD LTE 910及TDD LTE 920網路而言，它們的操作必須藉由經設立以同時操作兩個頻譜共用網路之一個eNodeB、或藉由協調操作現有TDD LTE 920網路之一eNodeB及可為一第二eNodeB或與LTE時序及訊框結構相容之另一系統的一第二網路控制器來協調，諸如以上章節1及2中以及相關專利及申請案中所揭示之分布式輸入分布式輸出分布式天線MU-MAS C-RAN系統。在任何此等情況下，FDD LTE 910及TDD LTE 920系統之訊框必須依據時序、且依據子訊框資源分配來同步。例如，在

圖9的情況下，控制FDD LTE 910系統之系統將需要知道哪些子訊框是可用於UL之TDD UL子訊框（例如，將不會與在子訊框#0及#5上發送之TDD DL控制信號衝突，以便在UE處進行時間及頻率同步）且使用彼等子訊框中之一者用於其FDD UL子訊框912。若相同系統亦控制TDD LTE 920系統，則亦必須確保不在彼子訊框912期間排程來自一TDD裝置之UL，而若該系統不控制TDD LTE 920系統，則將必須通知控制TDD LTE 920系統之任何系統不可在彼子訊框912期間排程來自一TDD裝置之UL。當然，可能情況是，FDD LTE 910系統在一訊框時間期間需要多於一個UL子訊框，且若如此，其控制器將使用3個TDD LTE 920子訊框922中任何者或所有者用於其UL子訊框，從而適當地控制或通知，如以上所描述。注意，可能情況是，在一些10 ms訊框中，所有UL子訊框被分配給網路中之一者，而其他網路沒有得到UL子訊框。LTE裝置不期待能夠在每一訊框時間傳輸UL資料（例如，當LTE網路壅塞時，LTE裝置可能在其被授權甚至UL子訊框之一部分之前等待許多訊框時間），因此本發明之一個實施例將在一給定訊框中之所有可利用TDD LTE 920 UL子訊框由一個網路利用（亦即，使UL子訊框之其他網路「匱乏」）時起作用。然而，使一個網路匱乏達過多連續訊框或允許整體來說過少的UL訊框將導致不良網路效能（例如，低UL流通量、或高往返延時），並且在某些情況下，若附接至網路之LTE裝置設法傳輸UL資料，可判定網路不可用且斷開連接。因而，建立適當排程優先級及範例以平衡FDD LTE 910與TDD LTE 920網路之間的UL子訊框資源可導致最佳總體網路效能及使用者（及/或UE）體驗。

【0113】 可用於平衡UL子訊框資源（及滿足網路營運商優先順序）、不可在獨立FDD LTE系統中利用的一個工具是圖10中所展示之TDD LTE雙工組

態。圖9繪示TDD LTE 920系統TDD LTE雙工組態1，其中在10 ms訊框中的10個子訊框期間，存在4個UL子訊框、4個DL子訊框及2個特殊子訊框。如圖10中可見，存在若干TDD LTE雙工組態，其可取決於行動通訊營運商的需要及資料流量模式而使用，且用於使UL子訊框資源與FDD LTE 910網路需要平衡。隨著資料流量模式變化，TDD LTE雙工組態亦可隨時間推移而變化。任何TDD LTE雙工組態可與本發明之實施例一起使用。例如，在組態1中，如圖9中所展示，1個UL子訊框已分配給FDD網路，且3個UL子訊框已指派給TDD網路。若FDD網路突然需要更大UL流通量，則可在緊接的訊框時間為FDD分配2個UL子訊框，留下2個用於TDD。因此，切換FDD網路與TDD網路之間的UL子訊框分配可為極其動態的。

【0114】 注意，若需要，FDD LTE 910網路與TDD LTE 920網路之間的UL資源分配可甚至比子訊框基礎更為細微。將單個子訊框內之一些資源塊分配給FDD裝置且將其他資源塊分配給TDD裝置是可能的。例如，LTE標準採用SC-FDMA多重存取技術用於UL通道。因而，來自FDD裝置及TDD裝置之UL通道可經由SC-FDMA方案指派給相同子訊框內之不同資源塊。

【0115】 最後，在將是TDD LTE 920 DL或特殊子訊框的期間排程一FDD LTE 910 UL是可能的。一個考量是，由TDD LTE UE用以維持其連接且維持時序之TDD DL控制信號（例如，在子訊框#0及#5上發送之P-SS及S-SS廣播傳訊）必須由TDD LTE UE以足夠規律性接收，否則UE會斷開連接。

【0116】 圖11展示圖9中及以上所描述之相同概念，除共用通道是FDD DL通道，而非FDD UL通道之外。圖11使用來自圖9之相同的子訊框填充及外框標示方式，且如可見，FDD流量情況經反向，其中FDD LTE 1110 UL通道之

所有子訊框用於資料，而FDD LTE 1110 DL子訊框中之僅1者用於資料，而所有其他DL子訊框是「閒置」的且不傳輸資料。類似地，所有TDD LTE 1120 UL子訊框用於資料，而除了一個以外的所有TDD LTE 1120 DL子訊框用於資料，且在此情況下，TDD LTE 1120 LTE通道是與FDD LTE 1110 DL通道相同的頻率。組合後的FDD LTE 1110及TDD LTE 1120網路之結果在FDD + TDD LTE 1130通道中展示。正如圖9中之實例的情況，兩個網路可藉由單個控制器或藉由協調多個控制器之協調來控制，其中其等之間的排程由網路運營商確保兩個網路以對使用者及使用者裝置而言適當的效能按所需操作。

【0117】 注意，附接至FDD LTE 1110網路之FDD裝置依賴於用於控制及時序資訊以及用於資料之DL傳輸，且該等FDD裝置必須在足夠規律的基礎上接收充足的控制信號以保持連接。在本發明之一個實施例中，FDD裝置使用由TDD LTE 1120網路在DL子訊框（例如，子訊框#0及#5）上發送之廣播傳訊以獲得時間及頻率同步。在一不同實施例中，攜帶廣播傳訊之子訊框#0及#5被指派給FDD LTE 1110網路且用以在每一FDD裝置處導出時間及頻率同步。

【0118】 如上所述，雖然一般來說，FDD DL通道遠比FDD UL通道更壅塞，但行動通訊營運商可能有一些原因希望共用DL通道。例如，一些UL通道由頻譜管制主管機關限定為僅UL用途（例如，可能對於干擾相鄰頻段之輸出功率有所疑慮）。此外，一旦行動通訊營運商開始供應與其FDD頻譜相容之TDD裝置，則行動通訊營運商將可能發現此等裝置將比FDD裝置更有效率地使用頻譜，因而，可能中止FDD裝置之銷售。隨著舊FDD裝置被逐步替換且越來越多比例的裝置是TDD，運營商可能希望將其頻譜愈來愈多地分配給TDD裝置，但仍然維持與市場中剩餘FDD裝置之相容性。

【0119】 為此目的，隨著保持運作的FDD裝置愈來愈少，運營商可能決定使用UL頻段及DL頻段兩者用於TDD操作。此在圖12中繪示，其中FDD LTE 1210僅具有一個使用中的子訊框用於UL及一個用於DL，且剩餘部分為閒置。存在各自分別使用FDD LTE 1210 UL及DL通道之兩個TDD LTE網路1220及1230，從而產生共用兩個通道的三個網路，如FDD + TDD LTE 1240中所展示。相同的靈活性及約束性如先前所描述般適用，且可存在所有3個網路之單個控制器或多個控制器。兩個TDD網路可獨立操作，或藉由使用載波聚合技術操作。

【0120】 運營商亦可選擇完全放棄TDD，而在與現有FDD網路相同的頻譜中增添一第二FDD網路，但其中對換上行鏈路及下行鏈路通道。此在圖13中繪示，其中FDD LTE 1310網路係極不對稱地利用而偏好於DL通道，因此僅一個子訊框用於UL，而一第二FDD LTE 1320網路亦係極不對稱地利用而偏好於DL通道，但注意，在圖13中，將用於FDD LTE 1320之通道分配調換，其中FDD下行鏈路通道展示在FDD上行鏈路通道上方，與用於FDD LTE 1310之通道順序或如先前的圖中所展示之通道順序相反。在FDD LTE 1310及1320兩者的情況下，DL通道使一個DL子訊框閒置，該DL子訊框與由其他網路使用之一個UL訊框對應。當網路經組合成FDD + TDD LTE 1230中所展示者時，兩個通道中之所有子訊框是DL，除子訊框1231及1232之外。因此，90%的子訊框專用於DL，此最佳匹配行動流量模式，因為其與針對UL及DL之對稱頻譜分配相比已演進。

【0121】 此外，此結構令控制器（或數個控制器）能夠管理網路以依逐子訊框之基礎動態地改變分配給各網路的UL及DL子訊框之數目，從而提供極動態的UL/DL流量調適，儘管FDD裝置使用兩個網路。

【0122】 正如先前所描述之組合FDD/TDD網路的情況，適用於FDD模式的相同約束在於，LTE裝置必須接收足夠的控制及時序資訊以保持連接及正常操作，且該等LTE裝置需要足夠規律及適當數目之UL訊框。

【0123】 兩個FDD網路可獨立操作，或經由載波聚合操作。

【0124】 在另一實施例中，由一現存的現用網路（例如，在圖9、圖11、圖12及圖13中，FDD LTE 910、FDD LTE 1110、FDD LTE 1210、或FDD LTE 1310）之DL通道傳輸的控制資訊係由使用相同通道（例如，在圖9、圖11、圖12及圖13中，TDD LTE 920、TDD LTE 1120、TDD LTE 1220及TDD LTE 1230、或FDD LTE 1320）之一新網路（或數個網路）用以判定哪些子訊框及/或資源塊及/或其他間隔將為閒置。以此方式，新網路可判定其何時能夠傳輸（無論DL或UL）而不干擾現存的現用網路。此實施例可使得能夠同時使用現存的現用網路之頻譜而不需對現存的現用網路進行任何修改或依賴於對現存的現用網路之控制器的任何特殊連接，因為此僅僅是讓新網路之控制器自現存的現用網路接收已存在DL傳輸中之物。在另一實施例中，對現存的現用網路的唯一修改係確保其使得新網路能夠傳輸必要的控制及時序資訊以維持與UE之連接。例如，現存的現用網路可經組態以不在正傳輸必要的時序及同步資訊的時間期間進行傳輸，但其他方面的操作未經修改。

【0125】 雖然上述同時支援相同頻譜中的網路之實施例係使用LTE標準為例，但類似技術也可與其他無線協定一起使用。

4.將分布式天線MU-MAS與現用的頻譜同時使用

【0126】 如章節1及2中以及相關專利及申請案中所揭示之分布式天線MU-MAS技術（統稱為「DIDO」）顯著地增加無線網路之容量、提高可靠性及每裝置的流通量、並且也使得降低裝置之成本成為可能。

【0127】 一般而言，DIDO在TDD網路中比在FDD網路中更有效率地操作，因為UL及DL處於相同通道中，且因此，於UL通道中接收之訓練傳輸可用以藉由利用通道互換性導出用於DL通道之通道狀態資訊。此外，如上所述，TDD模式固有地較佳適應行動資料之不對稱性，從而允許更有效率的頻譜利用。

【0128】 鑑於世界當前的LTE部署大多數是FDD，藉由利用章節3中所揭示之技術，可能在現用於FDD之頻譜中部署TDD網路，且DIDO可與該新TDD網路一起使用，從而顯著地增加頻譜之容量。此舉之特別顯著之處在於，UHF頻率比微波頻率傳播得更好，但大多數UHF行動頻率已由FDD網路使用。藉由將基於DIDO的TDD網路與現有FDD網路組合於UHF頻譜中，可部署格外有效率的TDD網路。例如，頻段44是自703-803 MHz的TDD頻段，在美國覆蓋大量700 MHz FDD頻段。頻段44裝置可在與700 MHz FDD裝置相同的頻譜中同時使用，從而在最佳頻譜中實現DIDO TDD。

【0129】 DIDO未對以上所描述之頻譜組合技術添加顯著的新約束。圖1中所展示之DRAN 104將按照以上所描述之子訊框（或資源塊）共用技術替換覆蓋區中之現有eNodeB、或與現有eNodeB 401協調，如圖4中所展示。

【0130】 注意，若DIDO系統控制整個系統且提供用於FDD網路之eNodeB，則DIDO可使用諸如來自FDD裝置之SRS UL的訓練信號，以便經由空間處理同時解碼來自多個現有FDD裝置且在相同頻段內之UL，從而顯著地增加現有FDD UL通道之頻譜效率及亦減小所需UL功率（及/或接收較佳信號品質），因為分布式DIDO AP可能比單個蜂巢式基站更靠近UE且亦可利用信號組合技術，諸如先前針對DIDO所描述之最大比值合併(MRC)或其他技術。

【0131】 因此，DIDO可替換現有eNodeB且與DIDO TDD裝置同時使用現有頻譜，而亦將DIDO之益處應用於已部署之現有FDD裝置的UL。

5.減輕現用頻譜中之干擾

【0132】 如先前所示，當TDD網路經部署於已分配成FDD頻段之頻段中的UL或DL頻率中時，可能對於干擾相鄰頻段之輸出功率有所疑慮。此可因頻帶外發射(OOBE)干擾及/或接收器「阻塞」或接收器「降低靈敏度(desensitization)」引起。OOBE指所分配頻段以外的功率發射。OOBE一般在緊鄰於傳輸頻段之頻率中處於最高功率，且一般隨頻率變得與傳輸頻段更遙遠而減少。「接收器阻塞(receiver blocking)」或「接收器降低靈敏度(receiver desensitization)」是指接收器的前端放大器由於強大的頻帶外(out-of-band)信號之存在（一般在附近的頻段中）而損失對所需頻帶內(in-band)信號之靈敏度。

【0133】 當管制主管機關（例如，FCC）分配相鄰頻段中之頻譜以便由多個行動通訊營運商或其他頻譜使用者使用時，一般會定下規則以限制OOBE及功率位準，以使得行動裝置（例如，行動電話）及基站可經製造成在管制規定之時可用之技術所給出的實際規格。此外，考慮相鄰頻譜之現有使用

者及製造彼等裝置之規則。例如，頻譜之新分配可能考慮將較佳地容許OOBE以比在先前頻譜分配期間（在當時部署對OOBE及強大的頻帶外傳輸更敏感的較舊技術）所定技術更佳地拒絕強大的頻帶外傳輸之技術的可用性。因為替換前代基站及行動裝置往往不切實際，新部署必需遵循先前部署之OOBE及強大頻帶外傳輸限制。

【0134】 在FDD頻段中之TDD部署的情況下，存在必須遵循之額外約束。在一FDD對中，UL頻段或DL頻段之各者經分配，期望其分別為僅限UL傳輸或僅限DL傳輸。因為TDD交替地在UL及DL兩者中傳輸，則若TDD部署在先前分配成僅限UL頻段或僅限DL頻段之FDD頻段中操作，則會在非預期的傳輸方向上操作。因此，為確保TDD傳輸不干擾先前定義的相鄰頻譜中之FDD使用，先前定義的FDD使用之相反方向上的TDD傳輸必須滿足現有使用之發射需求。例如，若TDD部署於FDD UL頻段中，則TDD傳輸之UL部分應該沒有問題，因為UL是先前定義的使用之方向。但是，因為TDD傳輸之DL部分在先前定義的UL使用之相反方向上，所以TDD DL傳輸一般必須滿足針對UL傳輸定義之OOBE及強大頻帶外傳輸需求。

【0135】 在將TDD部署於UL頻段中的情況下，TDD傳輸之UL部分一般將是來自行動裝置（例如，行動電話）之傳輸。相鄰頻段中之FDD電話及相鄰頻段中之基站將已經設計來容許來自相鄰頻段中之行動電話的UL傳輸。例如，圖16a展示經劃分成子頻段A至G之FDD頻段7 UL頻段。在劃陰影子頻段E中操作之FDD行動電話及基站經設計以容許FDD子頻段A至D、F及G中之UL傳輸。因此，若在相鄰子頻段D（如TDD頻段41子頻段D中之圖16b中以劃陰影展

示，與FDD頻段7子頻段D相同的頻率)中操作TDD裝置，FDD頻段7行動電話及基站裝置將不具有頻段41子頻段D中之TDD傳輸的UL部分的問題。

【0136】 但是，TDD頻段41子頻段D中之DL傳輸不是FDD頻段7之分配中或經設計以在該頻段中操作之行動電話及基站中所預期的情形。在此依次考慮各裝置。

【0137】 在子頻段E中之FDD頻段7行動電話的情況下，其不太可能受相鄰TDD頻段41子頻段D中之基站DL傳輸的不利影響，因為行動電話的頻段7接收器經設計以拒絕來自在相鄰UL頻段中傳輸之其他行動電話的UL傳輸。在正常使用中，行動電話可距離彼此在幾英吋內操作（例如，若彼此緊挨著坐在體育場的兩個人都在打電話），從而導致入射到各電話之接收器上的極高傳輸功率。技術（例如，空腔濾波器）拒絕此類強大的鄰近頻段傳輸，從而使實體上靠近使用相鄰頻段之行動電話的行動電話能夠傳輸UL信號，而不會不利地影響相鄰行動電話之DL接收。

【0138】 但在子頻段E中操作之FDD頻段7基站的情況不同。其接收器經設計以接收來自FDD頻段7子頻段E中之行動裝置的UL，且拒絕來自相鄰FDD頻段7子頻段A至D、F及G中之行動裝置的UL。其亦經設計以拒絕圖16a中所展示之子頻段A'至H'中之頻段38 TDD子頻段H及頻段7 FDD DL中之DL傳輸。因此，FDD頻段7基站未經設計之僅有的情形是拒絕來自子頻段A至D、F及G中之其他基站的DL傳輸。吾等應考慮此情況。

【0139】 圖15a、圖15b、圖15c及圖15d考慮在子頻段D中傳輸的結構1501（例如，建築物、塔等）上之TDD頻段41基站(BTS)1510與在UL子頻段E中

接收且在DL子頻段E'中傳輸的結構1502上之FDD頻段7基站(BTS)1530之間的四個傳輸情形。在以下情形中：

- a. 15a：TDD BTS 1510與FDD BTS 1530之間不存在路徑，因為傳輸被建築物1505完全阻礙且建築物1505周圍不存在多路徑路由，且因此沒有TDD DL信號將到達FDD BTS 1530。
- b. 15b：TDD BTS 1510與FDD BTS 1530之間僅存在視線(Line of Sight, LOS)路徑。LOS路徑將導致極強大的TDD DL信號到達FDD BTS 1530。
- c. 15c：TDD BTS 1510與FDD BTS 1530之間存在非視線(Non-Line of Sight, NLOS)路徑，但不存在LOS路徑。雖然NLOS路徑可能是經由成確切角度之高效反射器（例如，大面金屬牆壁）以使得到達FDD BTS 1530之信號接近LOS信號之功率，但在真實世界情形中據統計不太可能存在接近LOS路徑之效率的NLOS路徑。相反地，在真實世界情形中可能的是，NLOS路徑將受到以各種角度反射及散射之物體以及較大或較少程度地吸收及折射信號之物體的影響。此外，根據定義，NLOS路徑比LOS路徑更長，從而導致較高路徑損耗。所有此等因素導致NLOS路徑中相對於LOS路徑的顯著路徑損耗。因此，據統計，在真實世界情形中可能的是，由FDD BTS 1530接收之TDD DL NLOS信號功率將比由FDD BTS 1530接收之TDD DL LOS信號功率少得多，如圖15b中所例示。
- d. 15d：TDD BTS 1510與FDD BTS 1530之間存在LOS路徑及NLOS路徑兩者。此情形實際上是情形15b及15c之總和，從而導致FDD BTS 1530接

收來自TDD BTS 1510之LOS路徑的極強大信號以及來自TDD BTS 1510之NLOS路徑的據統計很弱的信號之總和。

【0140】 考慮前一段落之四個情形，顯然情形15a根本沒有問題，因為沒有信號由FDD BTS 1530接收。NLOS情形15c導致一些TDD DL BTS 1510信號到達FDD BTS 1530，但據統計，該信號是比LOS信號弱很多的信號。此外，在其中NLOS路徑是高效反射器的不太可能但仍可能出現的情形中，則其往往可藉由現場規劃來減輕，例如，重定位或重指向TDD DL BTS 1510天線，以使得NLOS路徑不被有效率地反射。情形15b(LOS)及15d(LOS + NLOS)是有問題的情形，因為各者中的LOS分量導致相鄰頻段中之高功率信號，而FDD BTS 1530未經設計以容許此狀況。

【0141】 雖然情形15c及15d之NLOS分量必然會導致由相鄰UL頻段中之FDD BTS 1530接收的較低功率信號，但FDD BTS 1530經設計以例如使用空腔濾波器拒絕較低功率，大部分是來自行動裝置之整個UL頻段的NLOS信號。因此，若可減輕情形15b及15d之LOS分量，僅留下來自情形15c及15d之較低功率（例如，避免不太可能的高效反射）NLOS信號分量，則此將導致FDD BTS 1530僅在經設計容許之功率位準下接收UL頻段中之傳輸，且將因此實現來自UL頻段中之TDD BTS 1510的DL傳輸，而不擾亂FDD BTS 1530之操作。如先前所示，FDD UL頻段中之其他傳輸方向將不會擾亂相鄰頻段操作，且因此，若可減輕至FDD BTS 1530之TDD DL BTS 1510 LOS傳輸分量，則FDD UL頻段可用於TDD雙向操作而不擾亂相鄰頻段FDD操作。

【0142】 如相關專利及申請案中先前所揭示，諸如DIDO系統的多使用者多天線系統(MU-MAS)、以pCell™商標銷售之技術、或其他多天線系統能夠

利用來自使用者天線之位置的通道狀態資訊(CSI)知識在使用者天線之位置處合成相干信號、或在該位置處合成零位(null) (亦即, 零RF能量)。一般而言, 此類CSI由頻帶內(IB)訓練信號判定, 該頻帶內訓練信號自基站傳輸至使用者裝置 (在此情形中使用者裝置以CSI資訊回應) 或自使用者裝置傳輸至基站 (在此情形中基站利用互換性以使用者天線之位置判定CSI)。

【0143】 在一個實施例中, 如以上圖14中所描繪之MU-MAS系統及如以上章節1至4中所描述之操作, 估計各UE位置111處之CSI, 從而利用來自相應VRI 106(VRI₁, VRI₂, ... VRI_M) 之各者的信號在各UE位置111處合成相同頻段中之獨立pCell 103 (pCell₁, pCell₂, ... pCell_M)。除如以上章節1至4中所描述之估計各UE位置111處的CSI之外, 在此實施例中, MU-MAS系統亦估計結構1431至1433上所展示之各天線1403處的CSI, 且當其在各位置111處合成pCell 103, 其亦在各天線1403之位置處同時合成pCell 1411 (pCells 1..7、8..14、及(b-6)..b (統稱為pCells_{1..b})), 其中所有pCell在相同頻段中。但不同於各自含有來自其各別VRI之合成波形的pCell 103, 各pCell 1411是具有零RF能量之零位。

【0144】 在一個實施例中, 前一段落中所描述之零位pCell 1411藉由實例化VRI 1466進行合成, 該等VRI將平坦 (直流(DC_{1..b})) 信號輸入至VRM 108。在另一實施例中, 它們使用相關專利及申請案中先前揭示之技術在VRM內計算成零位位置, 以用於在天線位置處合成空信號 (零RF能量) 貢獻。

【0145】 當使用頻帶內 (「IB」) 訓練信號估計各天線1403之位置處的CSI時, 將使用章節1至4中以及相關專利及申請案中所述之技術得到高度準確的CSI估計。例如, 若pCell傳輸頻段係自2530至2540 MHz, 在圖16b中為頻段D, 若使用2530至2540之相同頻率範圍內的訓練信號, 則將得到高度準確

的CSI估計。但當使用頻帶外（「OOB」）信號（例如，2660至2670 MHz）而非IB信號（例如，2530至2540 MHz，在圖16a中為頻段E'）估計天線之位置處的CSI時，若通道在IB頻率與OOB頻率之間為「頻率平坦(frequency flat)」，則此類OOB CSI估計將僅為合理準確的。頻率平坦表示通道在IB頻率及OOB頻率兩者中平坦衰減，以使得IB頻率及OOB頻率之各者中的信號經歷相同量值的衰減。若IB頻率及OOB頻率具有選擇性衰減，亦即，IB頻率及OOB頻率之頻率分量經歷不相關的衰減，則使用自OOB信號獲得之CSI估計可能對於IB信號極不準確。因此，若圖16a之頻段E'相對於圖16b之頻段D為頻率平坦，則頻段E'中之訓練信號可用以獲得用於頻段D之高度準確的CSI。但是，若頻段E'相對於頻段D具有顯著的選擇性衰減，則來自頻段E'之訓練信號將不會導致用於頻段D之準確CSI。

【0146】 其中不存在NLOS分量（例如，如圖15b中所繪示）之自由空間中的純粹LOS信號係處於頻率平坦通道中。因此，若信號的唯一分量是LOS，則OOB信號可用以準確地估計用於使用者天線之位置處的IB信號之CSI。然而，在許多真實世界部署中，不存在純粹LOS信號，而是根本不存在信號（例如，圖15a）、僅存在NLOS信號（例如，圖15c）或組合LOS及NLOS信號（例如，圖15d）。

【0147】 若OOB信號經用以自TDD BTS天線1510之觀點估計FDD BTS 1530的天線之CSI，則下列是針對圖15a、圖15b、圖15c及圖15d中之情形的各者之結果：

- a. 15a：無信號，因此將不會得到CSI。
- b. 15b：僅限LOS(LOS-only)將導致一致地準確的CSI。

- c. 15c：由於自僅限NLOS(NLOS-only)通道之選擇性衰減的可能性，僅限NLOS將導致非一致地準確的CSI。
- d. 15d：LOS + NLOS，所得CSI將是CSI分量之組合，其中NLOS分量非一致地準確且LOS分量為一致地準確。

【0148】 吾等將自純LOS通道導出之CSI表示為 C_L 、將自純NLOS通道導出之CSI表示為 C_N 、且將自具有純LOS及純NLOS分量之組合的通道導出之CSI表示為 C_{LN} 。組合LOS及NLOS之CSI可因此公式化為 $C_{LN} = C_L + C_N$ 。

【0149】 在圖14中之存取點109(AP_{1..N})與天線1403之間的純LOS通道的情況下，則唯一的CSI分量是用於各天線1403之 C_L 。因為純LOS通道是頻率平坦的，若OOB信號用於導出CSI，則用於各天線1403之CSI將仍然準確。因此，當使用OOB信號導出CSI時，來自各AP 109之LOS信號將在各天線1403之位置處以高度準確性零化(nulled)，從而導致很少或沒有可由來自AP 109之傳輸的各天線1403偵測的信號。

【0150】 在AP 109與天線1403之間的純NLOS通道的情況下，則唯一的CSI分量是用於各天線1403之 C_N 。若OOB信號用於導出CSI，則取決於通道有多頻率平坦，用於各天線1403之CSI將更為準確或更不準確。因此，當使用OOB信號導出CSI時，來自各AP 109之NLOS信號將取決於通道頻率選擇性之程度完全零化（在完全頻率平坦通道的情況下）、部分零化、或完全不零化。在NLOS信號不零化的情況下，各天線1403將自AP 109接收NLOS信號之某種隨機總和。因此，可能存在自AP 109至天線1403之NLOS信號強度的一些減小，但NLOS信號強度將不比在未應用CSI來嘗試零化NLOS信號的情況下會接收之NLOS信號強度更高。

【0151】 在AP 109與天線1403之間的組合LOS及NLOS通道的情況下，則CSI是用於各天線1403之LOS及NLOS分量的組合 $C_{LN} = C_L + C_N$ 。若OOB信號用於導出CSI，則取決於通道有多頻率平坦，用於各天線1403之CSI的 C_L 分量將高度準確且用於 C_N 分量之CSI將更為準確或更不準確。CSI之 C_L 分量影響AP 109與天線1403之間的信號之LOS分量的零化，而CSI之 C_N 分量影響AP 109與天線1403之間的信號之NLOS分量的零化。因此，當使用OOB信號導出CSI時，取決於通道頻率選擇性之程度，來自各AP 109之LOS信號將完全一致地零化，而來自各AP 109之NLOS信號將較大或較小程度地零化。因此，總而言之，來自AP 109之傳輸的LOS分量將完全零化，且來自AP 109之傳輸的NLOS分量將不具有比在未應用CSI來嘗試零化NLOS信號的情況下會由天線1403接收之信號強度更大的信號強度。

【0152】 如以上先前所示，在圖15a、圖15b、圖15c及圖15d中所展示之情形中，有問題的情形是當TDD BTS 1510之LOS分量由FDD BTS 1530接收時。當TDD BTS 1510之NLOS分量由FDD BTS 1530接收時，其通常不是問題。考慮前述段落中所描述之MU-MAS實施例：若TDD BTS 1510是來自圖14的AP 109中之一者，且FDD BTS 1530是天線1403中之一者，則若用以判定天線1403之CSI的訓練信號是IB信號，則來自TDD BTS 1530之傳輸將在FDD BTS 1530處完全零化。若用以判定用於天線1403之CSI的訓練信號是OOB信號，則來自TDD BTS 1530之LOS傳輸將在FDD BTS 1530處完全零化，自TDD BTS 1530至FDD BTS 1530之NLOS傳輸將不會比未應用CSI來嘗試零化NLOS信號的情況更壞。因此，來自天線1530之OOB訓練信號將完全零化來自天線1510之傳輸的任

何LOS分量，但既不會可靠零化來自天線1510之傳輸的任何NLOS分量也不會使其更強。

【0153】 因為僅自天線1510傳輸之信號的LOS分量有問題且其已零化，並且天線1510之NLOS分量沒有問題且將不會變得更壞，吾等因此具有一實施例，其中TDD BTS 1530可在FDD UL頻譜中在諸如圖14中所展示者的MUMAS系統中操作，而不顯著地擾亂相鄰頻段FDD BTS之接收器效能，前提是來自FDD BTS之至少一OOB信號係可利用的。

【0154】 在許多FDD系統的情況下，此類OOB信號實際上係可利用的。例如，在圖16a中，接收子頻段E中之UL的FDD BTS 1530同時傳輸子頻段E'中之DL。雖然資料流量可在DL子頻段中變化，但控制信號一般（例如，在LTE標準中）經反復傳輸。因此，至少，此等DL控制信號可用作為用於判定FDD BTS 1530之CSI的OOB訓練信號，利用相關專利及申請案中先前揭示之互換性技術，且應用自來自子頻段E'中之FDD BTS 1530（對應於圖14中之天線1403）的DL傳輸之通道互換性導出的CSI，以在子頻段D中之FDD BTS 1530（對應於圖14中之天線1403）處產生零位，此與位置111處的自TDD BTS 1510（對應於圖14中之AP 109）至UE之TDD DL傳輸同時。來自TDD BTS 1510（對應於圖14中之AP 109）之子頻段D TDD DL傳輸的LOS分量將在FDD BTS 1530（對應於圖14中之天線1403）處完全零化，而子頻段D TDD DL傳輸之NLOS分量將不會比其未零化LOS分量的情況更壞。

【0155】 除在TDD DL傳輸之頻寬內的FDD BTS位置1530之位置處產生用於TDD DL傳輸之零位之外，亦期望在FDD BTS位置處零化來自TDD DL傳輸之高功率OOBE。因為來自LOS分量之OOBE處於頻率平坦的通道中，則頻帶

內LOS分量之零化將亦零化來自LOS分量之OOBE。然而，在NLOS分量處於頻率選擇性通道中之情況下，NLOS分量之OOBE將不會零化，但其不會比來自NLOS之OOBE未嘗試零化LOS分量的情況更壞。LOS及NLOS傳輸之各者的OOBE之功率分別與頻帶內LOS及NLOS傳輸之功率成比例。因此，零化LOS傳輸之OOBE，以及使NLOS傳輸之OOBE不比其以其他方式解決最高功率及最有問題的OOBE分量LOS的情況更壞，將不會使較沒有問題的NLOS分量更壞。

【0156】 FDD基站一般具有用於分集、波束成形、MIMO或其他原因之多個天線。此情形在圖14中描繪，其中各結構1431至1433上存在多個天線1411。因此，一般而言，將存在多個FDD BTS天線1411，而非圖15a、圖15b、圖15c及圖15d中所描繪之單個FDD BTS天線1530。在任何此類天線正進行傳輸的情況下，則以上所描述及圖14中所描繪之MU-MAS系統將接收來自天線1411之各者的傳輸，其將被用以導出用於各天線之CSI及零化至該天線之AP 109傳輸的LOS分量。在另一實施例中，零位將僅針對BTS天線1411中之一些產生。例如，天線1411中之一些可能不用於UL接收，且將不必產生用於它們的零位。

【0157】 在以上實施例之大規模部署中，許多TDD BTS天線及相鄰子頻段FDD BTS天線將在整個大覆蓋區（例如，城市、地區、國家或大陸）分布。明顯地，並非所有天線將在彼此之範圍內，且因而將僅必需零化其功率位準足以干擾一給定FDD BTS天線的TDD BTS DL傳輸。在一個實施例中，VRM 108自TDD BTS DL AP 109接收來自FDD BTS天線1403之傳輸，且評估自TDD BTS AP 109入射到來自各TDD BTS AP 109之各FDD BTS天線1403上的功率位準。可使用各種手段進行此評估，包括利用通道互換性。VRM 108僅在FDD BTS天線1403處合成零位，該等FDD BTS天線將接收高於給定臨限值的OOBE

或接收器阻塞/接收器降低靈敏度功率。該臨限值可經設定成任何位準，包括但不限於經判定為干擾臨限或由頻譜管制所設立之臨限的臨限值。

【0158】 零位pCell 1411類似於傳輸信號之pCell 103之處在於，該等零位pCell需要計算資源及AP 109資源。因此，有利的是減少在整個覆蓋區上產生零位pCell所需的AP 109資源之數目。在另一實施例中，諸如相關專利及申請案中先前所揭示之彼等的分群技術可用以減少合成使用者裝置所需之pCell 103及在整個覆蓋區上零化天線1403所需之pCell 1411所需的AP 109之數目。

【0159】 以上所描述之實施例處理的是在不知道相鄰頻譜中之TDD操作的FDD DL天線處產生零位。在另一實施例中，FDD DL天線知道相鄰頻譜中之TDD操作且與TDD系統協作。在一個實施例中，FDD DL天線1403規律地傳輸TDD頻帶內之一訓練信號（例如，諸如LTE SRS信號），從而使圖14中之MU-MAS系統能夠具有用於判定FDD DL天線1403之準確CSI的IB參考。利用準確CSI，VRM 108將能夠合成用於LOS及NLOS分量兩者之零位，從而使極高功率TDD DL傳輸能夠在相鄰頻譜中使用，即使NLOS信號將零化。在另一實施例中，FDD DL傳輸與來自UE（諸如SRS）或TDD DL BTS之訓練信號為時序及/或頻率交錯。在另一實施例中，FDD DL天線1403亦在它們自己的UL頻譜（例如，選擇不存在同時UL活動之一時間）中傳輸IB訓練信號，其可由VRM 108用以判定OOBE CSI及產生用於NLOS以及LOS OOBE兩者之零位。

【0160】 在另一實施例中，天線1403是用於相鄰TDD頻譜中之TDD天線。當相鄰TDD系統在UL及DL中同步時，則最小化來自OOBE及接收器阻塞/接收器降低靈敏度之干擾，因為所有BST同時處於傳輸或接收模式。有時需要具有相鄰TDD系統操作而不同步DL及UL時間，例如，若相鄰網路需要不同DL

及UL比率或若它們具有不同延時需求，例如，若一個網路需要更頻繁的DL或UL間隔以減少往返延時。在此等情形中，相鄰頻段將同時以UL及DL使用。以上所描述之相同技術可用於一或兩個系統以便在DL間隔期間在其他系統之BST天線處合成零位。按照以上所描述之技術，可零化頻帶內及OOBE傳輸中之一或兩者，從而亦零化LOS分量或NLOS分量。

【0161】 在一個實施例中，用於圖14中之MU-MAS系統之相同頻譜用以提供地面無線服務，而其同時用作用於航空器之DL頻段（亦即，具有向天空引導之傳輸）。雖然MU-MAS系統意欲用於地面使用，但在航空器落在AP 109之天線場型內的情況下，自AP 109至航空器之路徑將是LOS或大部分是LOS，且可能可干擾至航空器之DL。藉由自航空器接收UL（亦即，指向地面之傳輸），VRM可使用先前所描述之技術將CSI導出至航空器天線，且因此在航空器天線之位置處合成零位。因為至航空器之路徑是LOS，CSI可相當準確，即使航空器UL信號是OOB。因此，以此方式，頻譜可與航空器DL同時使用。此為頻譜之極有效率使用，因為航空器不經常飛過，且若專門為航空器預留頻譜，則大多數時間將會是非現用的。

【0162】 在另一實施例中，連同地面UE，航空器之天線被視為一或多個UE，且當航空器飛入圖14中所展示之MU-MAS系統的範圍內時，該天線使用與任何其他UE相同之UL及DL容量。可在航空器上使用多個天線以增加容量。天線可彼此展開地定位在航空器上或航空器中，且可經極化以增加容量。航空器內之個人亦可在相同頻譜中使用他們自己的裝置（例如行動電話），從而連接至相同MU-MAS。MU-MAS將產生用於航空器天線及用於使用者UE之獨立pCell。

【0163】 本發明之實施例可包括以上已描述之各種步驟。該等步驟可體現於機器可執行指令中，該等機器可執行指令可用以致使一通用或專用處理器執行該等步驟。或者，此等步驟可藉由含有用於執行該等步驟之固線式邏輯的硬體組件執行、或藉由程式化電腦組件及定製硬體組件之任何組合執行。

【0164】 如本文中所描述，指令可指硬體之特定組態，諸如特定應用積體電路(ASIC)，其經組態以執行某些操作或具有儲存於體現於非暫時性電腦可讀媒體中之記憶體中的預定功能或軟體指令。因此，圖中所展示之技術可使用一或多個電子裝置上儲存及執行之代碼及資料來實施。此類電子裝置使用電腦機器可讀媒體儲存及傳達（內部地傳達及/或透過網路與其他電子裝置進行通訊）代碼及資料，該等電腦機器可讀媒體諸如非暫時性電腦機器可讀儲存媒體（例如，磁碟；光碟；隨機存取記憶體；唯讀記憶體；快閃記憶體裝置；相變記憶體）及暫時性電腦機器可讀通訊媒體（例如，電、光、聲或其他形式之傳播信號，諸如載波、紅外信號、數位信號等）。

【0165】 在此詳細描述全文中，出於解釋之目的，提出許多特定細節以便提供對本發明之徹底理解。然而，對所屬技術領域中具有通常知識者來說將為顯而易見的是，可在無此等特定細節中的一些的情況下實踐本發明。在某些情況下，未詳細描述熟知結構及功能以避免模糊本發明之標的。因此，本發明之範疇及精神應依據下列申請專利範圍來判斷。

【符號說明】

【0166】

101 資料源

- 102 網路
- 103 相干區/pCell
- 104 DIDO 無線電存取網路
- 105 閘道
- 106 VRI
- 107 虛擬連接管理器
- 108 虛擬無線電管理器/VRM
- 109 存取點/AP
- 110 無線鏈路
- 111 使用者設備/位置/UE 位置
- 112 資料串流
- 113 資料串流
- 202 UE
- 203 閘道
- 204 VRI
- 205 網路
- 301 DRAN/第一 DRAN
- 302 相鄰 DRAN
- 303 相鄰 DRAN/DRAN
- 304 雲端 VRM
- 305 鏈路
- 306 雲端 VCM

- 307 有線線路或無線鏈路
- 308 雲端閘道
- 401 相鄰無線網路/無線網路
- 501 LTE 移動性管理實體/MME
- 502 雲端 VCM
- 503 eNodeB
- 504 UE
- 505 服務閘道
- 506 封包資料網路閘道
- 507 網路
- 910 FDD LTE
- 911 方框
- 912 方框/子訊框間隔/FDD UL 子訊框/子訊框
- 914 閒置 UL 子訊框
- 920 TDD LTE
- 921 方框
- 922 方框/子訊框
- 923 方框
- 924 方框/閒置間隔
- 930 FDD + TDD LTE
- 1110 FDD LTE
- 1120 TDD LTE

1210 FDD LTE

1220 TDD LTE

1230 TDD LTE/FDD + TDD LTE

1231 子訊框

1232 子訊框

1240 FDD + TDD LTE

1310 FDD LTE

1320 FDD LTE

1403 天線

1411 pCell

1431 結構

1432 結構

1433 結構

1466 VRI

1501 結構

1502 結構

1505 建築物

1510 TDD BTS 天線/TDD 頻段 41 基站/TDD BTS

1530 FDD BTS/FDD頻段7基站

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種無線通訊的系統，其包含：

一第一無線網路，其以TDD模式操作且包含複數個無線收發站，該複數個無線收發站共用相同的小區ID而且共同地產生複數個同時互不干擾的經預編碼的資料串流至在相同頻帶內的複數個使用者設備，及

一第二無線網路，其以FDD模式操作且包含一個或複數個天線，

其中該第一無線網路在該複數個天線中之至少一者的位置處產生一個或複數個零射頻(RF)能量點。

【第2項】 如請求項1之系統，其中該等零RF能量點經產生以減輕自該第一無線網路至該第二無線網路之頻帶外發射(out-of-band emission, OOB)或阻塞。

【第3項】 如請求項1之系統，其中該第一無線網路係一使用預編碼以產生該等零RF能量點之多使用者多天線系統(MU-MAS)。

【第4項】 如請求項3之系統，其中預編碼係基於該第一無線網路之該複數個無線收發站與該第二無線網路之一個或該複數個天線之間的通道狀態資訊(CSI)而經計算。

【第5項】 如請求項4之系統，其中該CSI係使用頻帶內(in-band)或頻帶外(out-of-band)訓練信號而經估計，該等頻帶內或頻帶外訓練信號係在該等無線收發站與一個或該複數個天線之間的複數個無線鏈路上發送。

【第6項】 一種網路，其包含：

一第一無線網路，其以TDD模式操作且包含複數個無線收發站，該複數個無線收發站共用相同的小區ID而且共同地產生複數個同時互不干擾的經預編碼的資料串流至在相同頻帶內的複數個使用者設備，及

一第二無線網路，其以FDD模式操作且包含一個或複數個天線，

其中該第一無線網路在該複數個天線中之至少一者的位置處產生一個或複數個零射頻(RF)能量點，且

該第二無線網路不知道該第一無線網路之 TDD 操作。

【第7項】一種網路，其包含：

一第一無線網路，其以TDD模式操作且包含複數個無線收發站，該複數個無線收發站共用相同的小區ID而且共同地產生複數個同時互不干擾的經預編碼的資料串流至在相同頻帶內的複數個使用者設備，及

一第二無線網路，其以 FDD 模式操作且包含一個或複數個天線，

其中該第一無線網路在該複數個天線中之至少一者的位置處產生一個或複數個零射頻(RF)能量點，且

該第二無線網路知道該第一無線網路之 TDD 操作。

【第8項】一種網路，其包含：

一第一無線網路，其以TDD模式操作且包含複數個無線收發站，該複數個無線收發站共用相同的小區ID而且共同地產生複數個同時互不干擾的經預編碼的資料串流至在相同頻帶內的複數個使用者設備，及

一第二無線網路，其以 FDD 模式操作且包含一個或複數個天線，

其中該第一無線網路在該複數個天線中之至少一者的位置處產生一個或複數個零射頻(RF)能量點，且

該第一無線網路提供地面無線服務且該第二無線網路提供無線服務至航空器。

【第9項】一種透過一網路通訊之方法，該網路包含：

一第一無線網路，其包含複數個無線收發站，該複數個無線收發站共用相同的小區 ID，及

一第二無線網路，其包含一個或複數個天線，

該方法包含以下步驟：

使該第一無線網路以 TDD 模式操作，

由該第一無線網路產生複數個同時互不干擾的經預編碼的資料串流至在相同頻帶內的複數個使用者設備，

由該第一無線網路在該複數個天線中之至少一者的位置處產生一個或複數個零射頻(RF)能量點，及

使該第二無線網路以 FDD 模式操作。

【第10項】如請求項9之方法，其中該等零RF能量點經產生以減輕自該第一無線網路至該第二無線網路之頻帶外發射(OOBE)或阻塞。

【第11項】如請求項9之方法，其中該第一無線網路係一使用預編碼以產生該等零RF能量點之多使用者多天線系統(MU-MAS)。

【第12項】如請求項11之方法，其中預編碼係基於該第一無線網路之該複數個無線收發站與該第二無線網路之一個或該複數個天線之間的通道狀態資訊(CSI)而經計算。

【第13項】如請求項12之方法，其中該CSI係使用頻帶內或頻帶外訓練信號而經估計，該等頻帶內或頻帶外訓練信號係在該等無線收發站與一個或該複數個天線之間的複數個無線鏈路上發送。

【第14項】一種透過一網路通訊之方法，該網路包含：

一第一無線網路，其包含複數個無線收發站，該複數個無線收發站共用相同的小區 ID，及

一第二無線網路，其包含一個或複數個天線，

該方法包含以下步驟：

使該第一無線網路以 TDD 模式操作，

由該第一無線網路產生複數個同時互不干擾的經預編碼的資料串流至在相同頻帶內的複數個使用者設備，

由該第一無線網路在該複數個天線中之至少一者的位置處產生一個或複數個零射頻(RF)能量點，及

使該第二無線網路以 FDD 模式操作，

其中該第二無線網路不知道該第一無線網路之 TDD 操作。

【第15項】 一種透過一網路通訊之方法，該網路包含：

一第一無線網路，其包含複數個無線收發站，該複數個無線收發站共用相同的小區 ID，

一第二無線網路，其包含一個或複數個天線，

該方法包含以下步驟：

使該第一無線網路以 TDD 模式操作，

由該第一無線網路產生複數個同時互不干擾的經預編碼的資料串流至在相同頻帶內的複數個使用者設備，

由該第一無線網路在該複數個天線中之至少一者的位置處產生一個或複數個零射頻(RF)能量點，及

使該第二無線網路以 FDD 模式操作，

其中該第二無線網路知道該第一無線網路之 TDD 操作。

【第16項】 一種透過一網路通訊之方法，該網路包含：

一第一無線網路，其包含複數個無線收發站，該複數個無線收發站共用相同的小區 ID，及

一第二無線網路，其包含一個或複數個天線，

該方法包含以下步驟：

使該第一無線網路以 TDD 模式操作，

由該第一無線網路產生複數個同時互不干擾的經預編碼的資料串流
至在相同頻帶內的複數個使用者設備，

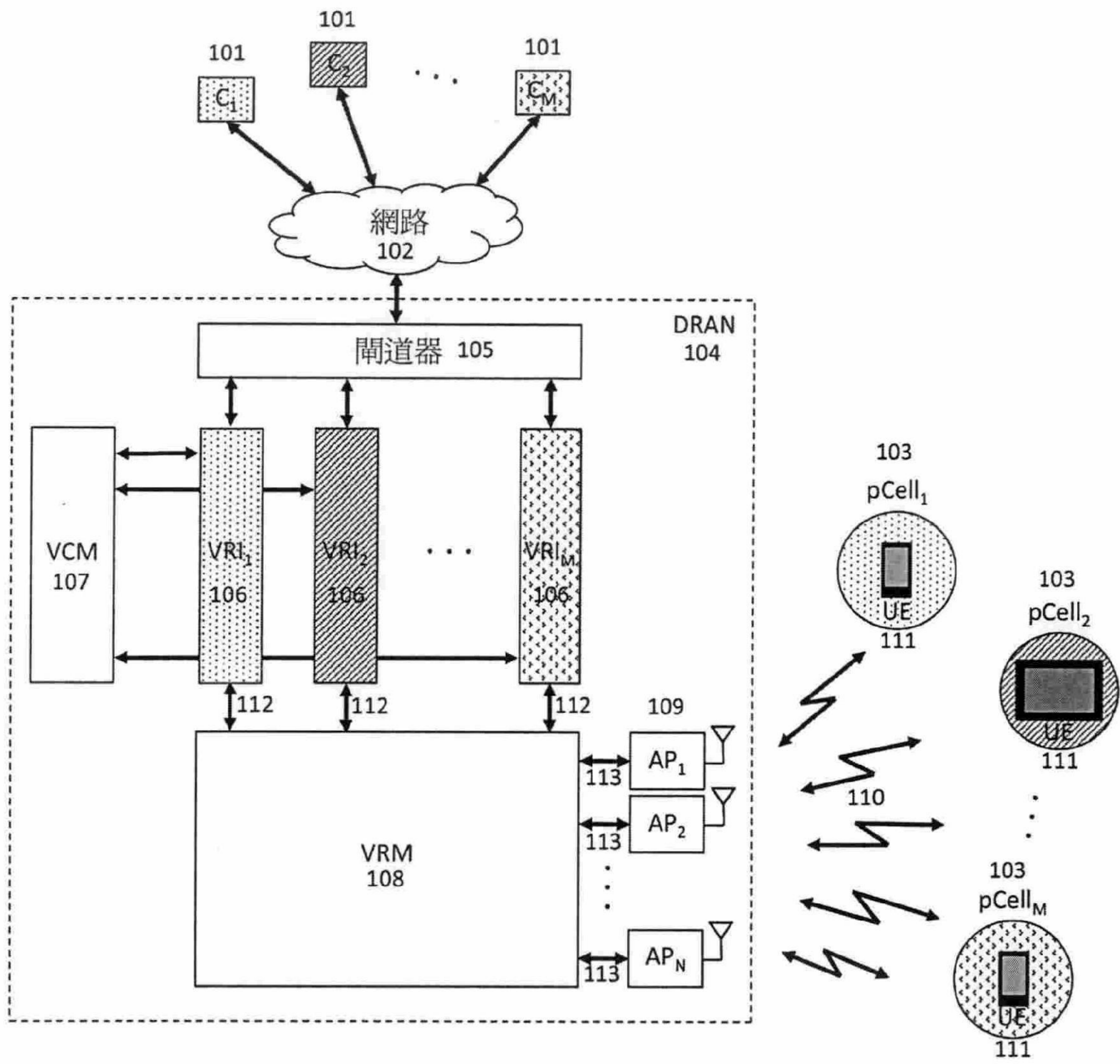
由該第一無線網路在該複數個天線中之至少一者的位置處產生一個
或複數個零射頻(RF)能量點，

使該第二無線網路以 FDD 模式操作，

由該第一無線網路提供地面無線服務，及

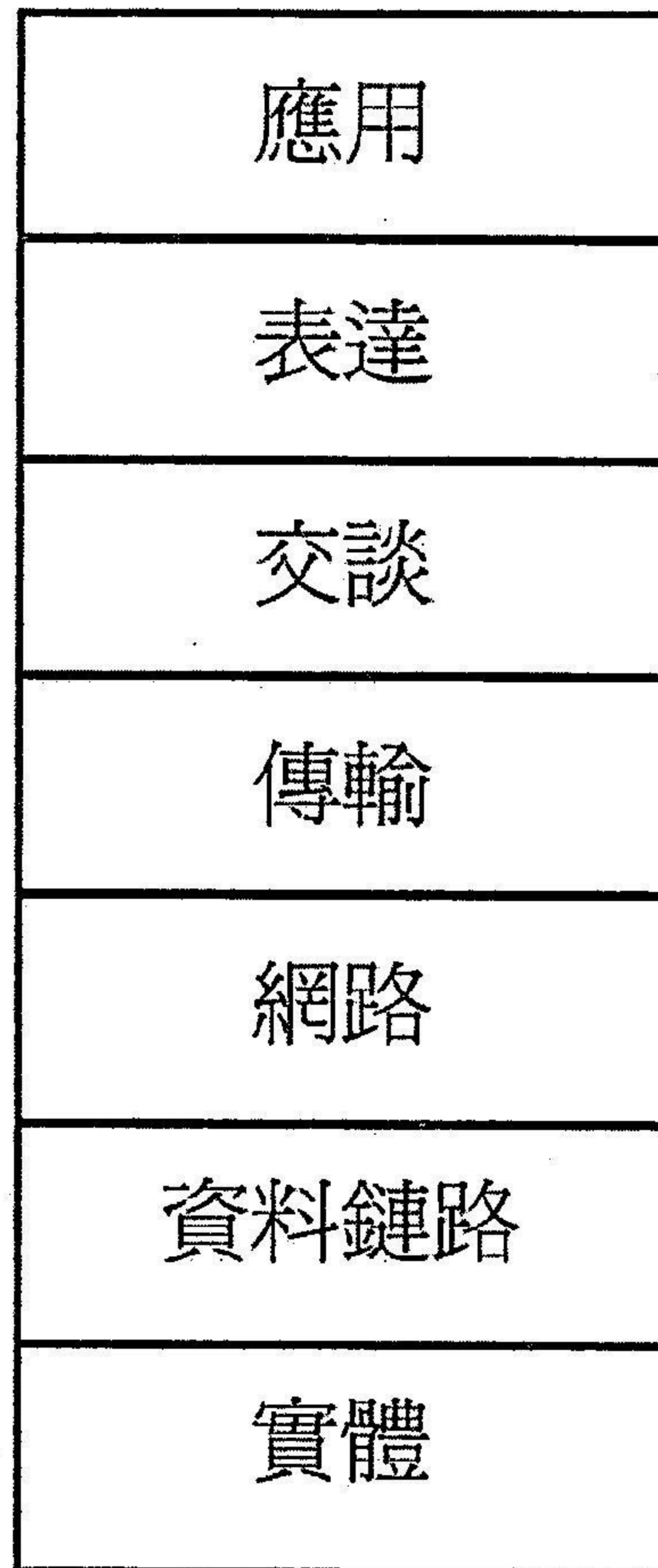
由該第二無線網路提供無線服務至航空器。

【發明圖式】

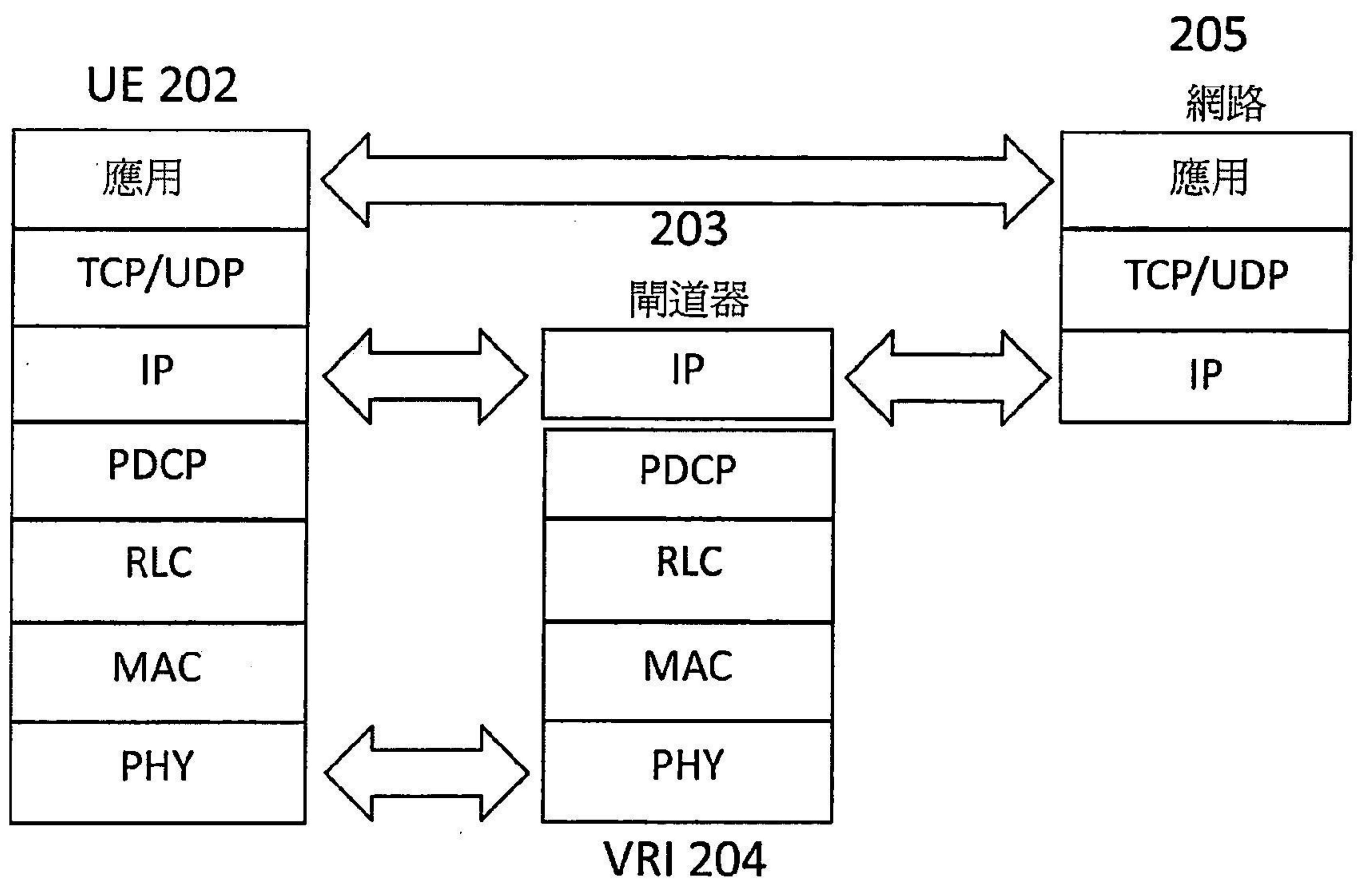


【圖 1】

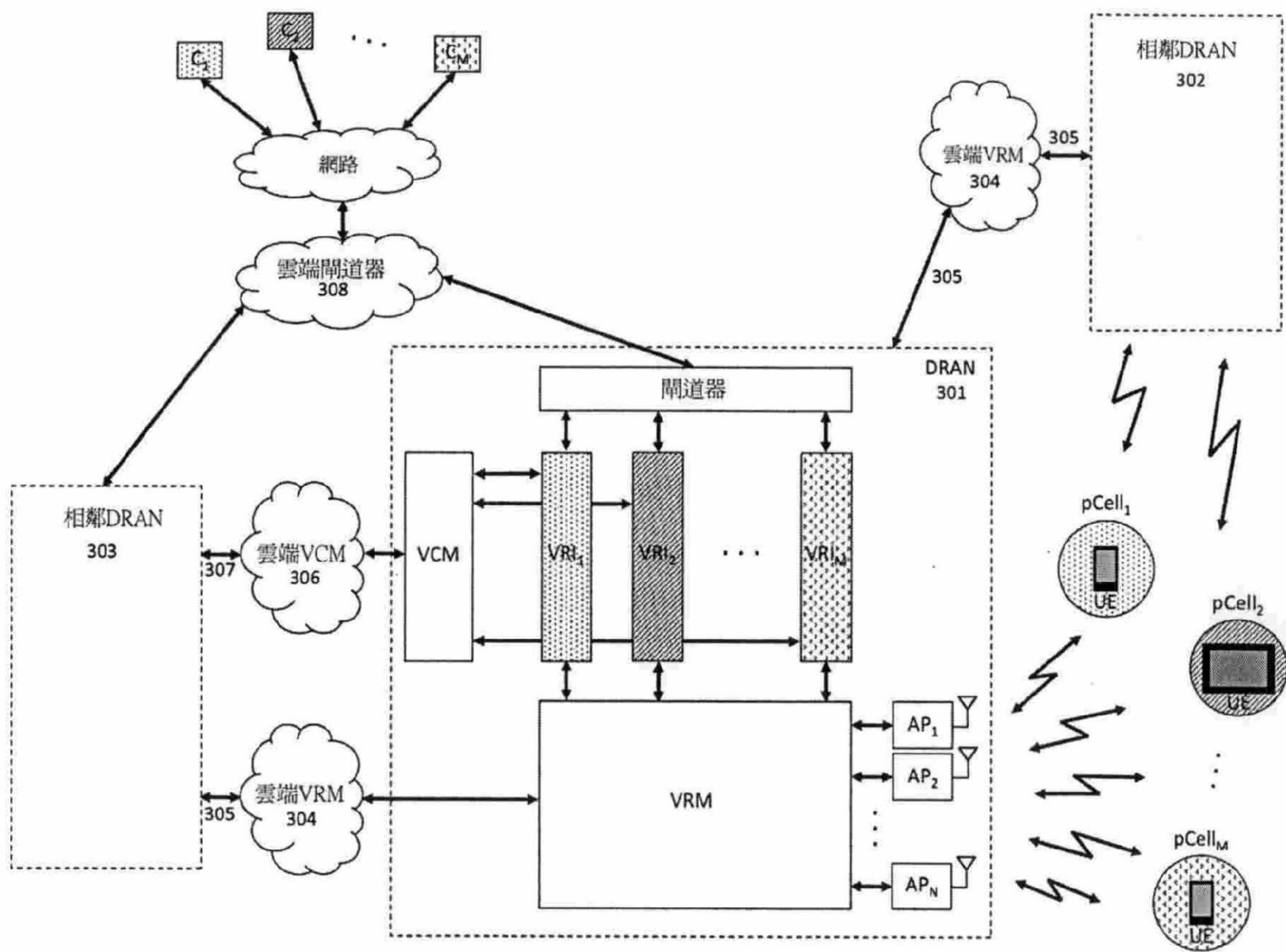
VRI 201



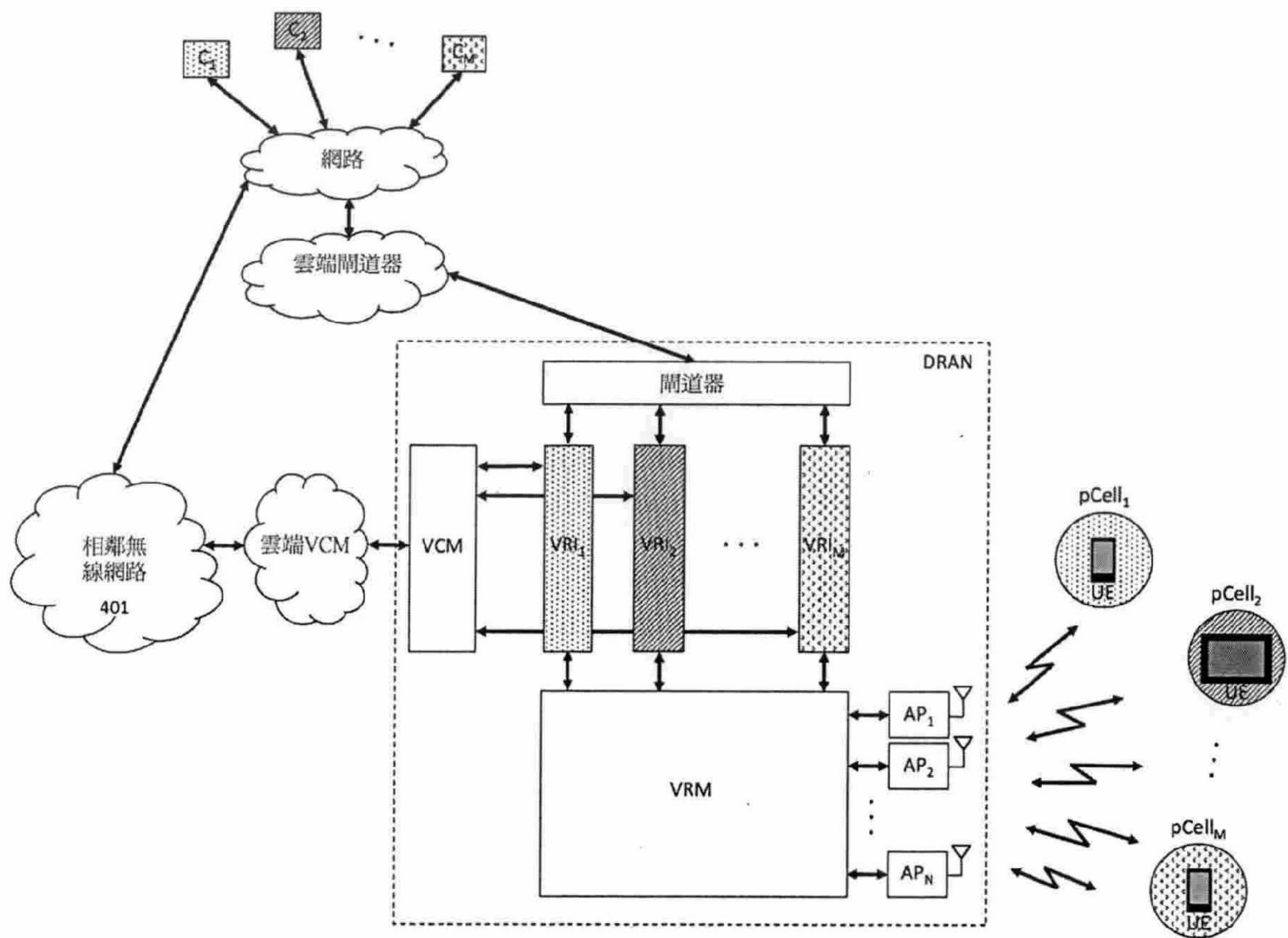
【圖 2a】



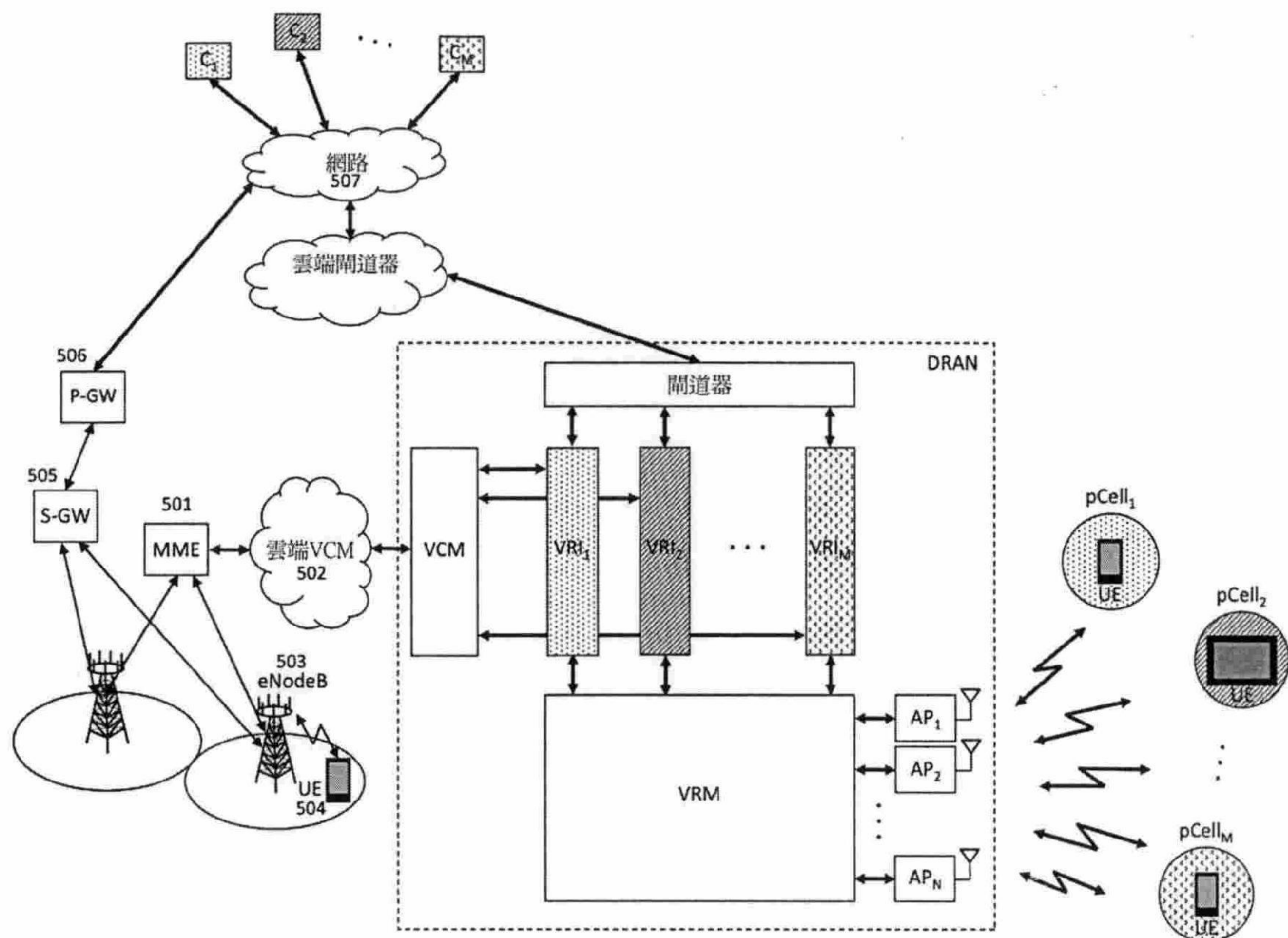
【圖2b】



【圖3】



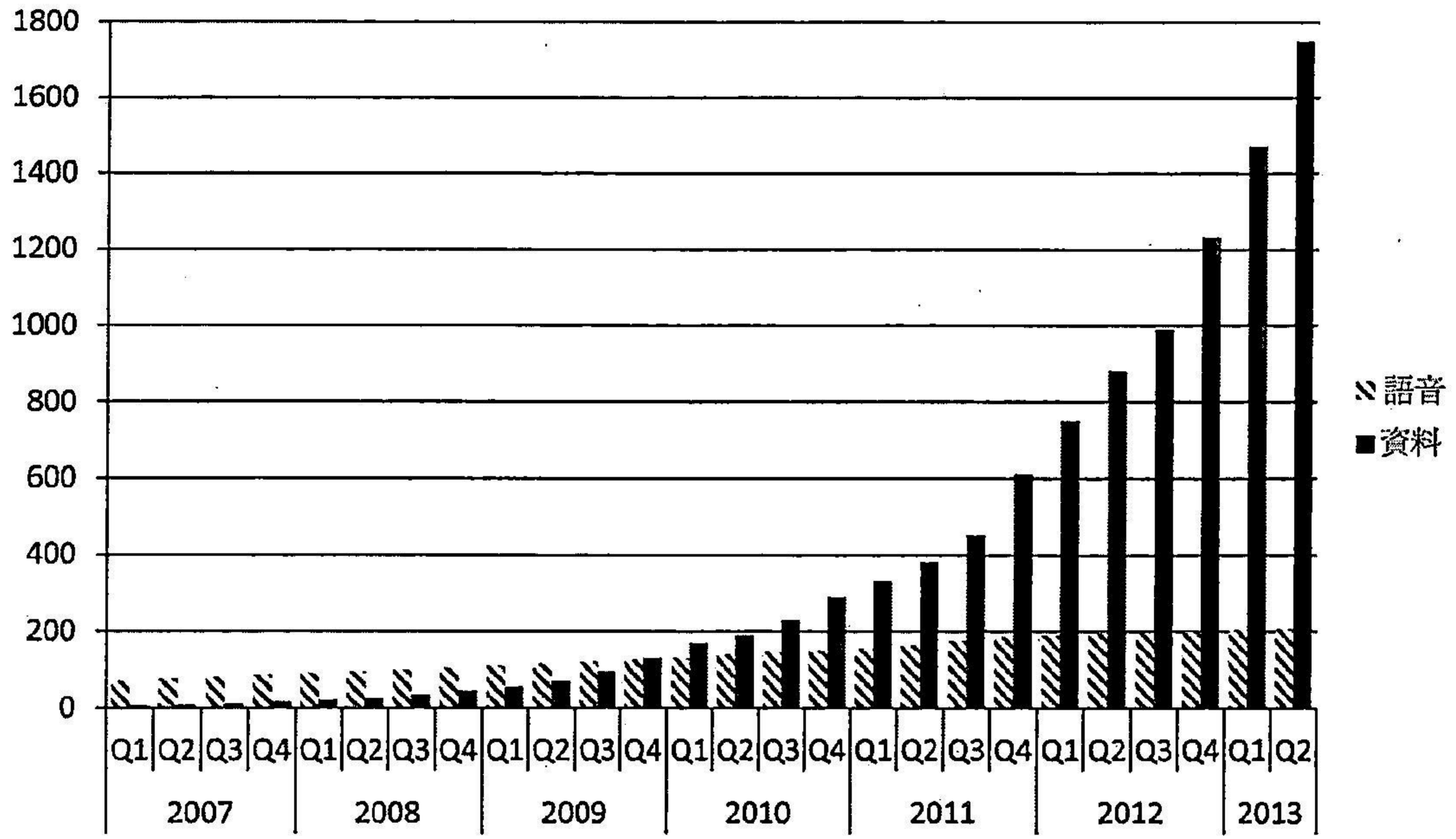
【圖4】



【圖5】

總（上行鏈路+下行鏈路）月流量（千兆位元組）。來源：Ericson 2013年8月

行動網路之全球總資料流量，2007-2013

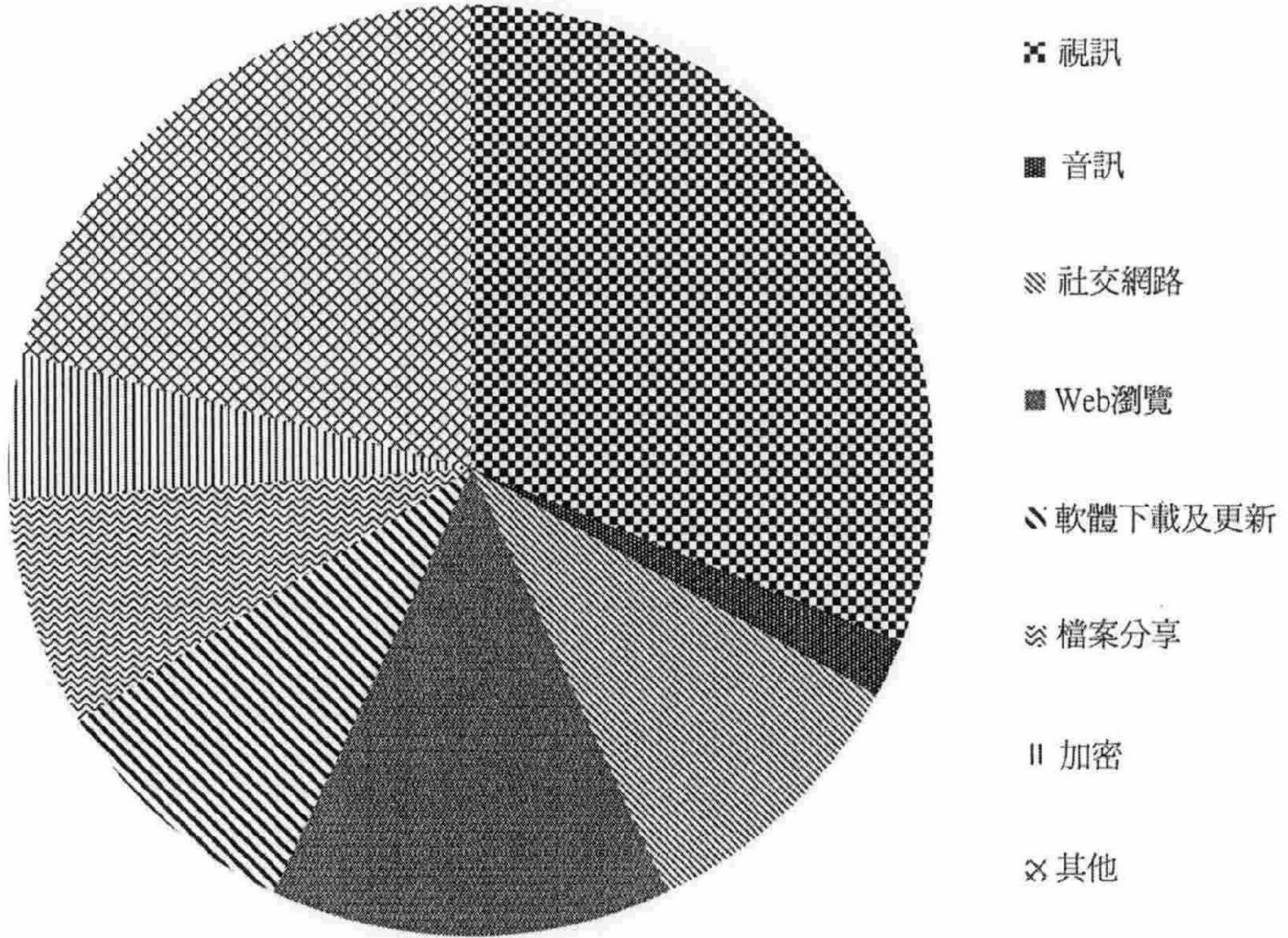


(先前技術)

【圖6】

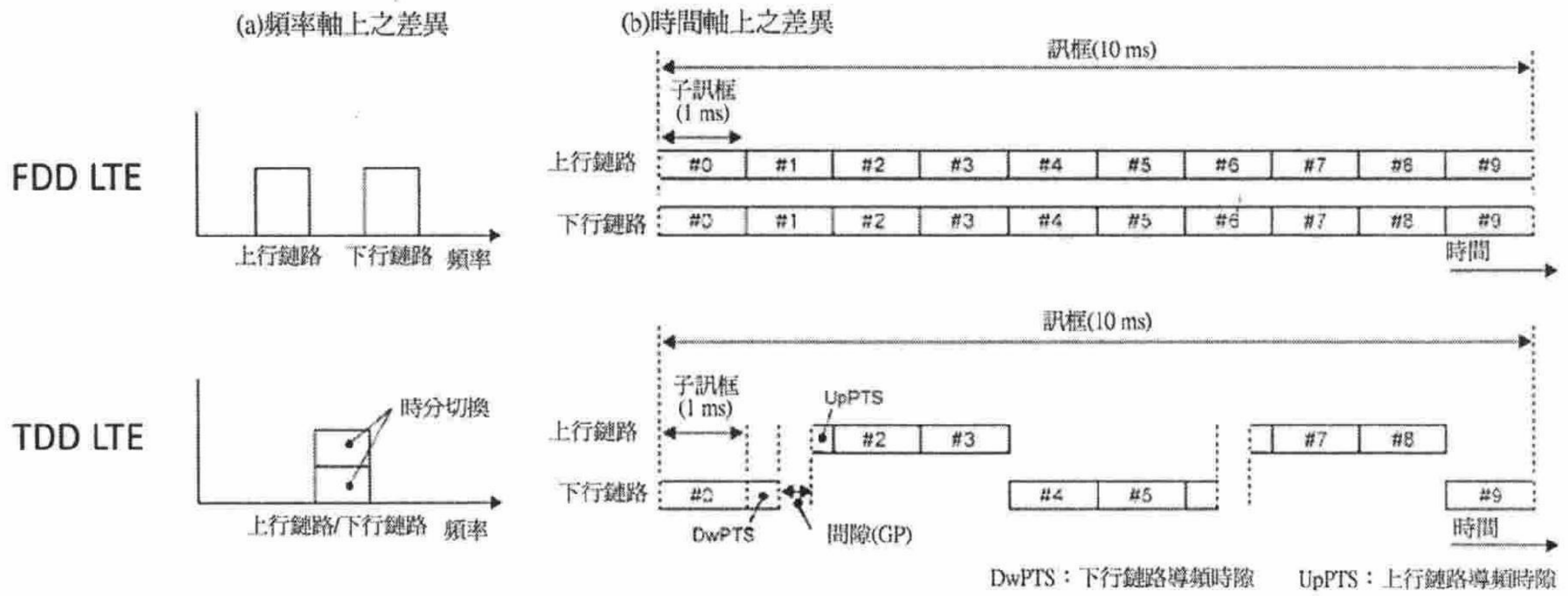
來源：Ericson 2013年8月

以應用類型區分之行動資料流量占比，2012



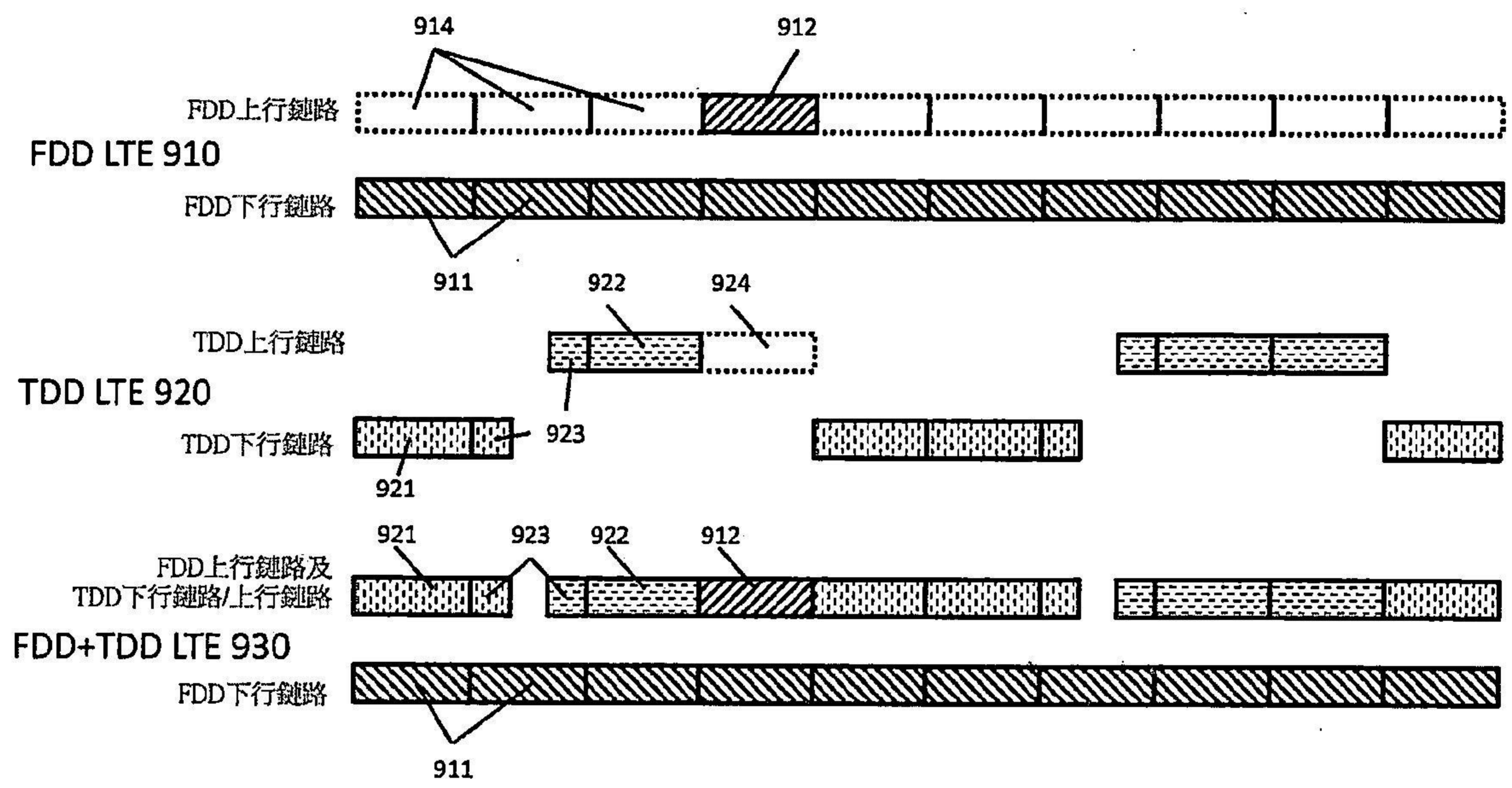
(先前技術)

【圖7】



(先前技術)

【圖8】



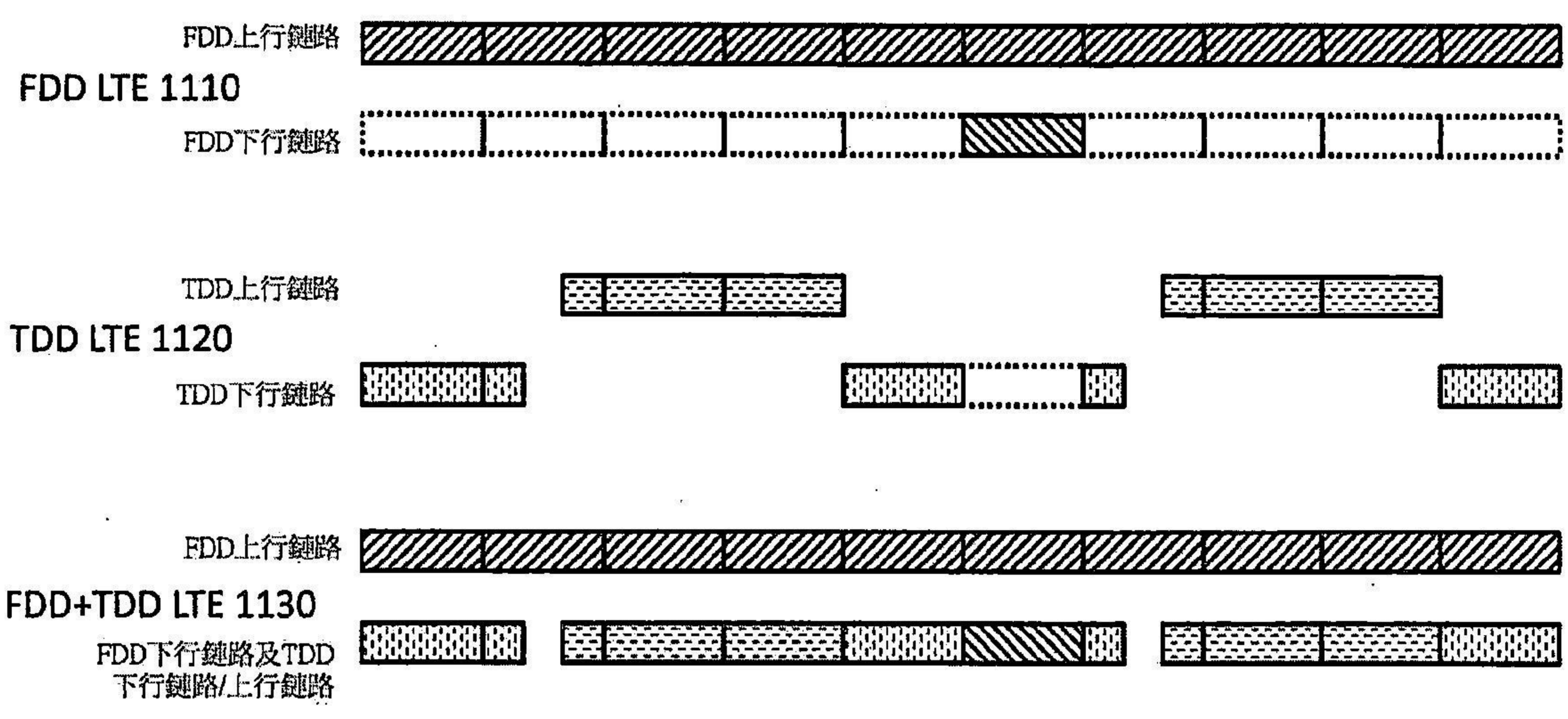
【圖9】

TDD LTE雙工組態

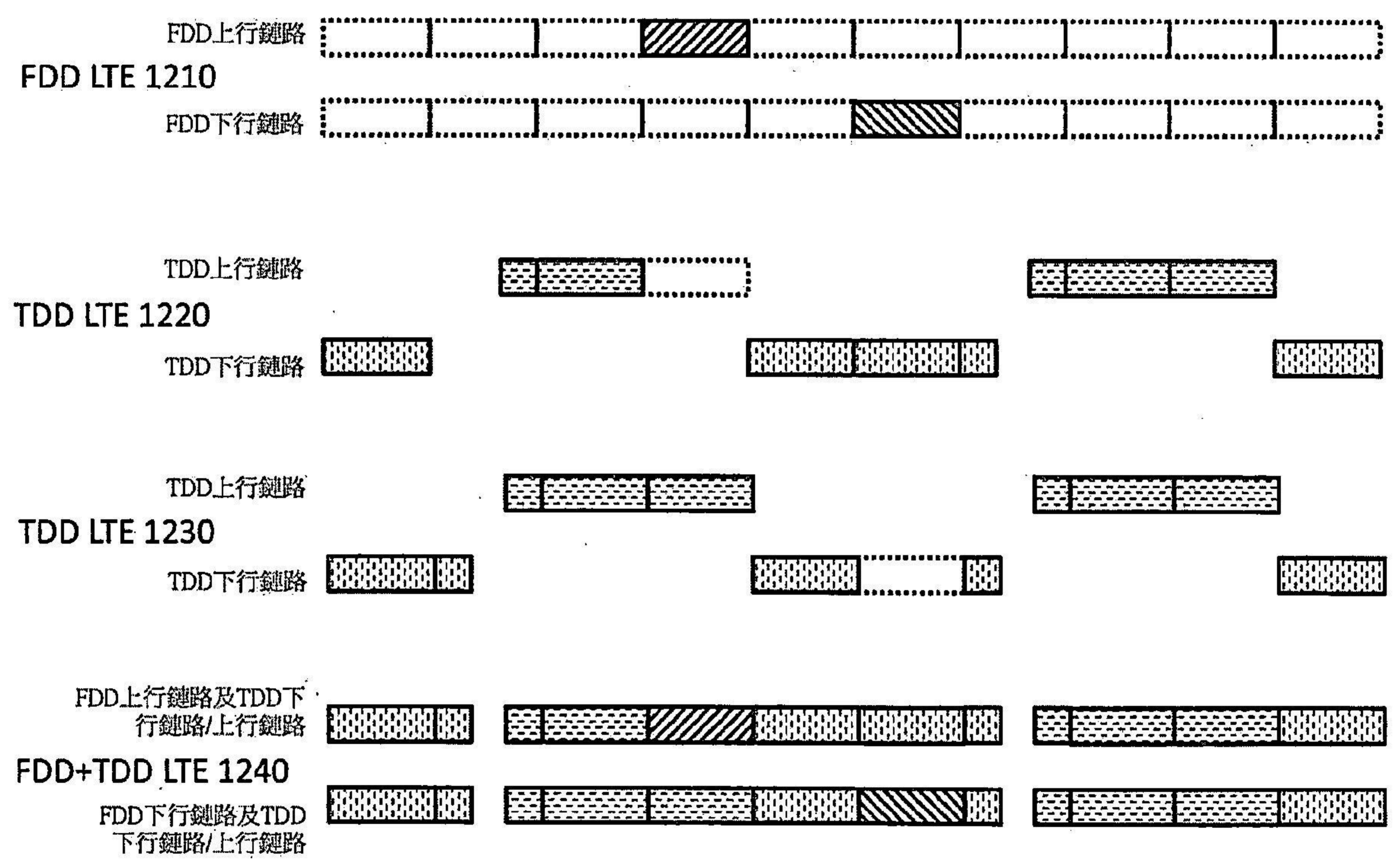
UL/DL 組態	UL/DL 切換週期	子訊框編號									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5 ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

(先前技術)

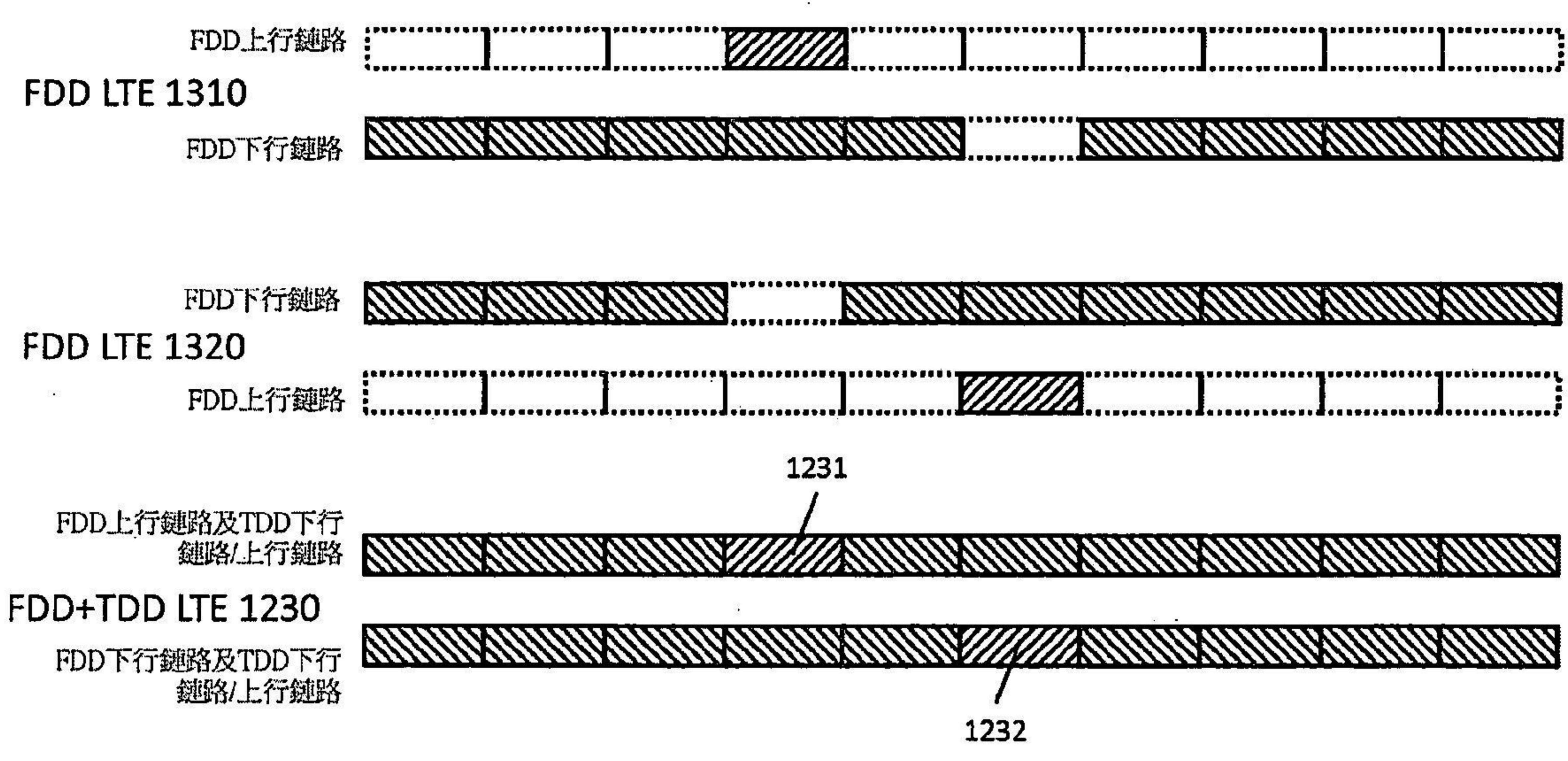
【圖10】



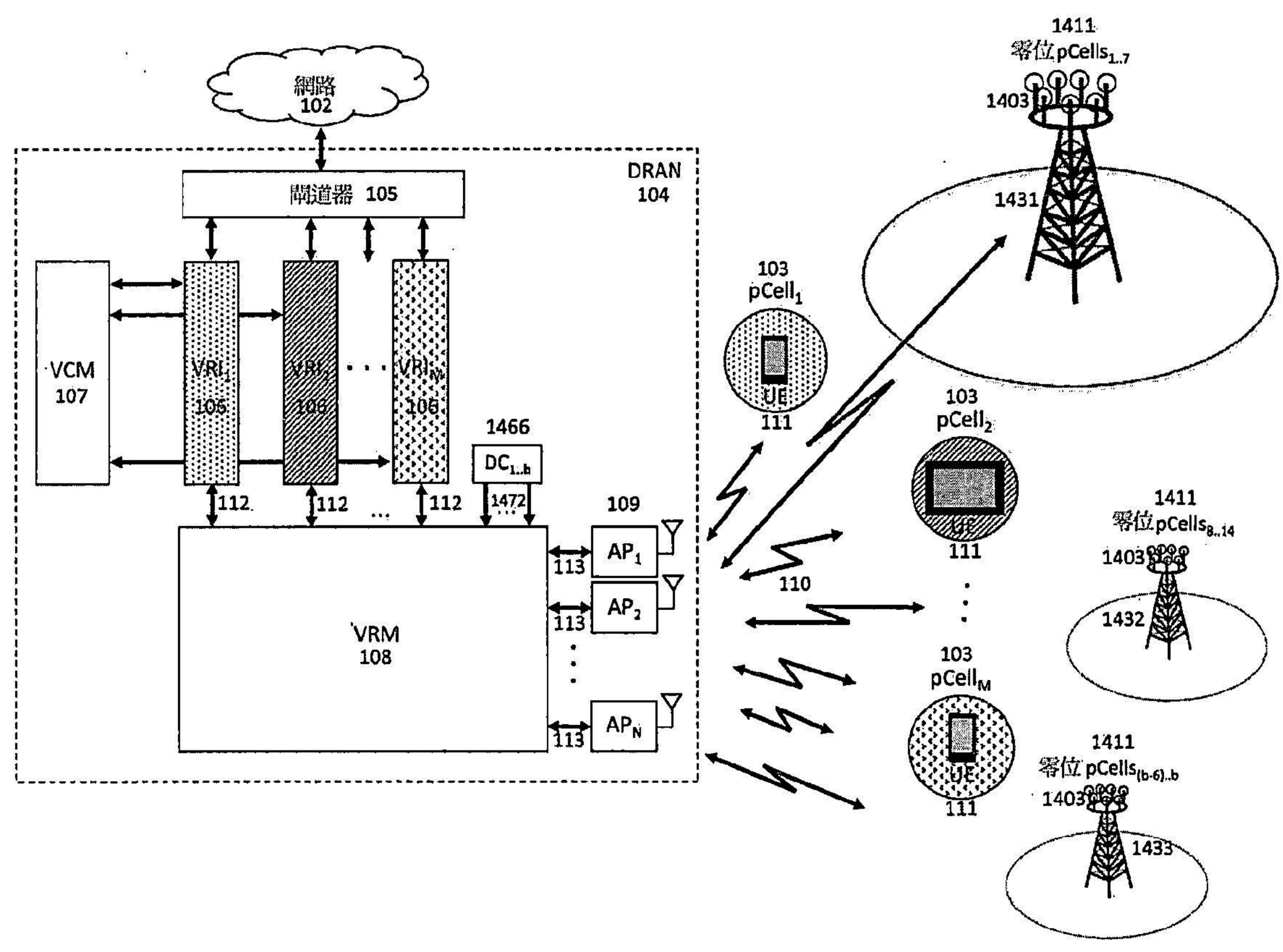
【圖11】



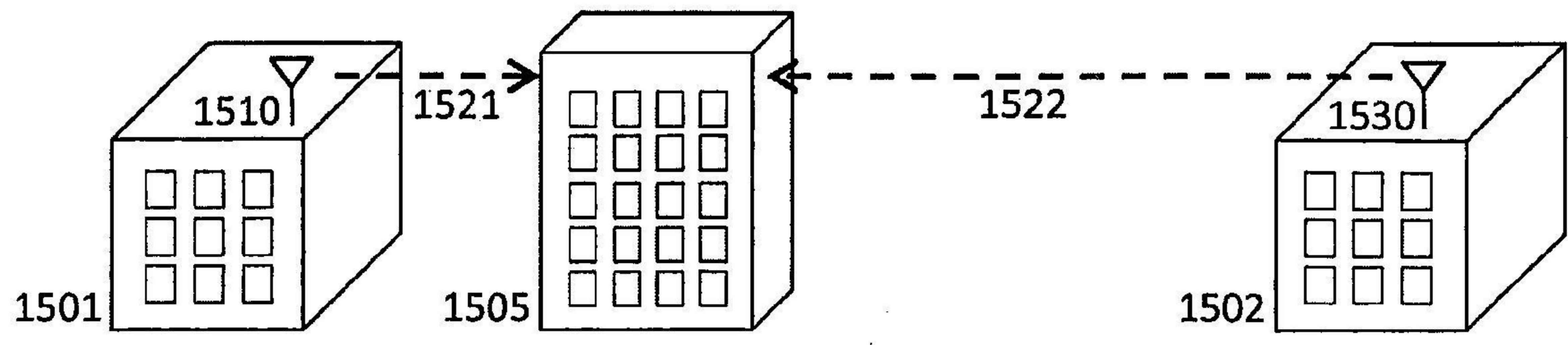
【圖12】



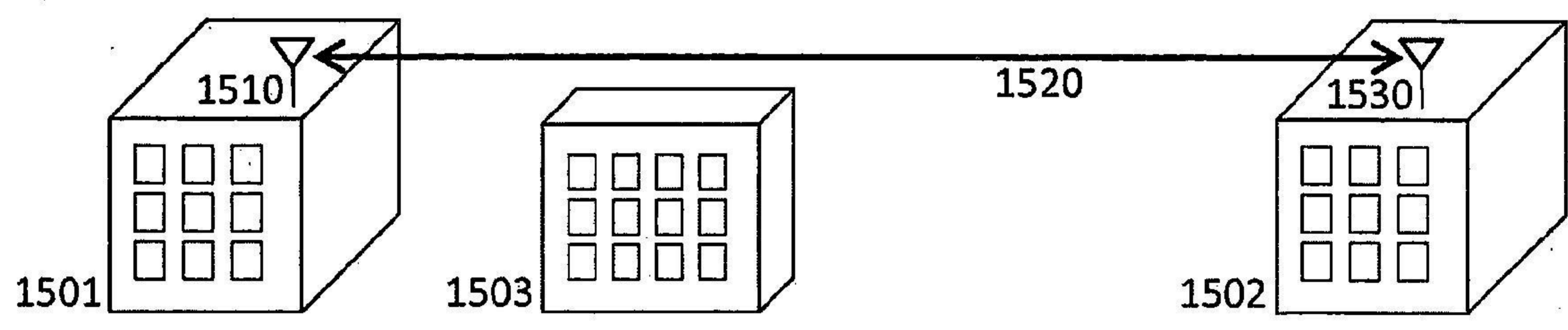
【圖13】



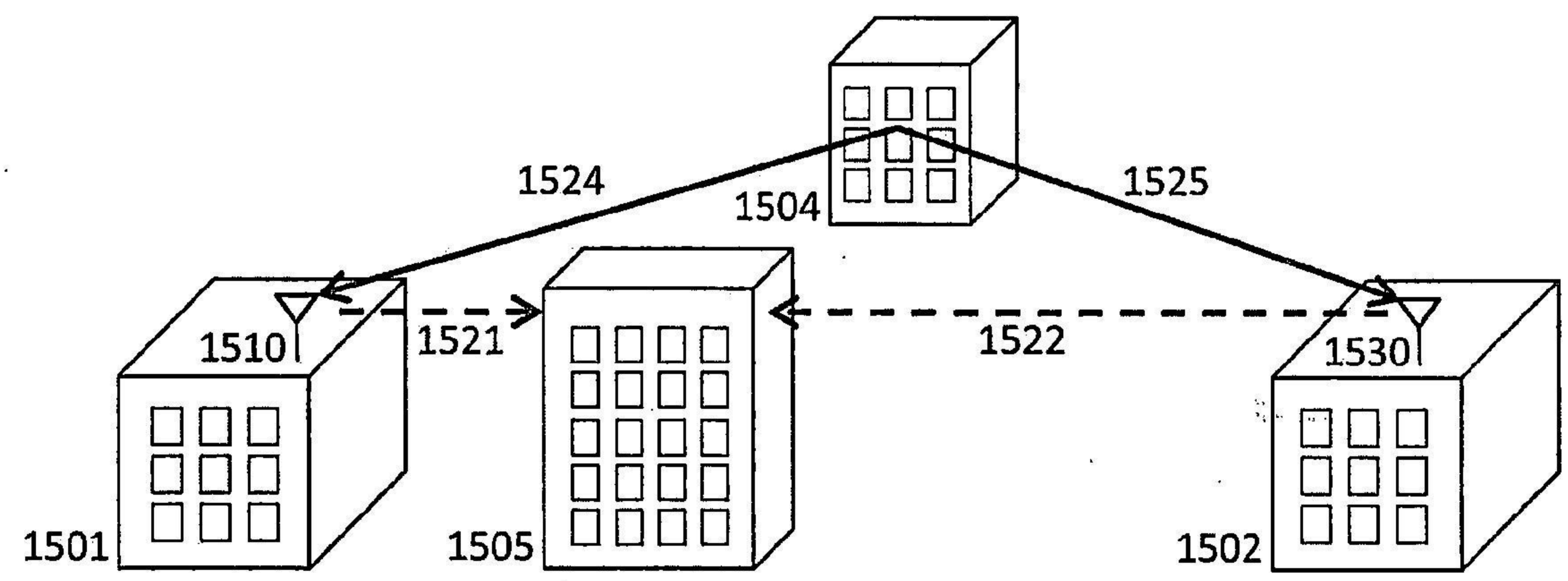
【圖14】



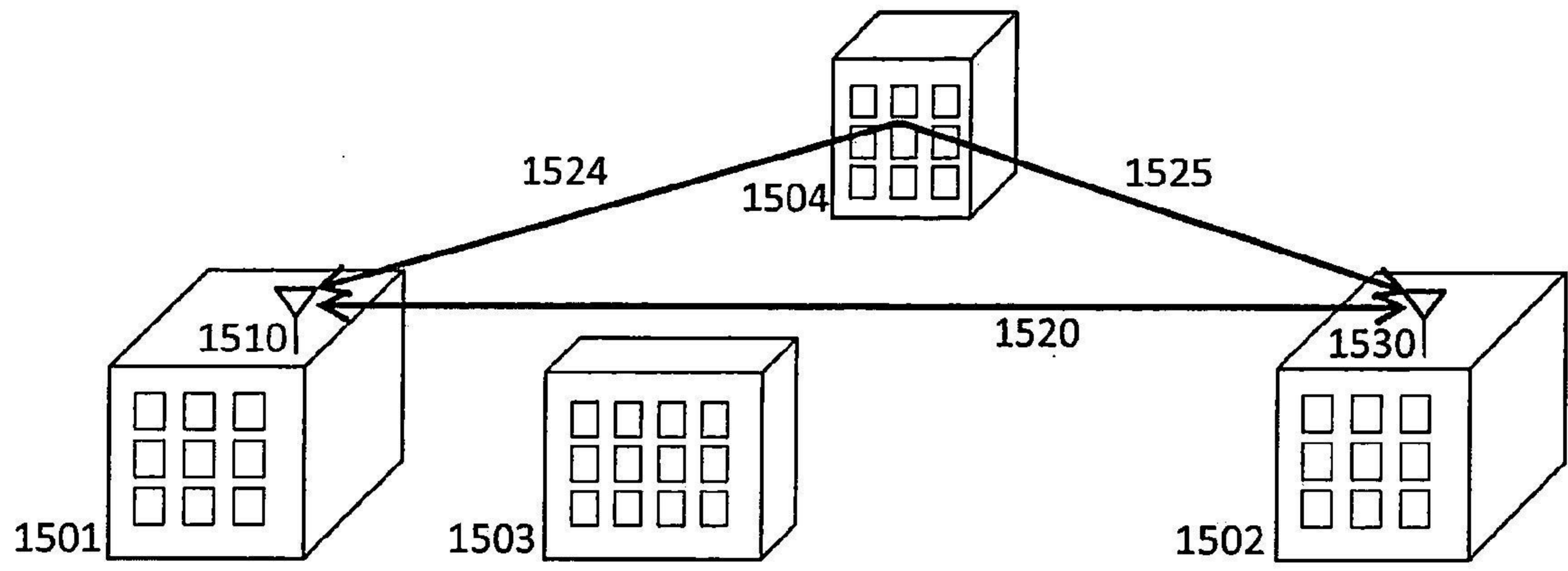
【圖15a】



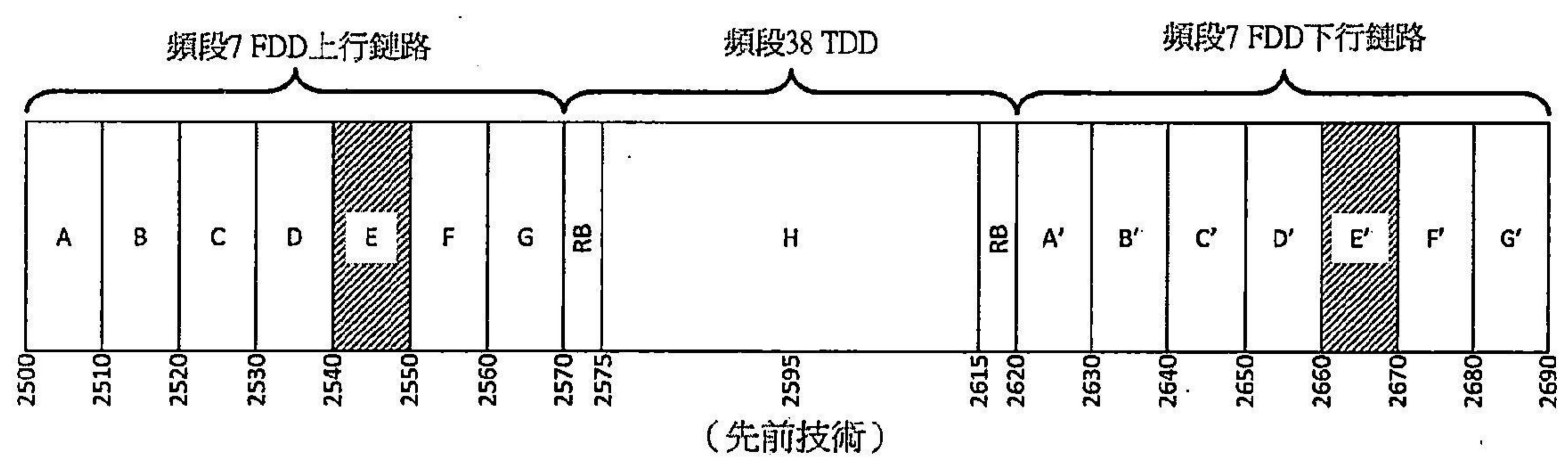
【圖15b】



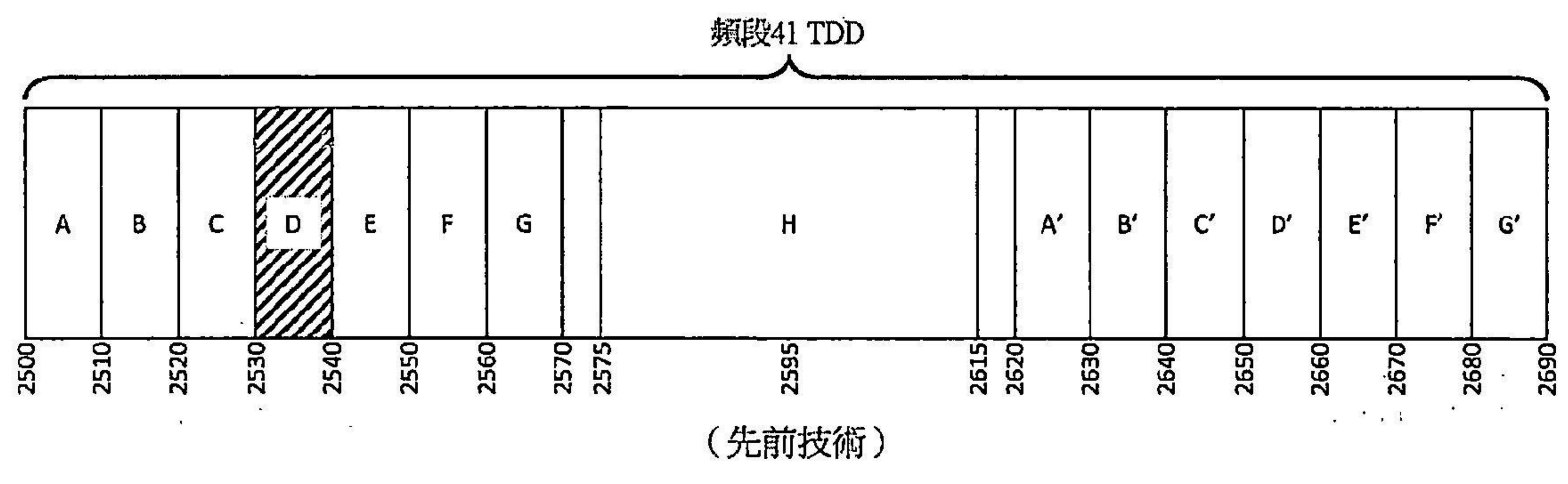
【圖15c】



【圖15d】



【圖16a】



【圖16b】