

允許一整個超音波成像系統完全或是實質完全的整合在單一半導體基板上。在某些實施例中，一完整的"在一晶片上的超音波系統"解決方案係被提出。

【0009】 在某些實施例中，在此揭露的裝置及架構可以完全地與一或多種複雜的方法整合，例如是一或多種合成孔徑(synthetic aperture)技術。合成孔徑技術例如可以容許從多個接收孔收集來形成高解析度的影像。

【0010】 根據該技術的一特點，一種用於處理一來自一超音波換能器元件(element)的信號之方法係被提出，其係包括利用一整合在和該超音波換能器元件相同的半導體晶粒上的構件來將一對應於該超音波換能器元件的一輸出的類比信號轉換成為一數位信號的一動作。在某些此種實施例中，該超音波換能器的該輸出信號的一數位表示於是被產生在該半導體晶粒上，此係使得該信號在該半導體晶粒上的進一步處理及/或該數位信號離開該半導體晶粒的發送變得容易。以此種方式，在某些實施例中，一種超音波裝置係包含整合在單一半導體晶粒上的換能器及電路，其可被組態設定以和其它構件進行數位通訊。

【0011】 在某些實施例中，該方法進一步包括利用至少一整合在該半導體晶粒上的額外的構件以將對應於該數位信號的資料發送出該半導體晶粒以作為一高速的串列資料串流的一動作。在某些實施例中，該方法進一步包括利用至少一整合在該半導體晶粒上的額外的構件以處理該數位信號以縮減該數位信號的該資料頻寬的一動作。在至少某些實施例中，此種在頻寬上的縮減係使得該半導體晶粒的該數位資料發送至其它構件變得容易。

【0012】 在某些實施例中，該至少一額外的構件係包括一數位正交解調器。在某些實施例中，該至少一額外的構件係包括一平均模組。在某些實施例中，該至少一額外的構件係包括一匹配濾波器(例如，匹配至一特定頻率)，並且在替代的實施例中是包括一不匹配的濾波器。在某些實施例中，該至少一額外的構件係包括一有限脈衝響應(FIR)濾波器。在某些實施例中，該至少一額外的構件係包括一 1/2 頻帶抽取的(decimating)低通濾波器。在某些實施例中，該至少一額外的構件係包括一解線性調頻(dechirp)模組，其可以是一斜波電路(例如，一數位斜波電路)或是一展寬(stretch)電路，並且其可被組態設定以對於一信號(例如，LFM 波形)來轉換時間成為頻率。

【0013】 在某些實施例中，該方法進一步包括利用至少一整合在該半導體晶粒上的額外的構件以處理對應於該數位信號的資料來執行一或多個影像形成的功能的一動作。在某些此種實施例中，此種影像形成的功能之執行係導致或產生一超音波影像的形成，並且因此在某些實施例中，一整合的超音波成像裝置係形成在該半導體晶粒上。在某些實施例中，該一或多個影像形成的功能係包括至少一從由切趾法(apodization)、逆投影法、快速階層逆投影法、內插範圍偏移或是其它的傅立葉重新取樣技術、動態聚焦、延遲總和處理、以及層析成像(tomographic)的重建所構成的群組中選出的影像形成的功能。在至少某些實施例中，此種功能係被用來提供有利的影像類型，例如是醫學相關的影像類型。

【0014】 在某些實施例中，該方法進一步包括利用至少一整合在該半導體晶粒上的額外的構件以處理對應於該數位信號的資料來執行一或多個後端處理功能的一動作。在某些實施例中，該一或多個後端處理功能係包

括至少一從由縱向(down-range)自動對焦、橫向(cross-range)自動對焦、頻散(frequency dispersion)補償、非線性切趾法、重映射(remapping)、壓縮、去雜訊、複合(compounding)、都卜勒、彈性攝影(elastography)、光譜學(spectroscopy)、以及基追蹤演算法(basis pursuit)所構成的群組中選出之後端處理功能。

【0015】 在某些實施例中，該方法進一步包括利用至少一整合在該半導體晶粒上的微處理器來執行至少一數位信號處理功能的一動作。在某些實施例中，該至少一微處理器係被用來縮減對應於該數位信號的資料的頻寬。在某些實施例中，該至少一微處理器係被用來執行一或多個影像形成的功能。在某些實施例中，該一或多個影像形成的功能係包含至少一從由切趾法、逆投影法、快速階層逆投影法、史塔特(Stolt)內插法、動態聚焦、延遲總和處理、以及層析成像所構成的群組中選出之影像形成的功能。在某些實施例中，該至少一微處理器係被用來執行一或多個後端處理功能。在某些實施例中，該一或多個後端處理功能係包含至少一從由縱向自動對焦、橫向自動對焦、頻散補償、非線性切趾法、重映射、壓縮、去雜訊、複合、都卜勒、彈性攝影、光譜學、以及基追蹤演算法所構成的群組中選出之後端處理功能。在某些實施例中，包含整合在該半導體晶粒上的該微處理器係進一步使得一超音波裝置在單一半導體晶粒上的實現變得容易。例如，一被組態設定以收集適合用於形成超音波影像的超音波資料的超音波成像裝置係在某些實施例中加以實現。

【0016】 在某些實施例中，該方法進一步包括在轉換該類比信號成為一數位信號之前，利用至少一整合在該半導體晶粒上的額外的構件來處理

該類比信號以從其去耦合(decouple)波形的一動作。波形的去耦合可以關連到一代表多個波形的信號而被使用，並且在某些實施例中可能牽涉到析出所選的信號成分(例如，所選的頻率)。在某些實施例中，該至少一額外的構件係包括一類比正交解調器，並且在某些實施例中係包括一類比解線性調頻模組。在至少某些實施例中，波形的去耦合係降低藉由該超音波換能器元件所產生的資料量，並且因此使得資料處理以及該資料至其它構件的傳輸變得容易。

【0017】 在某些實施例中，該超音波換能器元件係包括一或多個微加工的超音波換能器單元(cell)。換言之，超音波換能器單元可以個別或是組合地形成一超音波換能器元件。當此種單元被組合時，超音波換能器元件可以由超音波換能器單元的任何適當的組合來加以形成。在某些實施例中，該一或多個微加工的超音波換能器單元係包括一或多個電容式微加工的超音波換能器(CMUT)單元。在某些實施例中，該一或多個微加工的超音波換能器單元係包括一或多個 CMOS 超音波換能器(CUT)單元。根據某些實施例，此種單元的使用係使得該些超音波換能器與其它構件整合在一 CMOS 晶圓上變得容易。

【0018】 根據該技術的一特點，一種超音波裝置係被提出，其係包括至少一整合在一半導體晶粒上的超音波換能器元件以及一整合在該半導體晶粒上的類比至數位轉換器(ADC)，該類比至數位轉換器係被組態設定以將一對應於該超音波換能器元件的一輸出的類比信號轉換成為一數位信號。在某些實施例中，此種配置係使得一種整合的超音波裝置的實現變得容易，其中超音波換能器以及電路係被整合在單一半導體晶粒上。在某些實

施例中，由於構件被整合在單一半導體晶粒上，因而此種裝置在尺寸上是小型的。

【0019】 在某些實施例中，該超音波裝置進一步包括一整合在該半導體晶粒上的高速的串列資料模組，其係被配置以將對應於該數位信號的資料發送該半導體晶粒，來作為一高速的串列資料串流。在某些此種實施例中，一高速的資料模組的使用係使得和晶片外的構件通訊變得容易，並且因此強化該超音波裝置的功能。譬如，該超音波裝置在某些實施例中係耦接並且和一外部的處理構件通訊，該外部的處理構件在某些實施例中是一電腦、智慧型手機或是平板電腦。

【0020】 在某些實施例中，該超音波裝置進一步包括至少一整合在該半導體晶粒上的信號處理模組，其係被組態設定以處理該數位信號以縮減該數位信號的該資料頻寬。在此種實施例中，在資料頻寬上的縮減係使得和在該超音波裝置外部的構件通訊變得容易，該些構件可包含一外部的處理構件，該外部的處理構件在某些實施例中是一電腦、智慧型手機或是平板電腦。在某些實施例中，該通訊係牽涉到傳輸該資料至該外部的構件。在某些實施例中，該至少一信號處理模組係包括一數位正交解調器。在某些實施例中，該至少一信號處理模組係包括一平均模組。在某些實施例中，該至少一信號處理模組係包括一匹配濾波器，並且在替代的實施例中是一不匹配的濾波器。在某些實施例中，該至少一信號處理模組係包括一有限脈衝響應濾波器。在某些實施例中該至少一信號處理模組係包括一 $1/2$ 頻帶抽取的低通濾波器。在某些實施例中，該至少一信號處理模組係包括一解線性調頻模組。

【0021】 在某些實施例中，該超音波裝置進一步包括至少一整合在該半導體晶粒上的信號處理模組，並且其係被組態設定以處理對應於該數位信號的資料以執行一或多個影像形成的功能。在某些實施例中，該一或多個影像形成的功能係包含至少一從由切趾法、逆投影法、快速階層逆投影法、內插範圍偏移或是其它的傅立葉重新取樣技術、動態聚焦、延遲總和處理、以及層析成像的重建所構成的群組中選出之影像形成的功能。在某些此種實施例中，此種影像形成的功能的執行係導致或產生一超音波影像的形成，並且因此在某些實施例中，一整合的超音波成像裝置係形成在該半導體晶粒上。在至少某些實施例中，此種功能係被用來提供有利的影像類型，例如是和醫學相關的影像類型。

【0022】 在某些實施例中，該超音波裝置進一步包括至少一整合在該半導體晶粒上的信號處理模組，並且其係被組態設定以處理對應於該數位信號的資料來執行一或多個後端處理功能，此由於先前所敘述的原因而可能是有利的。在某些實施例中，該一或多個後端處理功能係包含至少一從由縱向自動對焦、橫向自動對焦、頻散補償、非線性切趾法、重映射、壓縮、去雜訊、複合、都卜勒、彈性攝影、光譜學、以及基追蹤演算法所構成的群組中選出之後端處理功能。

【0023】 在某些實施例中，該超音波裝置進一步包括一整合在該半導體晶粒上的微處理器，其係被組態設定以執行至少一數位信號處理功能。在某些實施例中，該微處理器係被組態設定以縮減對應於該數位信號的資料的頻寬，此在某些實施例中是有利於使得該資料的進一步處理以及該資料至例如是電腦、智慧型手機及平板電腦之外部的構件的通訊變得容易。

在某些實施例中，在該半導體晶粒上包含該微處理器係進一步使得一種整合的超音波裝置的實現變得容易。

【0024】 在某些實施例中，該微處理器係被組態設定以執行一或多個影像形成的功能。在某些實施例中，該一或多個影像形成的功能係包含至少一從由切趾法、逆投影法、快速階層逆投影法、內插範圍偏移或是其它的傅立葉重新取樣技術、動態聚焦、延遲總和處理、以及層析成像所構成的群組中選出之影像形成的功能。

【0025】 在某些實施例中，該微處理器係被組態設定以執行一或多個後端處理功能。在某些實施例中，該一或多個後端處理功能係包含至少一從由縱向自動聚焦、橫向自動對焦、頻散補償、非線性切趾法、重映射、壓縮、去雜訊、複合、都卜勒、彈性攝影、光譜學、以及基追蹤演算法所構成的群組中選出之後端處理功能。

【0026】 在某些實施例中，該裝置進一步包括至少一整合在該半導體晶粒上的額外的構件，其係被組態設定以在該類比至數位轉換器轉換該類比信號成為一數位信號之前先處理該類比信號以從其去耦合波形。在某些實施例中，該至少一額外的構件係包括一類比正交解調器，並且在某些實施例中係包括一類比解線性調頻模組。在某些實施例中，包含此種處理電路係進一步使得一種可以和外部的構件數位通訊之整合的超音波裝置的形成變得容易。

【0027】 在某些實施例中，該超音波換能器元件係包括一或多個微加工的超音波換能器單元。在某些實施例中，該一或多個微加工的超音波換能器單元係包括一或多個電容式微加工的超音波換能器(CMUT)單元，並且

在某些實施例中包括一或多個 CMOS 超音波換能器(CUT)單元。根據某些實施例，此種單元的使用係使得該些超音波換能器與其它構件整合在一 CMOS 晶圓上變得容易。

【0028】 根據該技術的一特點，一種用於處理一來自一超音波換能器元件的信號之方法係被提出，其係包括利用至少一整合在和該超音波換能器元件相同的半導體晶粒上的構件來處理一對應於該換能器元件的一輸出的信號以從其去耦合波形的一動作。在某些實施例中，此種處理係降低資料量，其於是使得超音波資料的收集及發送變得容易。

【0029】 在某些實施例中，該至少一構件係包括一類比正交解調器，並且在某些實施例中係包括一類比解線性調頻模組。在某些實施例中，該超音波換能器元件係包括一或多個微加工的超音波換能器單元。在某些實施例中，該一或多個微加工的超音波換能器單元係包括一或多個電容式微加工的超音波換能器(CMUT)單元，並且在某些實施例中包括一或多個 CMOS 超音波換能器(CUT)單元。根據某些實施例，此種單元的使用係使得該些超音波換能器與其它構件整合在一 CMOS 晶圓上變得容易。

【0030】 根據該技術的一特點，一種超音波裝置係被提出，其係包括至少一整合在一半導體晶粒上的超音波換能器元件以及至少一整合在該半導體晶粒上的構件，其係被組態設定以處理一對應於該至少一超音波換能器元件的一輸出的信號以從其去耦合波形。在某些實施例中，此種構件的配置係使得一種整合的超音波裝置的實現變得容易。該波形的去耦合係降低資料量，其於是使得超音波資料的收集及發送變得容易。

【0031】 在某些實施例中，該至少一構件係包括一類比正交解調器，

並且在某些實施例中，該至少一構件係包括一類比解線性調頻模組。在某些實施例中，該至少一超音波換能器元件係包括一或多個微加工的超音波換能器單元。在某些實施例中，該一或多個微加工的超音波換能器單元係包括一或多個電容式微加工的超音波換能器(CMUT)單元，並且在某些實施例中包括一或多個 CMOS 超音波換能器(CUT)單元。根據某些實施例，此種單元的使用係使得該些超音波換能器與其它構件整合在一 CMOS 晶圓上變得容易。

【0032】 根據該技術的一特點，一種用於組態設定至少兩個超音波換能器元件之方法係被提出，該些超音波換能器元件分別包括複數個超音波換能器單元。該方法係包括將在該至少兩超音波換能器元件的一個中之至少一超音波換能器單元耦接至在該至少兩個超音波換能器元件的另一個中之至少一超音波換能器單元的一動作。在某些實施例中，此種耦接係有利地降低藉由該些超音波換能器元件所產生的超音波波形的光柵波瓣(grating lobes)。此外，在某些實施例中，此種耦接係使得總換能器面積之有利的使用變得容易。

【0033】 在某些實施例中，該耦接的動作係包括經由一電阻性元件來耦接在該至少兩個超音波換能器元件的該一個中之該至少一超音波換能器單元以及在該至少兩個超音波電晶體元件的該另一個中之該至少一超音波換能器單元。在某些實施例中，該電阻性元件係包括一多晶矽電阻器。在某些實施例中，此種電阻器的使用以及該些電阻值之適當的選擇係最佳化該些超音波換能器元件的效能。

【0034】 在某些實施例中，該耦接的動作係包括利用一具有一第一阻

抗值的第一耦接元件來耦接在該至少兩個超音波換能器元件的不同個元件中之一第一對超音波換能器單元，並且利用一具有一第二阻抗值的第二耦接元件來耦接在該至少兩個超音波換能器元件的不同個元件中之一第二對超音波換能器單元，該第二阻抗值係不同於該第一阻抗值。在某些實施例中，該些阻抗值之適當的選擇係最佳化該些超音波換能器元件的效能。在某些實施例中，該耦接的動作係包括在該至少兩個超音波換能器元件的該一個中之該至少一超音波換能器單元以及在該至少兩個超音波換能器元件的該另一個中之該至少一超音波換能器單元之間建立一感應耦合。

【0035】 在某些實施例中，該方法進一步包括混合該至少兩個超音波換能器元件的該些超音波換能器單元的至少某些個的一動作。

【0036】 在某些實施例中，該至少兩個超音波換能器元件的每一個係包括一或多個微加工的超音波換能器單元。根據某些實施例，此種單元的使用係使得該些超音波換能器與其它構件整合在一 CMOS 晶圓上變得容易。

【0037】 在某些實施例中，該方法進一步包括切趾(apodizing)在該至少兩個換能器元件的每一個中之至少某些換能器單元的一動作。在某些實施例中，該切趾的動作係包括切趾在該至少兩個超音波換能器元件的該一個中之該至少一換能器單元以及在該至少兩個換能器元件的該另一個中之該至少一換能器單元。

【0038】 根據該技術的一特點，一種超音波裝置係被提出，其係包括至少兩個超音波換能器元件，該些超音波換能器元件分別包括複數個超音波換能器單元。在該至少兩超音波換能器元件的一個中之至少一超音波換

能器單元係耦接至在該至少兩個超音波換能器元件的另一個中之至少一超音波換能器單元。在某些實施例中，此種耦接係有利地降低藉由該些超音波換能器元件所產生的超音波波形的光柵波瓣。此外，在某些實施例中，此種耦接係使得總換能器面積之有利的使用變得容易。

【0039】 在某些實施例中，在該至少兩個換能器元件的該一個中之該至少一換能器單元係經由一電阻性元件而耦接至在該至少兩個換能器元件的該另一個中之該至少一換能器單元。在某些實施例中，該電阻性元件係包括一多晶矽電阻器。

【0040】 在某些實施例中，該至少兩個換能器元件中之一係包括至少第一及第二換能器單元，並且該至少兩個換能器元件的該另一個係包括至少第三及第四換能器單元，該第一及第三換能器單元係經由一具有一第一阻抗值的第一耦接元件來加以耦接，並且該第二及第四換能器單元係經由一具有一第二阻抗值的第二耦接元件來加以耦接，該第二阻抗值係不同於該第一阻抗值。在某些實施例中，該些阻抗值之適當的選擇係最佳化該些超音波換能器元件的效能。

【0041】 在某些實施例中，該至少兩個換能器元件係被組態設定及安排以使得一感應耦合係被建立在該至少兩個換能器元件的該一個中之該至少一換能器單元以及在該至少兩個換能器元件的該另一個中之該至少一換能器單元之間。

【0042】 在某些實施例中，該至少兩個換能器元件的該些換能器單元的至少某些個係被混合，其在某些實施例中係提供在該換能器元件區域之有利的使用方面之益處。

【0043】 在某些實施例中，該至少兩個超音波換能器元件的每一個係包括一或多個微加工的超音波換能器單元。根據某些實施例，此種單元的使用係使得該些超音波換能器與其它構件整合在一 CMOS 晶圓上變得容易。

【0044】 在某些實施例中，在該至少兩個換能器元件的每一個中之至少一換能器單元係被切趾。在某些實施例中，在該至少兩個超音波換能器元件的該一個中之該至少一換能器單元以及在該至少兩個換能器元件的該另一個中之該至少一換能器單元係被切趾。

【0045】 根據該技術的一特點，一種用於利用一電壓來偏壓一超音波換能器元件之方法係被提出，其係包括利用一脈波產生器的一輸出以驅動該超音波換能器元件的動作，因而該超音波換能器元件係發射一超音波脈波。該脈波產生器可以輸出一驅動信號至一或多個對應於一產生的波形的換能器元件。因此，在至少某些實施例中，該脈波產生器是一適合例如從一波形產生器接收一波形並且產生脈波(例如，電壓脈波)以驅動一超音波換能器元件之電路。此外，在至少某些情形中，當該脈波產生器並未被用來驅動該超音波換能器元件而使得該超音波換能器元件發射一超音波脈波時，該脈波產生器的輸出可被施加作為該超音波換能器元件的一偏壓信號。在至少某些實施例中，此種操作可被用來提供換能器元件安全的高電壓偏壓。

【0046】 根據該技術的一特點，一種超音波裝置係被提出，其係包括至少一超音波換能器元件以及一耦接至該至少一超音波換能器的脈波產生器，其係被組態設定及安排以使得在至少某些情形中，當該至少一換能器

元件正被用來感測接收到的超音波能量時，該脈波產生器的一輸出係被用來偏壓該至少一超音波換能器元件。

【0047】 根據該技術的一特點，一種用於偏壓至少一整合在一半導體晶粒上的超音波換能器元件之方法係被提出，其係包括利用一施加至該半導體晶粒的偏壓電壓來偏壓該至少一超音波換能器元件的一動作。在某些實施例中，該方法進一步包括當該至少一超音波換能器元件正被用來成像或處理該標的物(subject)時，施加一接地至該至少一超音波換能器元件面對該標的物的一側的一動作。在某些實施例中，此種偏壓係提供該超音波換能器元件安全的操作，此係最小化電擊到該標的物的風險。

【0048】 根據該技術的一特點，一種超音波裝置係被提出，其係包括至少一整合在一半導體晶粒上的超音波換能器元件。該至少一超音波換能器元件係被組態設定且安排在該晶粒上，使得一施加至該晶粒的偏壓電壓亦被用來偏壓該至少一超音波換能器元件。在至少某些實施例中，此種配置係被用來提供換能器元件安全的高電壓偏壓。

【0049】 在某些實施例中，該超音波裝置係被組態設定以利用該至少一超音波換能器元件來成像或處理一標的物。該至少一超音波換能器元件被組態設定以在成像或處理期間面對該標的物的一側係連接至一接地，其在某些實施例中係藉由最小化電擊的風險來提供安全的操作。在某些實施例中，該至少一超音波換能器元件係包括一或多個微加工的超音波換能器單元。在某些實施例中，該一或多個微加工的超音波換能器單元係包括一或多個電容式微加工的超音波換能器(CMUT)單元，並且在某些實施例中包括一或多個 CMOS 超音波換能器(CUT)單元。根據某些實施例，此種單元的

使用係使得該些超音波換能器與其它構件整合在一 CMOS 晶圓上變得容易。

【0050】 根據該技術的一特點，一種用於偏壓至少一超音波換能器元件之方法係被提出，其係包括當該至少一超音波換能器元件正被用來成像或處理該標的物時，施加一接地至該至少一超音波換能器元件面對該標的物的一側的一動作。在某些實施例中，此種偏壓係藉由最小化電擊的風險以使得該裝置安全的操作變得容易。

【0051】 根據該技術的一特點，一種超音波裝置係被組態設定以利用至少一超音波換能器元件來成像或處理一標的物。該至少一超音波換能器元件被組態設定以在成像或處理期間面對該標的物的一側係連接至一接地，其在某些實施例中係藉由最小化電擊的風險來提供安全的操作。

【0052】 根據該技術的一特點，一種用於組態設定在一超音波裝置中的第一及第二發送控制電路之方法係被提出，其中該第一及第二發送控制電路的每一個係包括一波形產生器，該波形產生器係驅動一用於一超音波換能器元件的脈波產生器，並且其中該方法係包括不同地組態設定該第一及第二發送控制電路的一動作，因而介於當該第一控制電路接收一發送致能信號時以及當一藉由該第一波形產生器產生的第一波形被施加至該第一脈波產生器時之間的第一延遲的一長度係不同於介於當該第二控制電路接收該發送致能信號時以及當一藉由該第二波形產生器產生的第二波形被施加至該第二脈波產生器時之間的第二延遲的一長度。在至少某些實施例中，該些延遲的此種控制係提供例如在有利的超音波成像功能方面之有利的操作。

【0053】 在某些實施例中，該組態設定該第一及第二發送控制電路的動作係包括組態設定該第一發送控制電路以使得該發送致能信號在到達該第一波形產生器之前先被延遲一第一時間量、以及組態設定該第二發送控制電路以使得該發送致能信號在到達該第二波形產生器之前先被延遲一第二時間量的動作。該第二時間量在某些實施例中是不同於該第一時間量。

【0054】 在某些實施例中，該組態設定該第一及第二發送控制電路的動作係包括組態設定該第一波形產生器以具有一第一開始的頻率、以及組態設定該第二波形產生器以具有一第二開始的頻率的動作，該第二開始的頻率係不同於該第一開始的頻率。在某些實施例中，該組態設定該第一及第二發送控制電路的動作係包括組態設定該第一波形產生器以具有一第一開始的相位、以及組態設定該第二波形產生器以具有一第二開始的相位的動作，該第二開始的相位係不同於該第一開始的相位。在某些實施例中，該組態設定該第一及第二發送控制電路的動作係包括組態設定該第一發送控制電路以使得藉由該第一波形產生器輸出的該第一波形在到達該第一脈波產生器之前先被延遲一第一時間量、以及組態設定該第二發送控制電路以使得藉由該第二波形產生器輸出的該第二波形在到達該第二脈波產生器之前先被延遲一第二時間量的動作，該第二時間量係不同於該第一時間量。在至少某些實施例中，此種控制係使得例如是用於如同在此所述的超音波成像之所關注的各種波形的產生變得容易。

【0055】 根據該技術的一特點，一種超音波裝置係被提出，其係包括至少第一及第二超音波換能器元件、一第一發送控制電路以及一第二發送控制電路。該第一發送控制電路係包括一耦接至該第一超音波換能器元件

的第一脈波產生器以便於驅動該第一超音波換能器元件，因而該第一超音波換能器元件係發射一超音波脈波、一耦接至該第一脈波產生器的第一波形產生器以響應於該第一發送控制電路收到一發送致能信號來提供一第一波形至該第一脈波產生器，並且至少一第一構件可被納入，其係影響介於當該第一發送控制電路接收該發送致能信號時以及當該第一波形被施加至該第一脈波產生器之間的一第一延遲的一長度。該第二發送控制電路係包括一耦接至該第二超音波換能器元件的第二脈波產生器以便於驅動該第二超音波換能器元件，因而該第二超音波換能器元件係發射一超音波脈波、一耦接至該第二脈波產生器的第二波形產生器以響應於該第二發送控制電路收到該發送致能信號來提供一第二波形至該第二脈波產生器、以及至少一第二構件，其係影響介於當該第二發送控制電路接收該致能信號時以及當該第二波形被施加至該第二脈波產生器時之間的一第二延遲的一長度。該至少一第一構件係與該至少一第二構件不同地加以組態設定，因而該第二延遲的長度係不同於該第一延遲的長度。在至少某些實施例中，該些不同的延遲例如是藉由使得各種所期望的超音波波形的產生變得容易來提供有利的操作。

【0056】 在某些實施例中，該至少一第一構件係包括一第一移位暫存器，該第一移位暫存器係在提供該致能信號至該第一波形產生器之前延遲該致能信號一第一數目個時脈週期，並且該至少一第二構件係包括一第二移位暫存器，該第二移位暫存器係在提供該致能信號至該第二波形產生器之前延遲該致能信號一第二數目個時脈週期，該第二數目個時脈週期係不同於該第一數目個時脈週期。在某些實施例中，該至少一第一構件係包括

一包含一第一值的第一暫存器，該第一值係決定該第一波形產生器的一開始的頻率，並且該至少一第二構件係包括一包含一第二值的第二暫存器，該第二值係不同於該第一值，該第二值係決定該第二波形產生器的一開始的頻率。在某些實施例中，該至少一第一構件係包括一包含一第一值的第一暫存器，該第一值係決定該第一波形產生器的一開始的相位，並且該至少一第二構件係包括一包含一第二值的第二暫存器，該第二值係不同於該第一值，該第二值係決定該第二波形產生器的一開始的相位。在某些實施例中，該至少一第一構件係包括一第一延遲元件，該第一延遲元件係在該第一波形到達該第一脈波產生器之前延遲藉由該第一波形產生器輸出的該第一波形一第一時間量，並且該至少一第二構件係包括一第二延遲元件，該第二延遲元件係在該第二波形到達該第二脈波產生器之前延遲藉由該第二波形產生器輸出的該第二波形一第二時間量，該第二時間量係不同於該第一時間量。在至少某些實施例中，此種配置例如藉由對於波形參數提供控制以使得各種有利的超音波波形的產生變得容易。

【0057】 根據該技術的一特點，一種用於組態設定至少第一及第二波形產生器之方法係被提出，其係包括利用一控制器以控制該至少第一及第二波形產生器的第一及第二可組態設定的操作參數的值的一動作。在至少某些實施例中，此種控制係使得該波形產生器可程式化的，使得它們可以例如藉由控制該些波形參數而被程式化或控制以提供所要的波形。

【0058】 在某些實施例中，該方法進一步包括利用該控制器以產生一系列用於該第一波形產生器的事件號碼，從一和該第一波形產生器相關的第一記憶體擷取和一由該控制器所提供的事件號碼相關的一第一值，並且

提供該第一值至該第一波形產生器以使用作為該第一可組態設定的操作參數的動作。該方法可進一步包括，對於該第二波形產生器，從一和該第二波形產生器相關的該第二記憶體擷取一和由該控制器所提供的該事件號碼相關的該第二值，並且提供該第二值至該第二波形產生器以使用作為該第二可組態設定的操作參數。以此種方式，在至少某些實施例中，對於藉由波形產生器所產生的波形之控制可被達成，因而所期望的(例如，醫學相關的)超音波波形可加以產生。

【0059】 在某些實施例中，該第一及第二可組態設定的操作參數係控制該第一及第二波形產生器之相同的功能。對於至少一事件號碼，從該第一及第二記憶體擷取的該第一及第二值是不同的。

【0060】 在某些實施例中，該方法進一步包括利用該控制器以發送一致能信號至該第一及第二波形產生器的每一個的一動作。在某些實施例中，該方法進一步包括設定個別的第一及第二波形產生器的該第一及第二可組態設定的操作參數以具有不同的值的一動作。以此種方式，在某些實施例中，不同的波形係藉由該些不同的波形產生器而被產生，其可被利用以達成例如在超音波成像中所要的超音波波形之產生。

【0061】 根據該技術的一特點，一種裝置係被提出，其係包括被組態設定以產生用於藉由至少第一及第二對應的超音波換能器元件發送的波形的至少第一及第二波形產生器，該第一波形產生器係包括至少一第一可組態設定的操作參數，並且該第二波形產生器係包括至少一第二可組態設定的操作參數，以及一被組態設定以控制該第一及第二可組態設定的操作參數的值的控制器。以此種方式，在某些實施例中，藉由該波形產生器產生

的波形之所期望的可組態設定係被達成。

【0062】 在某些實施例中，該控制器係被組態設定以輸出一系列的發送事件號碼。在某些實施例中，該第一波形產生器係具有一與其相關的第一事件記憶體，該第一事件記憶體係儲存用於該第一可組態設定的操作參數之和個別的發送事件號碼相關的值，並且被組態設定以接收從該控制器發送的事件號碼並且輸出該第一可組態設定的操作參數之對應的儲存的值至該第一波形產生器以供其使用。在某些實施例中，該第二波形產生器係具有一與其相關的第二事件記憶體，該第二事件記憶體係儲存用於該第二可組態設定的操作參數之和個別的發送事件號碼相關的值，並且被組態設定以接收從該控制器發送的事件號碼並且輸出該第二可組態設定的操作參數之對應的儲存的值至該第二波形產生器以供其使用。以此種方式，在某些實施例中，藉由該些波形產生器所產生的波形可加以控制，並且例如當執行超音波成像時，所要的波形可加以達成。

【0063】 在某些實施例中，對於至少一藉由該控制器輸出的事件號碼而言，該第一事件記憶體以及第二事件記憶體係對於該第一及第二可組態設定的操作參數儲存不同的相關的值。

【0064】 在某些實施例中，該控制器係進一步被組態設定以傳遞一發送致能信號至該第一及第二波形產生器的每一個。

【0065】 在某些實施例中，該第一可組態設定的操作參數可被設定為一個和該第二可組態設定的操作參數為不同的值。

【0066】 根據該技術的一特點，一種用於製造一超音波裝置之方法係被提出，其係包括將數位接收電路整合在和至少一 CMOS 超音波換能器元

件相同的半導體晶粒上的一動作。該數位接收電路可以是被組態設定以從一超音波換能器單元或元件接收信號的數位電路。在此係描述一些例子。在某些實施例中，此種配置可以藉由容許超音波換能器以及數位電路能夠在相同的半導體晶粒上，以提供或使得一整合的超音波裝置變得容易。在某些實施例中係產生小型的超音波裝置。再者，在某些實施例中，該數位電路係使得和例如是外部的電腦、智慧型手機、平板電腦、或是其它處理構件之外部構件的數位通訊變得容易。

【0067】 根據該技術的一特點，一種裝置係被提出，其係包括形成在單一積體電路基板上的至少一 CMOS 超音波換能器元件以及數位接收電路。在某些實施例中，此種配置係藉由容許超音波換能器以及數位電路能夠在相同的半導體晶粒上，以提供或使得一整合的超音波裝置變得容易。在某些實施例中係產生小型的超音波裝置。再者，在某些實施例中，該數位電路係使得和例如是外部的電腦、智慧型手機、平板電腦、或是其它處理構件之外部構件的數位通訊變得容易。

【0068】 根據該技術的一特點，一種用於製造一超音波裝置之方法係被提出，其係包括在 CMOS 電路之上(例如，在一較高或是之後設置的處理層上)製造至少第一及第二超音波換能器元件的一動作，該 CMOS 電路係包括對應於該第一及第二超音波換能器元件的至少第一及第二發送控制電路以及至少第一及第二接收控制電路。在至少某些實施例中，此種製造係使得包含超音波換能器以及相關電路之整合的超音波裝置的形成變得容易。再者，該些裝置可以是小型的，此至少部分是因為如同所敘述地相對於該電路來設置該些超音波換能器。

【0069】 在某些實施例中，該第一及第二接收控制電路係分別包括一類比至數位轉換器，並且在某些實施例中進一步包括數位信號處理電路。在某些實施例中，包含數位電路係使得資料處理以及和外部構件的數位通訊變得容易。

【0070】 在某些實施例中，該至少第一及第二超音波換能器元件係被製造在該 CMOS 電路之上(例如，在一較高或是之後設置的處理層上)，使得該第一發送控制電路以及該第一接收控制電路都被設置在該第一超音波換能器元件的下面，並且該第二發送控制電路以及該第二接收控制電路都被設置在該第二超音波換能器元件的下面。在某些實施例中，就該些電路構件可以在該些超音波換能器的形成前就已經完成的處理層上加以製造的意義而言，該些電路構件可以是在該些超音波換能器下面。在某些實施例中，該超音波換能器係比該些電路位在更靠近一基板(例如，一半導體基板)的一裝置表面。在至少某些實施例中，此種配置係容許小型的超音波裝置能夠被製造出。

【0071】 在某些實施例中，該製造該至少第一及第二超音波換能器元件的動作係包括在和該 CMOS 電路相同的半導體基板上製造該至少第一及第二超音波換能器元件。在某些實施例中，該製造該至少第一及第二超音波換能器元件的動作係包括製造該第一發送控制電路以便於包含一耦接以驅動一用於該第一超音波換能器元件的第一脈波產生器之第一波形產生器，以及製造該第二發送控制電路以便於包含一耦接以驅動一用於該第二超音波換能器元件的第二脈波產生器之第二波形產生器的動作。在某些實施例中，一種整合的超音波裝置係被達成，其係包含在該半導體基板上的

信號產生功能。

【0072】 根據該技術的一特點，一種超音波裝置係被提出，其係包括至少第一及第二超音波換能器元件、以及設置在該至少第一及第二超音波換能器元件的下面的 CMOS 電路。該 CMOS 電路已經將對應於該第一及第二超音波換能器元件的第一及第二發送控制電路以及第一及第二接收控制電路整合於其中。在至少某些實施例中，此種配置係使得包含超音波換能器以及相關的電路之整合的超音波裝置的形成變得容易。該些裝置可以是小型的，此至少部分是因為如同所敘述地相對於該電路來設置該些超音波換能器。

【0073】 在某些實施例中，該第一及第二接收控制電路分別包括一類比至數位轉換器。在某些實施例中，該第一及第二接收控制電路分別進一步包括數位信號處理電路。在某些實施例中，包含數位電路係使得資料處理以及和外部的構件之數位通訊變得容易。

【0074】 在某些實施例中，該第一發送控制電路以及該第一接收控制電路都被設置在該第一超音波換能器元件的下面，並且該第二發送控制電路以及該第二接收控制電路都被設置在該第二超音波換能器元件的下面。在至少某些實施例中，此種配置係容許小型的超音波裝置能夠被製造。

【0075】 在某些實施例中，該第一及第二超音波換能器元件係被整合在和該 CMOS 電路相同的半導體晶粒上，其在至少某些實施例中係使得整合的超音波裝置的製造變得容易。

【0076】 在某些實施例中，該第一發送控制電路係包括一耦接以驅動一用於該第一超音波換能器元件的第一脈波產生器之第一波形產生器，並

且該第二發送控制電路係包括一耦接以驅動一用於該第二超音波換能器元件的第二脈波產生器之第二波形產生器。

【0077】 在某些實施例中，該第一及第二超音波換能器元件的每一個係包括一或多個微加工的超音波換能器單元。在某些實施例中，該一或多個微加工的超音波換能器單元係包括一或多個電容式微加工的超音波換能器(CMUT)單元，並且在某些實施例中，該一或多個微加工的超音波換能器單元係包括一或多個 CMOS 超音波換能器(CUT)單元。根據某些實施例，此種單元的使用係使得該些超音波換能器與其它構件整合在一 CMOS 晶圓上變得容易。

【0078】 根據該技術的一特點，一種用於處理一來自一超音波換能器元件的信號之方法係被提出，其係包括利用一整合在和該超音波換能器元件相同的半導體晶粒上的構件以將對應於該超音波換能器元件的一輸出的資料發送該半導體晶粒以作為一高速的串列資料串流的一動作。在某些實施例中，此種操作係使得該資料至例如是電腦、智慧型手機、或是平板電腦之外部的處理構件的通訊變得容易。

【0079】 在某些實施例中，該方法進一步包括將一對應於該超音波換能器元件的一輸出的類比信號轉換成為一數位信號的一動作，並且該發送資料的動作係包括將對應於該數位信號的資料發送該半導體晶粒以作為該高速的串列資料串流。在某些實施例中，和外部的構件之數位通訊係被提供。

【0080】 在某些實施例中，該方法進一步包括利用至少一整合在該半導體晶粒上的額外的構件以處理該數位信號以縮減該數位信號的該資料頻

寬的一動作，其在某些實施例中係有利於使得該資料的進一步處理以及該資料至例如是電腦、智慧型手機及平板電腦之外部的構件的通訊變得容易。在某些實施例中，該至少一額外的構件係包括一數位正交解調器。在某些實施例中，該至少一額外的構件係包括一平均模組。在某些實施例中，該至少一額外的構件係包括一匹配濾波器，並且在替代的實施例中係包括一不匹配的濾波器。在某些實施例中，該至少一額外的構件係包括一有限脈衝響應(FIR)濾波器。在某些實施例中，該至少一額外的構件係包括一 1/2 頻帶抽取的低通濾波器。在某些實施例中，該至少一額外的構件係包括一解線性調頻模組。

【0081】 在某些實施例中，該方法進一步包括在轉換該類比信號成為一數位信號之前，利用至少一整合在該半導體晶粒上的額外的構件來處理該類比信號以從其去耦合波形的一動作。在某些實施例中，此種處理係降低資料量，其於是使得超音波資料的收集及發送變得容易。在某些實施例中，該至少一額外的構件係包括一類比正交解調器，並且在某些實施例中係包括一類比解線性調頻模組。

【0082】 在某些實施例中，該發送的動作係包括利用一 USB 模組以將對應於該超音波換能器元件的輸出的該資料發送出該半導體晶粒，以作為該高速的串列資料串流。在某些實施例中，該 USB 模組係包括一 USB 3.0 模組。在某些實施例中，該發送的動作係包括利用一低電壓差動信號(LVDS)鏈路以將對應於該超音波換能器元件的輸出的該資料發送出該半導體晶粒。此種通訊協定係使得該些超音波換能器元件與外部的構件的使用變得容易。

【0083】 根據該技術的一特點，一種超音波裝置係被提出，其係包括至少一整合在一半導體晶粒上的超音波換能器元件，以及一整合在該半導體晶粒上的高速的串列資料模組，並且該高速的串列資料模組係被組態設定以將對應於該超音波換能器元件的一輸出的資料發送出該半導體晶粒，以作為一高速的串列資料串流。在某些實施例中，該高速的串列資料串流係使得該超音波裝置與相關於可以接收串列資料串流的裝置之使用變得容易。

【0084】 在某些實施例中，該裝置進一步包括一整合在該半導體晶粒上的類比至數位轉換器，該類比至數位轉換器係被組態設定以轉換一對應該超音波換能器元件的輸出的類比信號成為一數位信號。在某些實施例中，該高速的串列資料模組係被組態設定以將對應於該數位信號的資料發送出該半導體晶粒，以作為該高速的串列資料串流。在某些實施例中，此種操作係使得超音波資料和外部的裝置的通訊變得容易。

【0085】 在某些實施例中，該超音波裝置進一步包括至少一整合在該半導體晶粒上並且被組態設定以處理該數位信號以縮減該數位信號的該資料頻寬的信號處理模組，其在某些實施例中是有利於使得進一步處理以及和例如是電腦、智慧型手機以及平板電腦之外部的構件之通訊變得容易。在某些實施例中，該至少一信號處理模組係包括一數位正交解調器。在某些實施例中，該至少一信號處理模組係包括一平均模組。在某些實施例中，該至少一信號處理模組係包括一匹配濾波器，並且在替代的實施例中係包括一不匹配的濾波器。在某些實施例中，該至少一信號處理模組係包括一有限脈衝響應濾波器。在某些實施例中，該至少一信號處理模組係包括一

1/2 頻帶抽取的低通濾波器。在某些實施例中，該至少一信號處理模組係包括一解線性調頻模組。

【0086】 在某些實施例中，該裝置進一步包括至少一整合在該半導體晶粒上的額外的構件，並且該額外的構件係被組態設定以在該類比至數位轉換器轉換該類比信號成為一數位信號之前，先處理該類比信號以從其去耦合波形。在某些實施例中，該至少一額外的構件係包括一類比正交解調器，並且在某些實施例中係包括一類比解線性調頻模組。

【0087】 在某些實施例中，該高速的串列資料模組係包括一 USB 模組。在某些實施例中，該 USB 模組係包括一 USB 3.0 模組。在某些實施例中，該高速的串列資料模組係包括一低電壓差動信號(LVDS)鏈路模組。此種通訊協定的使用係使得該超音波裝置與外部的構件的使用變得容易。

【0088】 根據該技術的一特點，一種用於操作用於至少第一及第二超音波換能器元件的發送及/或控制電路之方法係被提出，該至少第一及第二超音波換能器元件係被整合在和該發送及/或控制電路相同的半導體晶粒上，其係包括利用一控制器以控制用於該至少第一及第二超音波換能器元件的該發送及/或控制電路的操作參數的值的一動作。在至少某些實施例中，此種控制係使得在某些實施例中的所期望的波形之產生變得容易。

【0089】 在某些實施例中，該方法進一步包括利用一並未整合在該半導體晶粒上的控制器以經由一高速的串列資料鏈路來將該些操作參數傳遞至和該發送及/或控制電路相關的該些暫存器的一動作。

【0090】 在某些實施例中，該利用該控制器的動作係包括利用該控制器以控制用於該至少第一及第二超音波換能器元件的發送控制電路之波形

產生器的操作參數的值。在某些實施例中，該利用該控制器的動作係包括利用該控制器以控制用於該至少第一及第二超音波換能器元件的接收控制電路之放大器的操作參數的值。

【0091】 根據該技術的一特點，一種裝置係被提出，其係包括整合在一半導體晶粒上的至少第一及第二超音波換能器元件、整合在該半導體晶粒上的發送及/或控制電路、以及一被組態設定以控制用於該至少第一及第二超音波換能器元件的該發送及/或控制電路的操作參數的値之控制器。在某些實施例中，此種配置係代表一整合的超音波裝置的至少一部分，例如是一被組態設定以收集適合用於形成超音波影像的超音波資料的超音波成像裝置的至少一部分。

【0092】 在某些實施例中，該控制器並未被整合在該半導體晶粒上，而是被組態設定以經由一高速的串列資料鏈路以將該些操作參數傳遞至和該發送及/或控制電路相關的該些暫存器。在某些實施例中，該控制器係被組態設定以控制用於該至少第一及第二超音波換能器元件的發送控制電路之波形產生器的操作參數的値。在某些實施例中，該控制器係被組態設定以控制用於該至少第一及第二超音波換能器元件的接收控制電路之放大器的操作參數的値。

【0093】 根據該技術的一特點，一種裝置係被提出，其係包括一超音波成像晶片以及一高強度聚焦超音波(HIFU)晶片。該超音波成像晶片以及該HIFU 晶片係耦接以組合地操作來執行影像導引的HIFU。該超音波成像晶片可包含適當的構件(例如，超音波換能器以及電路)以收集適合用於形成超音波影像的超音波資料。該HIFU 晶片可包含適當的構件(例如，超音波換能

器及電路)以施加 HIFU 能量。在某些實施例中，產生自藉由該超音波成像收集的超音波資料的影像係被用來導引藉由該 HIFU 晶片之 HIFU 應用。

【0094】 根據該技術的一特點，一種裝置係被提出，其係包括單一晶片整合的超音波成像電路以及高強度聚焦超音波(HIFU)電路。該裝置係被組態設定以執行影像導引的 HIFU。因此，在某些實施例中，單一裝置係被組態設定以執行多個超音波功能。

【0095】 根據該技術的一特點，一種裝置係被提出，其係包括在一 CMOS 晶圓上的超音波換能器元件的一配置，一形成在該 CMOS 晶圓上並且電耦接至超音波換能器元件的該配置之積體電路。該積體電路係被組態設定以驅動一高達約 50V 的電壓。在某些實施例中，此種電壓係有利於可能需要使用高電壓之應用 HIFU 及/或執行超音波成像。

【0096】 在某些實施例中，該積體電路係包括一次微米節點。該次微米節點係被組態設定以驅動該高達約 50V 的電壓。在某些實施例中，次微米節點可以是指小於約 1 微米的節點。在某些實施例中，深次微米節點可以是指小於約 0.3 微米的節點。在某些實施例中，超深次微米節點可以是指小於約 0.1 微米的節點。因此，能夠維持在某些超音波應用中是有用的高電壓之小型的整合的超音波裝置係在至少某些實施例中被提供。

【0097】 在此所述的該些其中一超音波換能器元件被設置或利用之實施例的至少某些實施例中，該超音波換能器元件可包括一或多個微加工的超音波換能器單元。在某些實施例中，該一或多個微加工的超音波換能器單元係包括一或多個電容式微加工的超音波換能器(CMUT)單元，並且在某些實施例中包括一或多個 CMOS 超音波換能器(CUT)單元。

【圖式簡單說明】

【0098】 所揭露的技術的各種特點及實施例將會參考以下的圖式來加以描述。應該體認到的是，該些圖並不一定按照比例繪製。出現在多個圖中的項目係在所有出現該項目的圖中藉由相同的元件符號來加以指出。

圖 1 係展示一種體現本發明的各種特點之單石超音波裝置的一舉例說明的例子；

圖 2A-B 係展示一種適配於發送聲波信號並且只接收從一標的物反向散射的脈波之成像裝置的範例實施方式；

圖 3A-B 係展示一種利用一對相對的成像裝置來成像一標的物之系統的一範例實施方式；

圖 4A 係展示在一換能器陣列中之一個別的換能器元件是如何可以相對用於該元件的 CMOS 電路來加以配置之一舉例說明的例子；

圖 4B 係展示一包括可以在一控制器的指導下在一起操作的一群組之個別的超音波裝置之超音波單位(unit)之一舉例說明的例子；

圖 5 係描繪在某些實施例中，單一換能器元件是如何可以容納到一較大的換能器陣列中；

圖 6A-E 係展示在一陣列內之一給定的換能器元件在某些實施例中是如何可被配置的五個不同的例子；

圖 7A-C 係展示換能器元件在某些實施例中是如何可被混合以降低光柵波瓣等等的例子；

圖 8-9 係描繪內含在一陣列之個別的換能器元件中的換能器單元在某些實施例中是如何可被耦接在一起以降低光柵波瓣等等的例子；

圖 10 是描繪在某些實施例中，用於一給定的換能器元件的 TX 控制電路以及 RX 控制電路是如何可被使用以激勵該元件來發射一超音波脈波、或是從該元件接收及處理一代表一藉由其感測的超音波脈波的信號之方塊圖；

圖 11A 係描繪一種超音波裝置的一實施例，其中一接收到的信號的數位處理可以在晶片外來加以執行；

圖 11B 係描繪一種超音波裝置的一實施例，其中一波形產生器以及其它數位電路的某些或全部可以是位在晶片外的；

圖 12A-B 係展示在某些實施例中，可以內含在每個 TX 控制電路中的電路之例子，以便於在該換能器陣列的每個發送位置處容許有真正的時間延遲及振幅控制；

圖 13A 係展示可被採用在該時序及控制電路以及每個 TX 控制電路中以選擇性地決定圖 12A-B 的實施例中所用的波形產生器之暫存器的值的構件之一舉例說明的例子；

圖 13B 係展示可被用來選擇性地決定用於由該 TX 控制電路及/或該 RX 控制電路所用的操作參數中的一或多個的値之構件的一個例子；

圖 14 係展示用於該時序及控制電路的一事件控制器的輸入與輸出的例子，其在某些實施例中可被設置以便於控制在一超音波裝置中發生的發送事件及接收事件；

圖 15A 係展示可被圖 14 中所示的事件控制器執行以便於產生用於控制發送及/或接收事件的一適當的系列的輸出的一常式之一舉例說明的例子；

圖 15B 係展示可以相關圖 13A 的實施例而被採用來選擇性地決定用於

由該 TX 控制電路及/或該 RX 控制電路所用的操作參數中的一或多個的值的
一常式之一舉例說明的例子；

圖 16 係展示一種超音波裝置之一替代的實施方式，其中單一波形產生
器可以由兩個或多個 TX 控制電路所共用；

圖 17-18 及 22-28 係展示可內含在圖 10 中所示的 RX 控制電路的類比處
理區塊以及數位處理區塊內之構件的舉例說明的例子；

圖 19 係展示在圖 1 中所示的時序及控制電路之一範例實施方式；

圖 20 係展示在圖 19 中所示的時脈產生電路之一範例實施方式；

圖 21 係展示可內含在圖 10 中所示的信號調節/處理電路之多工的數位
處理區塊中的構件之一舉例說明的例子；

圖 29-30 係描繪用於偏壓在一陣列或是其它配置中的換能器元件的技
術之例子；

圖 31 係展示可內含在圖 10 中所示的信號調節/處理電路之多工的數位
處理區塊中的構件之例子；

圖 32A-B 係描繪其中波形移除電路及/或軟體、影像形成電路及/或軟
體、及/或後端處理電路及/或軟體中的某些或是全部可以位在晶片外之實施
例；

圖 33 係展示可被用在某些實施例中的一高電壓 NMOS 及 PMOS 佈局的
一個例子；

圖 34 係展示可被用在某些實施例中的一非常高電壓 NMOS 及 PMOS 佈
局的一個例子；

圖 35 係展示可被用在某些實施例中的一高電壓 NMOS 及 PMOS 雙向或

是串級式(cascoding)佈局的一個例子；

圖 36 係展示可被用在某些實施例中的一非常高電壓 NMOS 及 PMOS 雙向或是串級式佈局的一個例子；

圖 37 係展示可被用在某些實施例中的一利用一高電壓 NMOS 及 PMOS 佈局以及一高電壓開關之脈波產生器的一個例子；

圖 38A 及 38B 係分別展示可被用在某些實施例中的雙重及四重的電壓脈波驅動器之例子；

圖 39A-B 係展示可被用在某些實施例中的一並不利用接收隔離開關之脈波產生器的一個例子；

圖 40A 及 40B 係分別展示一時間交錯的單一斜率類比至數位轉換器(ADC)以及其操作的一個例子，其在某些實施例中可被採用作為在此參照到的 ADC 中的一或多個；

圖 41 係展示可在某些實施例中被採用的一時間交錯的取樣與保持電路的一個例子；以及

圖 42A 及 42B 係分別展示一分時(time shared)高速 ADC 以及其操作的一個例子，其在某些實施例中可被採用作為在此參照到的 ADC 中的一或多個。

【實施方式】

【0099】 本揭露內容的某些實施例係提出充分利用 CMUT 技術的益處之新穎的裝置、系統及方法，並且將超音波影像形成處理的中心推向超音波掃描器中。在某些實施例中，一種強健且高度整合的超音波"系統單晶片"係被提出，其中與被製造在相同的晶粒上之超音波換能器陣列的直接整合以作為一完全數位的超音波前端。根據本揭露內容的某些特點，此架構

可以容許充分的存取到完全數位化的通道資料，以允許使用目前最佳技術之現成的計算平台以用於執行複雜的影像形成演算法。

【0100】 在此領域之先前的努力有很大程度是聚焦在標準的超音波架構的緊密整合，其係藉由設計能夠執行標準的射束形成的 ASIC，但是並非較先進的技術、或者是聚焦在先進的成像技術之實施，但通常是產生昂貴的裝置，此係欠缺可擴充的整合技術。本揭露內容係解決這兩種問題，其係藉由提供一種單晶片上的獨特、符合成本效益並且可擴充的整合超音波平台，此係足夠強健以用於先進的成像應用。

【0101】 要超前標準的波束成形方法係需要一種可以支援比單純發送時間延遲的脈波更多功能之架構。用以實施先進的波形編碼技術之最大的彈性係需要一換能器陣列中的每個元件有專用的系統資源。本揭露內容係利用例如是一新穎的波形產生器來克服此限制。在某些實施例中，積體電路係獨特地致能此波形產生器來控制一多位準的(例如，3 個或更多個位準)脈波產生器，並且提供用以在後續的處理中實施許多先進的超音波技術之功能，此係為一項先前尚未在一完全整合的換能器/CMOS 配置中被達成的特點。

【0102】 超音波接收器架構通常需要降低來自多個通道的資料頻寬。在習知的超音波中達成此的一種方式是使用標準的波束成形方法。此操作是不可逆的，並且與許多較先進的超音波影像重建技術不相容。在許多情況中，該些最大的通道資料速率可能會超過一系統的外部數位鏈路的頻寬。在此揭露的某些實施例係利用一種新穎的架構，其係提供以一種方式來使用該最大的通道資料之彈性，該方式係致能對於離開晶片的資料之

資料速率的一種前所未有的控制程度。

【0103】 在此詳述的積體電路係被獨特地設計以用於一整合的超音波成像裝置。該些 CMOS 接點係使得用於建立連接至超音波轉換元件的互連線之直接的晶圓接合、犧牲層(sacrificial release)、覆晶接合、及/或其它的技術變得容易。

【0104】 上述的特點及實施例以及額外的特點及實施例係在以下進一步加以描述。這些特點及/或實施例可以個別地、全部一起、或是兩個或多個的任意組合來加以使用，因為該揭露內容在此方面並不受限制。

【0105】 圖 1 係展示體現本發明的各種特點的一種單石超音波裝置 100 之一舉例說明的例子。如圖所示，該裝置 100 可包含一或多個換能器配置(例如，陣列)102、一發送(TX)控制電路 104、一接收(RX)控制電路 106、一時序及控制電路 108、一信號調節/處理電路 110、一電源管理電路 118、及/或一高強度聚焦超音波(HIFU)控制器 120。在所示的實施例中，該些舉例說明的元件全部都形成在單一半導體晶粒 112 上。然而，應該體認到在替代的實施例中，該些舉例說明的元件中的一或多個可以是位在晶片外的，即如同在以下更詳細論述者。此外，儘管該舉例說明的例子係展示一 TX 控制電路 104 以及一 RX 控制電路 106，但是在替代的實施例(亦在以下更詳細地論述)中只有一 TX 控制電路或是只有一 RX 控制電路可被採用。例如，在一個其中一或多個單純發送的裝置 100 被用來發送聲波信號並且一或多個單純接收的裝置 100 被用來接收已經發送穿過一被超音波成像的標的物或是被該標的物反射的聲波信號之情況中，此種實施例可被採用。

【0106】 應該體認到的是，在該些舉例說明的構件中的一或多個之間

的通訊可以用許多方式的任一種來加以執行。在某些實施例中，例如，一或多個例如是被一整合式北橋所採用之高速的匯流排(未顯示)可被利用，以容許高速的晶片內的通訊、或是和一或多個晶片外的構件之通訊。

【0107】 該一或多個換能器陣列 102 可以採用許多形式的任一種，並且本技術的特點並不一定需要使用任何特定類型或配置的換能器單元或換能器元件。確實，儘管該術語"陣列"係在此說明中被使用，但應該體認到的是在某些實施例中，該些換能器元件可能並非用一陣列來加以組織的，而是可能用某些非陣列的方式來加以配置。在各種的實施例中，在該陣列 102 中的每一個換能器元件例如可包含一或多個 CMUT、一或多個 CMOS 超音波換能器(CUT)、及/或一或多個其它適當的超音波換能器單元。在某些實施例中，每個換能器陣列 102 的換能器元件 304 可被形成在和該 TX 控制電路 104 及/或 RX 控制電路 106 的電子電路相同的晶片上。超音波換能器單元、元件以及配置(例如，陣列)以及整合此種裝置與位在下面的 CMOS 電路的方法之許多例子係詳細地論述在美國申請案序號 61/794,744 中，該美國申請案的名稱為"互補金屬氧化物半導體(CMOS)超音波換能器以及用於形成其之方法"，其係載有代理人文件編號 B1348.70007US00 並且為 2013 年 3 月 15 日申請的，其整個揭露內容係被納入在此作為參考。

【0108】 一 CUT 例如可包含一形成在一 CMOS 晶圓中的凹處，其中一薄膜係覆蓋該凹處，並且在某些實施例中是密封該凹處。電極可被設置以從該覆蓋的凹處結構產生一換能器單元。該 CMOS 晶圓可包含該換能器單元可連接到的積體電路。該換能器單元以及 CMOS 晶圓可以單石地加以整合，因此在單一基板(該 CMOS 晶圓)上形成一整合的超音波換能器單元及

積體電路。

【0109】 例如，該 TX 控制電路 104(若包含的話)可以產生驅動在該換能器陣列 102 內之個別的元件或是一或多個群組的元件之脈波，以便於產生將被使用於成像的聲波信號。在另一方面，當聲波信號撞擊在此種元件之上時，該 RX 控制電路 106(若包含的話)可以接收及處理由換能器陣列 102 之個別的元件所產生的電子信號。

【0110】 在某些實施例中，該時序及控制電路 108 例如可以負責產生所有的時序及控制信號，其係被用來同步化及協調在該裝置 100 中的其它元件之操作。在所展示的例子中，該時序及控制電路 108 係藉由被供應至一輸入埠 116 的單一時脈信號 CLK 而被驅動。該時脈信號 CLK 例如可以是一被用來驅動該些晶片上的電路構件中的一或多個之高頻的時脈。在某些實施例中，該時脈信號 CLK 例如可以是一被用來驅動在該信號調節/處理電路 110 中之一高速的串列輸出裝置(未顯示在圖 1 中)的 1.5625GHz 或 2.5GHz 的時脈、或是一被用來驅動在該晶粒 112 上的其它數位構件的 20Mhz 或 40MHz 的時脈，並且該時序及控制電路 108 必要的話可以除頻或是倍頻該時脈 CLK，以驅動在該晶粒 112 上的其它構件。在其它實施例中，具有不同頻率(例如，那些在以上參照的頻率)的兩個或多個時脈可以從一晶片外的來源個別地被供應至該時序及控制電路 108。一可內含在該時序及控制電路 108 內之適當的時脈產生電路 1904 之一舉例說明的例子係在以下相關圖 19 及 20 來加以論述。

【0111】 該電源管理電路 118 例如可以負責轉換來自一晶片外的來源之一或多個輸入電壓 V_{IN} 成為實行該晶片的操作所需的電壓、或者負責管

理在該裝置 100 內之功率消耗。例如，在某些實施例中，單一電壓(例如，12V、80V、100V、120V 等等)可被供應至該晶片，並且必要時，該電源管理電路 118 可以利用一充電泵電路或是經由某些其它 DC 至 DC 的電壓轉變機構，來步階增壓或是降壓。在其它實施例中，多個不同的電壓可以個別地供應至該電源管理電路 118 以用於處理及/或分布至其它晶片上的構件。

【0112】 如同在圖 1 中所示，在某些實施例中，一 HIFU 控制器 120 可被整合在該晶粒 112 上，以便於致能 HIFU 信號經由該換能器陣列 102 的一或多個元件的產生。在其它實施例中，一用於驅動該換能器陣列 102 的 HIFU 控制器可以是位在晶片外的、或甚至是在一與該裝置 100 分開的裝置內。換言之，本揭露內容的特點係有關於單晶片上的超音波 HIFU 系統之提供，其係具有或不具有超音波成像功能。然而，應該體認到某些實施例可以不具有任何 HIFU 功能，並且因此可以不包含 HIFU 控制器 120。

【0113】 再者，應該體認到的是，該 HIFU 控制器 120 在那些提供 HIFU 功能的實施例中可能不代表獨特的電路。例如，在某些實施例中，圖 1 之其餘的電路(除了該 HIFU 控制器 120 之外者)可以適合提供超音波成像功能及/或 HIFU，亦即在某些實施例中相同的共用電路可被操作為一成像系統且/或用於 HIFU。成像或 HIFU 功能是否被呈現可以是依據提供至該系統的功率而定。HIFU 通常係操作在比超音波成像高的功率下。因此，提供該系統一適合用於成像應用的第一功率位準(或電壓)可以使得該系統運作為一成像系統，而提供一較高的功率位準(或電壓)可以使得該系統為了 HIFU 而運作。在某些實施例中，此種電源管理可以是由晶片外的控制電路所提供的。

【0114】 除了利用不同的功率位準之外，成像及 HIFU 的應用可以利

用不同的波形。因此，波形產生電路可被用來提供適當的波形，以用於將該系統操作為一成像系統或是一 HIFU 系統。

【0115】 在某些實施例中，該系統可操作為一成像系統以及一 HIFU 系統兩者(例如，能夠提供影像導引的 HIFU)。在某些此種實施例中，相同的晶片上的電路可被利用以提供兩種功能，其中適當的時序序列係被用來控制在該兩種模式之間的操作。有關 HIFU 實施方式之額外的細節以及可被採用在本揭露內容中所闡述的各種實施例的操作特點係被描述在共同申請且共同擁有之 2012 年 10 月 17 日申請且名稱為"透射式成像及相關的裝置和方法"的美國專利申請案序號 13/654,337 中，該申請案的整體內容係被納入於此作為參考。

【0116】 在所展示的例子中，一或多個輸出埠 114 可輸出藉由該信號調節/處理電路 110 的一或多個構件所產生之一高速的串列資料串流。此種資料串流例如可藉由整合在該晶粒 112 上的一或多個 USB 3.0 模組、及/或一或多個 10GB、40GB 或 100GB 乙太網路模組來加以產生。在某些實施例中，在輸出埠 114 上產生的信號串流可被饋入一電腦、平板電腦或是智慧型手機中，以用於二維、三維、及/或層析成像的影像之產生及/或顯示。在其中影像形成的功能被納入在該信號調節/處理電路 110 內(如同在以下進一步解說者)的實施例中，即使是例如僅具有一有限的處理能力的量以及可利用的記憶體以用於應用程式的執行的智慧型手機或平板電腦之相當低功率的裝置，也可以只利用來自該輸出埠 114 的一串列資料串流來顯示影像。高速的串列資料模組的例子以及其它可以內含在該信號調節/處理電路 110 中的構件係在以下相關圖 21 及 31 更詳細地論述。如上所提到的，晶片上的

類比至數位轉換的使用以及一高速的串列資料鏈路以卸載一數位資料串流是有助於使得根據本揭露內容的某些實施例的一種"超音波單晶片"的解決方案變得容易的特點中之一個。

【0117】 例如在圖 1 中所示的裝置 100 可被用在一些成像及/或處理(例如, HIFU)的應用中之任一個, 並且在此論述的該些特定的例子不應該被視為限制性的。在一舉例說明的實施方式中, 例如, 一種包含一 $N \times M$ 平面或是實質平面的陣列之 CMUT 元件的成像裝置本身可被用來獲取一標的物(例如, 一個人的腹部)的一超音波影像, 其係藉由在一或多個發送階段期間(一起或個別地)激勵在該陣列 102 中的某些或是全部元件, 並且在一或多個接收階段期間接收及處理藉由在該陣列 102 中的某些或是全部元件所產生的信號, 使得該些 CMUT 元件係在每個接收階段期間感測被該標的物反射的聲波信號。在其它實施方式中, 在該陣列 102 中的某些元件可被使用來僅發送聲波信號, 而在相同的陣列 102 中的其它元件可以同時被使用來僅接收聲波信號。再者, 在某些實施方式中, 單一成像裝置可包含一 $P \times Q$ 陣列之個別的裝置、或是一 $P \times Q$ 陣列之個別的 $N \times M$ 平面的陣列的 CMUT 元件, 該些構件可以平行、依序、或是根據某種其它時序設計來加以操作, 以便於容許資料能夠從比可被體現在單一裝置 100 中或是在單一晶粒 112 上更多數目個 CMUT 元件來加以累計的。

【0118】 在另外其它實施方式中, 一對成像裝置可被設置以便於跨坐在一標的物上, 使得在該標的物的一側上之成像裝置的裝置 100 中的一或多個 CMUT 元件可以感測藉由在該標的物的另一側上之成像裝置的裝置 100 中的一或多個 CMUT 元件所產生的聲波信號, 其跨坐程度是此種脈波不

被該標的物實質衰減。再者，在某些實施方式中，相同的裝置 100 可被利用來量測來自其本身的 CMUT 元件中的一或多個的聲波信號的散射以及來自設置在該標的物的相對側上的一成像裝置中之 CMUT 元件中的一或多個的聲波信號的發送兩者。

【0119】 一適配於發送聲波信號並且只接收從一標的物 202 反向散射的脈波之超音波單位 200 的一實施例之一舉例說明的例子係被展示在圖 2A-B 中。該超音波單位 200 例如可包括以一陣列配置在一電路板(未顯示)上並且藉由該超音波單位 200 的一殼體支承之一或多個裝置 100。在圖 2A 的範例實施方式中，一來自該超音波單位 200 之高速的串列資料串流可輸出到一電腦 204 的一串列埠(例如，一 USB 埠)，以用於進一步處理及/或顯示在該電腦 204 的一螢幕 206 上。如同在以下更詳細論述的，該電腦 204 在將該影像顯示在該電腦的顯示器螢幕 206 上之前，可以或是可不需要執行例如是波形移除、影像形成、後端處理、等等的功能，此係根據用於達成此種功能的構件是否被整合在該些裝置 100 中的一或多個的晶粒 112 上、或是被設置在該超音波單位 200 中而定。

【0120】 如同在圖 2B 中所示，在其它實施方式中，來自該超音波單位 200 之高速的串列資料串流可被提供至一智慧型手機 208 的一輸入埠，以用於進一步處理及/或顯示。因為在此類型的裝置中可供用於應用程式的執行之處理能力以及記憶體可能是有限的，因此在某些實施例中，該資料處理(例如，波形移除、影像形成、及/或後端處理等等)的某些或全部可被執行在該些裝置 100 中的一或多個的晶粒 112 上、或者是在該超音波單位 200 內。然而，在其它實施例中，此種資料處理的某些或是全部可以額外或是

替代地藉由在該智慧型手機 208 上的一或多個處理器來加以執行。

【0121】 一種利用一對之相對的超音波單位 200 的實施方式的另一個例子係被描繪在圖 3A-B 中。如同在圖 3A 中所示，一對超音波單位 200 可被配置以便於跨坐在一標的物 202 上(在該標的物 202 後面的超音波單位 200 於圖 3A 中是不可見的)，並且輸出一串列的資料串流至一桌上型電腦或是工作站 306。圖 3B 係描繪該一或多個裝置 100 的換能器陣列 102 是如何可被設置，以便於成像該標的物 202 內之一區域 302。如上所論述的，在一給定的陣列 102 中之個別的換能器元件 304 可被利用以產生聲波信號或接收聲波信號、或是兩者，此係根據將被採用的成像技術及方法而定。先前的例子中之任一個例如都可容許二維亮度模式(B-模式)、三維 B-模式、或是層析成像的超音波成像。

【0122】 在某些實施例中，在此揭露的裝置及架構可以完全與例如是一或多種合成孔徑技術之一或多種複雜的方法整合。合成孔徑技術例如可容許從多個接收孔的收集來形成高解析度的影像。此種技術的例子係包含但不限於(1)在所有成對的換能器元件上發送且接收、(2)平面波複合、(3)用於任何發送模式的逆散射解決方案、(4)內插範圍偏移(例如，史塔特內插法)或是其它的傅立葉重新取樣技術、(5)動態聚焦、(6)延遲總和、以及(7)虛擬源。

【0123】 超音波換能器元件 304 的陣列的其它配置及實施方式的許多例子可以利用例如那些在此揭露的裝置 100 來額外或是替代地加以採用，其係被描述在 2012 年 10 月 17 日申請的名稱為"透射式成像及相關的裝置和方法"的共同申請且共同擁有之美國專利申請案序號 13/654,337 中，該

申請案係在以上被納入作為參考。

【0124】 圖 4A 係展示在一換能器陣列 102 中之一個別的換能器元件 304 是如何可以相關用於該換能器元件 304 的 CMOS 電路 402(包含一 TX 控制電路 104 及/或一 RX 控制電路 106)來加以配置之一舉例說明的例子。如圖所示，在某些實施例中，每個換能器元件 304 可具有和其相關的一對應的 TX 控制電路 104 以及一對應的 RX 控制電路 106。此種電路的範例實施方式的細節係在以下被描述。在圖 4A 所示的實施例中，該些換能器元件 304 的每一個係被設置在其對應的 TX 控制電路 104 及/或 RX 控制電路 106 的正上方，以便於例如使得互連線、最小化在構件之間的串音、最小化寄生電容等等變得容易(如同先前所論述的，有關於換能器單元(例如，在以下敘述的換能器單元 602)、換能器元件 304、以及換能器陣列 102 是如何可以用此種方式和 CMOS 電路整合、或者是形成在 CMOS 電路之上的細節係在美國申請案序號 61/794,744 中加以提供，其名稱為"互補金屬氧化物半導體(CMOS)超音波換能器以及用於形成其之方法"，其係載有代理人文件編號 B1348.70007US00 且在 2013 年 3 月 15 日申請的，該申請案係在以上被納入作為參考。)

【0125】 然而，應該體認到在其它實施例中，該些換能器元件 304 中的一或多個可以另外相關一或多個 TX 控制電路 104 及/或一或多個 RX 控制電路 106 來加以配置，以便於達成其它的益處或優點。再者，如上所提到的，應該體認到的是在某些實施例中，該 TX 控制電路 104 及/或該 RX 控制電路 106 的構件的某些或是全部可以從該晶粒 112、裝置 100、及/或超音波單位 200 加以省略。例如，在某些實施方式中，該 TX 控制電路 104 及/

或該 RX 控制電路 106 的功能可以藉由一不同的晶片、或甚至例如是電腦之一不同的裝置來加以執行。

【0126】 圖 4B 係展示一包括一群組的個別的超音波裝置 100a-100d 之超音波單位 200 的一舉例說明的例子，該群組的個別的超音波裝置 100a-100d 可以在一控制器 406 的指導下一起操作。該些超音波裝置 100a-100d 可以是在此所述用於裝置 100 的類型、在某些實施例中可以是一超音波單晶片上的裝置、或者可以是其它超音波裝置。在某些實施例中，裝置 100a-100d 的每一個可以是包含超音波換能器以及積體電路的單晶片裝置。

【0127】 再者，該些裝置 100a-100d 可以是彼此相同的、或是不同類型的裝置。例如，在某些實施例中，該些裝置 100a-100d 可以都是提供相同的功能(例如，超音波成像功能)。在某些實施例中，該些裝置 100a-100d 中的一或多個可被組態設定為超音波成像裝置，而一或多個可被組態設定為 HIFU 裝置。在某些實施例中，該些裝置 100a-100d 中的一或多個可以是可控制來操作為一成像裝置或是一 HIFU 裝置、或是兩者。

【0128】 應該體認到的是，任意數目之個別的裝置 100 可被配置成兩個、四個、八個、十六個或是任何其它數量的一陣列，以便於形成一可被利用來發射及/或偵測超音波能量之較大的區域。因此，該四個被描繪的裝置 100a-100d 係代表一非限制性的例子。在某些此種實施例中，其中多個裝置 100a-100d 係如圖所示地被耦接，該些裝置 100a-100d 可被封裝在一共同的封裝或殼體內、可被設置在一共同的基板(例如，一板或是中介體)上、或者可以是以任何適當的方式機械地加以耦接。

【0129】 在某些實施例中，一可被納入在個別的裝置 100 的晶粒 112 上以便於容許多個裝置 100a-100d 的操作能夠被同步化之時脈產生電路 1904 的一個例子係在以下相關圖 19 及 20 加以描述。

【0130】 圖 5 係描繪在某些實施例中，單一換能器元件 304 是如何可被容納到一較大的換能器陣列 102 中。圖 6A-E 係展示在某些實施例中，在一陣列 102 內之一個由圓形的換能器單元 602 所構成之給定的換能器元件 304 是如何可被配置之五個不同的例子。如同在圖 6A 中所示，在某些實施例中，在一陣列 102 中的每個換能器元件 304 可以只包含單一換能器單元 602(例如，單一 CUT 或是 CMUT)。如同在圖 6B-E 中所示，在其它實施例中，在一陣列 102 中的每個換能器元件 304 可包含一群組的個別的換能器單元 602(例如，CUT 或是 CMUT)。換能器元件 304 之其它可行的配置係包含梯形的元件、三角形的元件、六邊形的元件、八邊形的元件、等等。類似地，構成一給定的換能器元件 304 之每個換能器單元 602(例如，CUT 或是 CMUT) 本身可以具有前述的幾何形狀的任一種，使得一給定的換能器元件 304 例如可包含一或多個方形換能器單元 602、矩形換能器單元 602、圓形換能器單元 602、星形換能器單元 602、梯形換能器單元 602、三角形換能器單元 602、六邊形換能器單元 602、及/或八邊形換能器單元 602、等等。

【0131】 在某些實施例中，在每個給定的換能器元件 304 內的換能器單元 602 之至少兩個(例如，全部)係作用為一單位，並且響應於相同的脈波產生器(在以下敘述)的輸出來一起產生向外的超音波脈波，且/或一起接收入射的超音波脈波並且驅動相同的類比接收電路。當多個換能器單元 602 內含在每個換能器元件 304 中，則該些個別的換能器單元 602 可以用許多圖案

的任一個來加以配置，其中對於一給定的應用而言，特定的圖案係被選擇以便於最佳化各種的效能參數，例如方向性、信號雜訊比(SNR)、視野、等等。在其中 CUT 被使用作為換能器單元 602 的某些實施例中，一個別的換能器單元 602 之寬度例如可以是約 20-110 μm 的數量級並且具有一約 0.5-1.0 μm 的薄膜厚度，並且一個別的換能器元件 304 可具有一約 0.1-2.0 μm 的數量級之深度並且具有一約 0.1mm-3mm 的直徑或是任何介於之間的值。然而，這些只是可行的尺寸之舉例說明的例子而已，較大及較小的尺寸是可行的而且被思及。

【0132】 如先前所述，例如在 2008 年 2 月 IEEE 超音波、鐵電體及頻率控制學報第 55 冊第 2 號的 Bavaro V.等人的"用於降低光柵波瓣的二維 CMUT 陣列之元件形狀設計"中，選擇換能器元件 304 的形狀以及換能器元件 304 之間的相互關係以便於最佳化一換能器陣列 102 的效能參數是可能的，該論文係以其整體被納入作為參考。在此所述的超音波裝置的實施例可以採用此種技術。圖 7A-B 係展示其中混合星形換能器元件 304 的換能器單元 602(例如，CUT 或是 CMUT)之舉例說明的例子，並且圖 7C 係展示其中混合圓形的換能器元件 306 的換能器單元 602 之一舉例說明的例子，以便於達成例如光柵波瓣的降低之優點。

【0133】 在某些實施例中，一種類似降低光柵波瓣等等的效果可藉由額外或替代混合在該陣列 102 中的換能器元件 304 來耦接在一給定的換能器元件 304 中之一或多個換能器單元 602 與在一或多個相鄰或附近的換能器元件 304 中之一或多個換能器單元 602 來加以達成。藉由利用此種技術，總換能器區域的更佳的使用可加以達到，因為一給定的換能器單元 602 並不需

要只屬於單一換能器元件 304，而是可以被多個換能器元件 304 所共用。在某些實施例中，此種單元共用的技術可以和一種切趾法技術組合，其中是使得在一換能器元件 304 中的某些換能器單元 602 輻射比在相同的元件中的其它換能器單元 602 低的功率。

【0134】 一種適當的共用單元之技術的一舉例說明的例子係被展示在圖 8 中。在此例子中，在換能器元件 304 的周圍的換能器單元 602(例如，CUT 或是 CMUT)係經由耦接元件 802 而彼此耦接。在某些實施例中，該些耦接元件 802 例如可包括多晶矽電阻器。在其它實施方式中，該些耦接元件 802 可以額外或替代地包括電容性及/或感應元件或特點。例如，感應耦合可藉由將用於待被耦接的換能器單元 602 的導體相當接近彼此地佈線，而被產生在成對的換能器單元 602 之間。在某些實施例中，某些換能器單元 602(例如，在共用的換能器元件 304 的周邊之換能器單元 602)可以額外根據一所要的切趾法設計來加以操作。例如，在圖 8 所示的實施例中，一種切趾法設計可被應用到耦接至其它元件中的換能器單元 602 之換能器單元 602，因而它們係輻射比未如此耦接的換能器單元 602 較低的功率。

【0135】 在某些實施例中，例如根據一換能器單元 602 至其換能器元件 304 的周邊之接近程度而在不同對的換能器單元 602 之間使用不同的阻抗值亦可能是有利的。例如，在某些實施例中，都位在兩個換能器元件 304 的周圍上之成對的換能器單元 602 可以利用一阻抗值來耦接在一起，該阻抗值是高於被利用來將其中之一換能器單元 602 並不在其換能器元件 304 的周邊之成對的換能器單元 602 耦接在一起的阻抗值。此種可行的配置係被描繪在圖 9 中。如圖所示，在兩個換能器元件 304 的周邊上之換能器單元

602a 可以經由一具有一電阻值 $R1$ 的耦接 802a(例如，一多晶矽電阻器)來加以耦接在一起，而一較靠近一換能器元件 304 的中心之換能器單元 602b 可以經由一具有一電阻值 $R2$ 的耦接 802b 而被耦接至另一換能器單元 602。該電阻值 $R2$ 例如可以是大於該電阻值 $R1$ 。在某些實施例中，一種阻抗值的梯度可被採用，其係從一換能器元件 304 的周邊至中間部分逐漸地增加。同樣地，此種採用不同的阻抗值或是阻抗值的梯度之單元共用的技術亦可和一種切趾法技術組合，以便針對於一特定的應用來最佳化該陣列 102 的效能。

【0136】 如上所提到的，以上用於共用及/或切趾該陣列 102 中的換能器元件 304 之技術，不論是對稱地或不對稱地、並且不論是繞著周邊均勻地、根據某個梯度或者其它，都可以和以上論述的混合技術結合，使得換能器元件 304 可具有既混合且在其周圍或是經由阻抗值的一梯度、或者其它方式耦接在一起之換能器單元 602。

【0137】 圖 10 是描繪在某些實施例中，用於一給定的換能器元件 304 的 TX 控制電路 104 以及 RX 控制電路 106 是如何可被使用以激勵該換能器元件 304 來發射一超音波脈波、或是接收及處理一來自該換能器元件 304 的代表一藉由其感測到的超音波脈波的信號之方塊圖。在某些實施方式中，該 TX 控制電路 104 可在一"發送"階段期間被使用，並且該 RX 控制電路可在一"接收"階段期間被使用，該接收階段與該發送階段是不重疊的。在其它實施方式中，該 TX 控制電路 104 以及該 RX 控制電路 106 中之一在一給定的裝置 100 中可以單純未被使用，例如當一對超音波單位 200 僅被使用於透射式成像時。如上所提到的，在某些實施例中，一裝置 100 可以替代

地只利用一 TX 控制電路 104、或是只利用一 RX 控制電路 106，並且本技術的特點並不一定需要此兩種類型的電路之存在。在各種的實施例中，每個 TX 控制電路 104 及/或每個 RX 控制電路 106 可以和單一換能器單元 602(例如，一 CUT 或是 CMUT)、在單一換能器元件 304 內之兩個或多個換能器單元 602 的一群組、包括換能器單元 602 的一群組之單一換能器元件 304、在一陣列 102 內之兩個或多個換能器元件 304 的一群組、或是換能器元件 304 的一整個陣列 102 相關的。

【0138】 在圖 10 所示的例子中，對於在該陣列 102 中的每個換能器元件 304 而言，有一個別的 TX 控制電路 104/RX 控制電路 106 的組合，但是該時序及控制電路 108 以及該信號調節/處理電路 110 的每一個只有一個實例。於是，在此種實施方式中，該時序及控制電路 108 可以負責同步化及協調在該晶粒 112 上的 TX 控制電路 104/RX 控制電路 106 的全部組合的操作，並且該信號調節/處理電路 110 可以負責處理來自該晶粒 112 上的全部 RX 控制電路 106(參見圖 10 中的元件 1004)的輸入。

【0139】 如同在圖 10 中所示，除了產生及/或散布時脈信號以驅動在該裝置 100 中的各種數位構件之外，該時序及控制電路 108 可以輸出一"TX 致能"信號來致能每個 TX 控制電路 104 的操作、或是輸出一"RX 致能"信號來致能每個 RX 控制電路 106 的操作。在所展示的例子中，一在該 RX 控制電路 106 中的開關 1002 在該 TX 控制電路 104 被致能之前可以總是開路的，以避免該 TX 控制電路 104 的一輸出驅動該 RX 控制電路 106。該開關 1002 可以在該 RX 控制電路 106 的操作被致能時加以閉合，以便於容許該 RX 控制電路 106 能夠接收及處理一藉由該換能器元件 304 所產生的信號。

【0140】 如圖所示，用於一個別的換能器元件 304 的 TX 控制電路 104 可包含一波形產生器 1006 以及一脈波產生器 1008。該波形產生器 1006 例如可以負責產生一將被施加至該脈波產生器 1008 的波形，以便於使得該脈波產生器 1008 輸出一對應於該產生的波形之驅動信號至該換能器元件 304。

【0141】 在圖 10 所示的例子中，用於一個別的換能器元件 304 的 RX 控制電路 106 係包含一類比處理區塊 1010、一類比至數位轉換器 (ADC)1012、以及一數位處理區塊 1014。該 ADC 1012 例如可包括一個 10 位的 20Msps、40Msps 或 80Msps 的 ADC。

【0142】 在該數位處理區塊 1014 中進行處理之後，在該晶粒 112 上的所有 RX 控制電路 106(其數目在此例子中是等於該晶片上的換能器元件 304 的數目)的輸出係被饋入到該信號調節/處理電路 110 中的一多工器 (MUX)1016。該 MUX 1016 係多工處理來自各種的 RX 控制電路 106 的數位資料，並且該 MUX 1016 的輸出係被饋入到該信號調節/處理電路 110 中的一多工的數位處理區塊 1018，以用於在該資料例如是經由一或多個高速的串列輸出埠 114 以從該晶粒 112 輸出之前的最終處理。在圖 10 中所示的各種電路區塊的範例實施方式係在以下進一步加以論述。如同在以下更詳細解說的，在該類比處理區塊 1010 及/或該數位處理區塊 1014 中的各種構件可作用以從該接收到的信號去耦合波形，並且或者是降低需要從該晶粒 112 經由一高速的串列資料鏈路輸出的資料量、或是其它。例如，在某些實施例中，在該類比處理區塊 1010 及/或該數位處理區塊 1014 中的一或多個構件因此可作用以容許該 RX 控制電路 106 能夠在一改善的信號雜訊比(SNR)下並且以一種和各式各樣的波形相容的方式，來接收被發送及/或散射的超

音波壓力波。在某些實施例中，此種元件的包含因此可進一步使得該揭露的"超音波單晶片"的解決方案變得容易且/或強化該解決方案。

【0143】 儘管可以選配地內含在該類比處理區塊 1010 中的特定構件係在以下被描述，但應該體認到的是此種類比構件之數位對等的部分可以額外或是替代地被採用在該數位處理區塊 1014 中。反之亦成立。換言之，儘管可以選配地內含在該數位處理區塊 1014 中的特定構件係在以下被描述，但應該體認到的是此種數位構件之類比對等的部分可以額外或是替代地被採用在該類比處理區塊 1010 中。

【0144】 圖 11A 係描繪一種其中一接收到的信號的數位處理並未被執行在該晶粒 112 上之裝置 100 的一實施例。在某些實施方式中，此實施例在其基本的結構及功能方面可以是與圖 10 的實施例實質相同的，除了該 RX 控制電路 106 例如可能未利用 ADC 1012 或是數位處理區塊 1014，而且一晶片上的信號調節/處理電路 110 可能被省略。然而，應該體認到在圖 11A 的實施例中，一或多個緩衝器/驅動器(未顯示)可以額外被採用來驅動該些類比信號到該晶粒 112 的輸出線 1102a-b 上。

【0145】 圖 11B 係描繪一種其中一波形產生器(未顯示)以及在此論述的其它數位電路的某些或全部可以是位在晶片外，而不是在該半導體晶粒 112 上之超音波裝置的一實施例。在某些實施方式中，此實施例在其基本的結構及功能方面可以是和圖 10 的實施例相同的。在某些實施例中，該脈波產生器 1008 可以額外或是替代地位在晶片外。

【0146】 圖 12A 係展示在某些實施例中，可內含在每個 TX 控制電路 104 中之電路的一個例子，以便於容許有在該陣列 102 的每個發送位置處之

真正的時間延遲及振幅控制。在該舉例說明的例子中，該波形產生器 1006 是一包含一組暫存器 1202a 的線性調頻(chirp)產生器，該組暫存器 1202a 可被設定以控制被供應到一個三位準的脈波產生器 1008 之線性調頻的特徵。明確地說，一相位暫存器" θ_0 "係控制該線性調頻之開始的相位，該頻率暫存器" f_0 "係控制該線性調頻之開始的頻率，並且該線性調頻速率暫存器" r "係控制該線性調頻的頻率隨著時間過去而改變的速率。該些比較器 1204a-b 係作用以離散化藉由累加器 1206 輸出的波形信號，因而被供應至該三位準的脈波產生器 1008 的邏輯值 D0,D1 係根據該累加器 1206 的輸出與該暫存器 1202a 中的值 V_{0HIGH} 以及 V_{1HIGH} 的比較而為"1,0"、"0,0"或是"0,1"。

【0147】 圖 12B 係展示該波形產生器 1006 的一替代實施例。在該圖 12B 的實施例中，其並非利用比較器 1204a-b 來離散化由該累加器 1206 輸出之模擬的正弦波信號，而是一查找表(look up table)1212a 被用來判斷累加器 1206 的輸出是否在一藉由該暫存器 1202b 中的 V_{0HIGH} 以及 V_{0LOW} 的值所界定的範圍內，並且一查找表 1212b 係被用來判斷累加器 1206 的輸出是否在一藉由該暫存器 1202b 中的 V_{1HIGH} 以及 V_{1LOW} 的值所界定的範圍內。

【0148】 根據某些實施例，一個適合使用作為圖 12A-B 的脈波產生器 1008 之三位準的脈波產生器的組態設定與操作以及採用此種脈波產生器來驅動 CMUT 元件的益處係被描述在 Kailiang, C 於 2012 年 11 月 12-14 日在日本神戶的 IEEE 亞洲固態電路大會所發表的"用於 CMUT 之超音波成像的前端設計：一種具有改良的效率之 3 位準的 30V_{pp} 脈波成形的脈波產生器以及一種雜訊被最佳化的接收器"中，該論文係以其整體被納入在此作為參考。因此，那些細節將不會重複於此。

【0149】 在圖 12A-B 所示的範例實施例中，該 TX 控制電路 104 係對於該脈波產生器 1008 的輸出的時序被設置有三個控制位準。最粗略的時序控制位準是由一位在該波形產生器 1006 的輸入處之移位暫存器 1208 所提供的(其在某些實施例中可以是例如經由該時序及控制單元 108 而為可程式化的)。其次精細的時序控制位準係由在該暫存器 1202a-b 中的值" θ_0 "及" f_0 "之設定所提供的。最精細的時序控制位準係由延遲線 1210a-b 所提供的，該延遲線 1210a-b 例如可包含 PIN 二極體，其係提供約 72 微微秒到 22 奈秒的數量級之延遲、或是任何介於其間的延遲值，儘管較小及較大的延遲也是可行的而且被思及。

【0150】 至此所述的波形產生器 1006 的實施例係容許有寬頻帶或窄頻帶的波束成形、編碼的激勵，例如是格雷(Golay)碼、哈達馬(Hadamard)碼、華氏(Walsh)碼、新循環演算法(CAN)編碼、方位角(azimuth)相位編碼、及/或其它正交的波形，且/或亦可容許閘控的連續波(CW)的產生或是脈波產生。波形產生技術及選項之許多額外的例子係被描述在共同申請且共同擁有之美國專利申請案序號 13/654,337 中，該申請案係在以上被納入作為參考，並且因此將不會在此進一步加以描述。

【0151】 圖 13A 係展示可被採用在該時序及控制電路 108 以及每個 TX 控制電路 104 中的構件之一舉例說明的例子，以選擇性地決定在圖 12A-B 的實施例中的波形產生器 1006 所用的暫存器 1202a-b 之值。如圖所示，每個 TX 控制電路 104 可包含一元件事件記憶體 1304，該元件事件記憶體 1304 係儲存用於該些暫存器 1202a-b 之對應於數個"TX 事件"號碼的每一個的值，並且該時序及控制電路 108 可包含一事件控制器 1302，該事件控制器

1302 係負責傳遞適當的 TX 事件號碼至該晶粒 112 上的 TX 控制電路 104 的每一個。在此種配置下，被供應至一陣列 102 中的每個換能器元件 304 的波形可以隨著脈波的不同而改變，並且藉由適當地程式化該事件元件記憶體 1304，例如是該激勵編碼(例如以上提及的方位角編碼)、聚焦/平面波掃描、等等之複雜的事件定序可被達成。儘管未描繪在圖 13 中，但應該體認到的是，對於利用圖 12B 的波形產生器實施例之操作而言， V_{0low} 以及 V_{1low} 的值可以額外從該元件事件記憶體 1304 提供至該波形產生器 1006。

【0152】 圖 14 係展示用於該時序及控制電路 108 的一事件控制器 1302 之輸入與輸出，其在某些實施例中可被設置，以便於控制發生在一超音波裝置 100 中的發送事件及接收事件。在所示的實施例中，該事件控制器係被提供有參數 $N_{TXSamples}$ 、 $N_{RXSamples}$ 、 $N_{TXEvents}$ 以及 $N_{RXEvents}$ ，並且當經由一致能信號"En"被致能時，其係響應於一輸入時脈"Clk"來產生且輸出 TX 及 RX 事件號碼以及 TX 及 RX 致能信號。

【0153】 圖 15A 係展示一可藉由該事件控制器 1302 加以執行以便於產生一系列用於控制發送及接收事件之適當的輸出之常式 1500 的一舉例說明的例子。在圖 15A 的左手邊的流程圖是由該圖的右手邊的流程圖所描繪的範例常式之一摘要。如圖所示，當該致能信號"En"是高的時候，該常式係交替在執行一 TX 事件次常式 1502 以及一 RX 事件次常式 1504 之間，直到該致能信號"En"轉變為低的為止。在所展示的範例常式中，在被致能之後，該常式 1500 首先係初始化該 TX 及 RX 事件號碼為"0"(步驟 1506)，並且接著進行該 TX 事件次常式 1502a-c。該 TX 事件次常式 1502 係對於藉由該 $N_{TXSamples}$ 參數所指明的樣本數目使得該 TX 致能信號為高的(步驟 1502b)，並

且將該 TX 事件號碼增量 1(步驟 1502c)直到目前的 TX 事件號碼超出該 $N_{TXEvents}$ 參數的值為止(步驟 1502a)。當目前的 TX 事件號碼超出該 $N_{TXEvents}$ 參數的值時(步驟 1502a)，該常式 1500 係前進至該 RX 事件次常式 1504。

【0154】 該 RX 事件次常式 1504 係對於藉由該 $N_{RXSamples}$ 參數所指明的樣本數目使得該 RX 致能信號為高的(步驟 1504b)，並且將該 RX 事件號碼增量 1(步驟 1504c)直到目前的 RX 事件號碼超出該 $N_{RXEvents}$ 參數的值為止(步驟 1504a)。當目前的 RX 事件號碼超出該 $N_{RXEvents}$ 參數的值時(步驟 1504a)，該常式 1500 係回到該步驟 1506，在再次開始該 TX 次常式 1502 之前，該 TX 及 RX 事件號碼在該步驟 1506 之處再次被初始化至"0"。藉由利用一例如是在圖 15A 中所示的常式，該事件控制器 1302 係能夠和在一裝置 100 中的 TX 控制電路 104 互動，因而任意數目的換能器元件 304 可以一次發出一脈波，並且能夠和該 RX 控制電路 106 互動，因而可以用一指定的方式獲得一採集窗口。

【0155】 利用該常式 1500 的事件控制器 1302 之可能的操作模式係包含(1)單一發送事件/單一接收事件、(2)多個發送事件/單一接收事件、(3)單一發送事件/多個接收事件、以及(4)多個發送事件/多個接收事件。例如，在相關一反向散射操作模式的某些實施例中，接在每個 TX 事件之後的是一對應的 RX 事件，此可能是所期望的，而不是循環經過一些 TX 事件並且接著循環經過一些 RX 事件。再者，對於更複雜的事件(例如，一剪力(shear)波反向散射事件)而言，在該些次常式 1502、1504 的每次重複期間，循環經過一些 TX 事件接著是單一 RX 事件可能是所期望的。然而，這些只是一些可行的事件控制方法，並且其它序列的事件也是可行的而且被思及。

【0156】 圖 13B 係展示可被用來選擇性地決定用於圖 12A-B 的實施例中的波形產生器 1006 所用的操作參數(例如, "θ"、"f₀"、"r"、"V_{0LOW}"、"V_{0HIGH}"、"V_{1HIGH}"及/或"V_{1LOW}")中的一或多個的值及/或用於該 RX 控制電路 106 以例如是控制 LNA 1702、VGA 1704 等等(其係在以下相關圖 17、22、24、26、27、29 及 30 加以論述)的一或多個操作參數的值的構件的另一個例子。對於每個換能器元件 304 而言, 此種值例如可被儲存在一組"下一狀態"暫存器 1312a-b 以及一對應組"目前狀態"暫存器 1314a-b 中。

【0157】 如圖所示, 一例如是 USB 3.0 週邊控制器的週邊控制模組 1306 可被整合在該半導體晶粒 112 上, 以便於容許一外部的微處理器 1308 能夠選擇性地傳遞新的值至和在一陣列 102 中的換能器元件 304 的某些或是全部相關的下一狀態暫存器 1302。在某些實施例中, 每個群組的狀態暫存器 1312、1314 可藉由一對應的暫存器控制模組 1310a-b 來加以控制。如圖所示, 在某些實施例中, 該些暫存器控制模組 1310a-b 可以從一暫存器控制模組 1310 至下一個暫存器控制模組加以菊鍊連接。

【0158】 圖 15B 係展示在某些實施例中, 一可被依循來選擇性地組態設定該些暫存器 1312、1314 的常式 1508 的一個例子。如圖所示, 在每個幀之前, 該微處理器 1308 例如可以透過該 USB 3.0 鏈路來接收一中斷信號 IRQ。在接收此種中斷之際, 該微處理器 1308 可以判斷目前的暫存器 1314 的狀態是否需要對於下一個事件來加以改變(參見步驟 1510)。若該微處理器 1308 判斷該狀態應該改變, 則其可以將一新的整個序列從該鏈(chain)往下推(參見步驟 1512), 並且將該些新的值門鎖到該些下一狀態暫存器 1312 中。在該些下一狀態暫存器 1312 中之新的值接著可以在該幀的邊界上被門鎖到

該些目前狀態暫存器 1302(參見步驟 1514)，以用於執行下一個事件(參見步驟 1516 及 1518)。以上的過程接著可被重複以門鎖任何所要的新的值到該些下一狀態暫存器 1312。利用此種技術以選擇性地控制該 TX 控制電路 104 及/或該 RX 控制電路 106 的操作參數例如可降低在該晶粒 112 上之所需的本地的記憶體需求，並且可以容許每個脈波能夠具有任何任意組合之唯一的定義，因為該微處理器 1308 相較於該感測器 102 可能具有較少的資源限制。

【0159】 圖 16 係展示一種超音波裝置 100 之一替代的實施方式，其中單一波形產生器 1006 可被兩個或多個 TX 控制電路 104 所共用。該共用的波形產生器 1006 例如可內含在該時序及控制電路 108 中。如圖所示，其並非是利用該時序及控制電路 108 以一所要的序列來選擇性地致能該 TX 控制電路 104，延遲元件 1602 可被設置在該共用的波形產生器 1006 以及該 TX 控制電路 106 中之個別的脈波產生器 1008 之間，其中該些延遲元件 1602 係被選擇成使得該共用的波形產生器 1006 的輸出是根據一所要的時序序列來到達該些個別的脈波產生器 1008。該些延遲元件 1602 例如可以是位在該些 TX 控制電路 104 中、在該時序及控制電路 108 中、或是在別處。利用該舉例說明的技術下，一陣列 102 的換能器元件 304 可以根據任何所要的時序序列而被提供脈波，而該時序序列係由該些個別的延遲元件 1602 所提供之延遲加以決定的。

【0160】 圖 17 係展示可內含在每個 RX 控制電路 106(參見圖 10)的類比處理區塊 1010 以及數位處理區塊 1014 內之構件的一舉例說明的例子。在某些實施例中，該 RX 控制電路 106 的構件例如可以整體具有一從 DC 到 50MHz 的頻寬並且提供一 50dB 的增益，其具有一小於 4dB 的雜訊指數、45dB

的混疊的(aligned)諧波拒斥、以及 40dB 的通道隔離。此種參數只是為了說明的目的而被列出，因而並不欲為限制性的。其它效能參數也是可行的而且被思及。

【0161】 如同在圖 17 中所示，該類比處理區塊 1010 例如可包含一低雜訊的放大器(LNA)1702、一可變增益的放大器(VGA)1704、以及一低通濾波器(LPF)1706。在某些實施例中，該 VGA 1704 例如可經由一內含在該時序及控制電路 108 的事件控制器 1302 中之時間增益補償(TGC)電路 1902(在圖 19 中展示)來加以調整。該 LPF 1706 係提供該獲得的信號的抗疊頻。在某些實施例中，該 LPF 1706 例如可包括一個 2 階的低通濾波器，其係具有一 5MHz 數量級的截止頻率。然而，其它實施方式也是可行的而且被思及。如上所提到的，該 ADC 1012 例如可包括一個 10 位元的 20Msps、40Msps 或是 80Msps 的 ADC。

【0162】 在圖 17 的例子中，該 RX 控制電路 106 的數位控制區塊 1014 係包含一數位正交解調(DQDM)電路 1708、一平均電路 1714(包含一累加器 1710 以及一平均記憶體 1712)、以及一輸出緩衝器 1716。該 DQDM 電路 1708 例如可被組態設定以將該接收到的信號之數位化的版本從中心頻率向下混頻到基頻，並且接著低通濾波及降頻取樣(decimate)該基頻信號。一可被採用作為該 DQDM 1708 的正交解調電路之一舉例說明的例子係被展示在圖 18 中。如圖所示，該 DQDM 1708 例如可包含一混合器區塊 1802、一低通濾波器(LPF)1804、以及一降頻取樣器電路 1806。該舉例說明的電路可藉由從該接收到的信號移除未使用的頻率以容許無損失的頻寬縮減，因此顯著地降低需要被該信號調節/處理電路 110 處理並且從該晶粒 112 卸載的數位資料

量。藉由這些構件所達成的頻寬縮減可以有助於使得在此所述的"超音波單晶片"實施例變得容易且/或改善其效能。

【0163】 在某些實施例中，匹配該混合器區塊 1802 的中心頻率" f_c "與被使用在該陣列 102 中的換能器單元 602 之所關注的頻率可能是所期望的。在某些實施例中，可內含在 RX 控制電路 106 中之額外或替代該 DQDM 1708 及/或圖 17 中所描繪的其它構件之額外的構件的例子係在以下相關圖 22-28 來加以描述。在所示的實施例中的平均區塊 1714(包含累加器 1710 以及平均記憶體 1712)係作用以平均接收到的資料窗口。

【0164】 圖 19 係展示該時序及控制電路 108 的一範例實施方式。如圖所示，在某些實施例中，該時序及控制電路 108 可包含一時脈產生電路 1904 以及一事件控制器 1302。該時脈產生電路 1904 例如可被使用來產生整個裝置 100 所用的時脈的某些或是全部。該時脈產生電路 1904 的一範例實施方式係被展示在圖 20 中。如圖所示，在某些實施例中，一利用一振盪器 2004 以及一相鎖迴路(PLL)2006 之外部的電路 2002 例如可被用來產生一高速的(例如，1.5625GHz)時脈，該時脈可以被饋入該時脈產生電路 1904。除了被饋入串列器/解串列器(SerDes)電路 2008 之外，該時脈可被降頻(例如，經由除頻器電路 2010)至一用於提供時脈給該晶粒 112 上的某些構件之第一頻率，並且可進一步被降頻(例如，經由除頻器電路 2016)至一第二頻率，以供該晶粒 112 上的其它構件使用。在某些實施例中，該除頻器電路 2010 例如可以除頻該 1.5625GHz 時脈，以便於在該時脈線 2022 上產生一 40MHz 時脈以供該晶粒 112 內的使用，並且該除頻器電路 2016 可進一步除頻該 40MHz 時脈，以便於在該時脈線 2024 上產生一 20MHz 時脈以供該晶粒內的使用。

【0165】 如圖所示，在某些實施例中，該晶粒 112 可具有分別連接至多工器 2012、2018 的輸入之端子 2026、2028 以從外部來源接收時脈信號，並且可以另外具有分別連接至該多工器 2012、2018 的輸出之輸出端子 2030、2032，以容許時脈信號能夠被饋送到晶片外。藉由適當地控制該些多工器，此種配置可以容許多個晶片藉由菊鍊連接的時脈而被同步化。因此，對於某些實施方式而言，此技術係容許多個裝置 100 能夠擴大成為一完全同步化的同調(coherent) $M \times N$ 陣列的裝置 100，其可以運作為一用以成像一標的物之單位。

【0166】 回到圖 19，一可內含在該時序及控制電路 108 中之事件控制器 1302 之一舉例說明的例子係在以上相關圖 13A 被描述。然而，如同在圖 19 中所示，在某些實施例中，該事件控制器 1302 可以額外包括一 TGC 電路 1902，該 TGC 電路 1902 例如可被使用以控制在該 RX 控制電路 106 的類比處理區塊 1010 中之 VGA 1704 的增益。

【0167】 圖 21 係展示可內含在該晶粒 112 上的信號調節/處理電路 110 之多工的數位處理區塊 1018 中的構件之一舉例說明的例子。如圖所示，該多工的數位處理區塊 1018 例如可包含一再量化器 2102 以及一 USB 3.0 模組 2104。在某些實施例中，該再量化器 2102 例如可執行有損失的壓縮以提供頻寬縮減。該再量化器 2102 可以用許多方式的任一種來操作，並且本技術的特點並不一定需要使用任何特定類型的再量化技術。在某些實施例中，該再量化器 2102 例如可以找出進入的信號之一最大的大小、放大所有的信號以使得該最大的信號為最大限度的，並且接著從該信號拋棄較低的 N 個位元。在其它實施例中，該再量化器 2102 可額外或是替代地轉換該信號

到對數空間，並且僅保持該信號的 N 個位元。在另外其它實施例中，該再量化器 2102 可額外或是替代地利用霍夫曼編碼及/或向量量化技術。

【0168】 如同在圖 21 中所示，用於從該晶粒 112 輸出一高速的串列資料串流之一選項是一 USB 3.0 模組。關於此種 USB 3.0 模組的結構及操作之細節例如是被描述在萬用串列匯流排修訂版 3.0 的規格中，此係在 <http://www.usb.org> 可供利用的，其整體內容係被納入於此作為參考。儘管圖 21 係描繪一 USB 3.0 模組的使用以從該晶片提供一高速的串列資料串流，但應該體認到的是，其它的資料輸出技術可以額外或是替代地被採用。例如，一或多個 10GB、40GB 或是 100GB 的乙太網路模組可以額外或是替代地被採用。在其它實施例中，其它高速的平行或是高速的串列資料輸出模組及/或技術可以額外或是替代地被採用。

【0169】 圖 22 係展示包含一匹配濾波器 2202 的 RX 控制電路 106 之一範例實施方式，其例如可執行波形移除並且改善該接收電路的信號雜訊比。儘管被標示為一"匹配"濾波器，但該濾波器電路 2202 實際上可以運作為一匹配濾波器或是一不匹配的濾波器，以便於從該接收到的信號去耦合波形。該匹配濾波器 2202 可以工作於線性調頻(LFM)或是非 LFM 的脈波。

【0170】 一適合使用作為該匹配濾波器 2202 的電路之一說明的實施例係被展示在圖 23 中。如圖所示，該匹配濾波器 2202 例如可包含一填充(padding)電路 2302、一快速傅立葉轉換(FFT)電路 2304、一乘法器 2306、一低通濾波器 2308、一降頻取樣器電路 2310、以及一逆 FFT 電路 2312。若被採用的話，該填充電路 2302 例如可施加足以避免來自圓周疊積(circular convolution)的一 FFT 實施的假影之填充至該進入的信號。

【0171】 為了運作為一"匹配"濾波器，施加至該乘法器 2306 的" $H(\omega)$ "的值應該是該發送波形 $T_x(\omega)$ 的一共軛。在某些實施例中，該濾波器 2202 可藉由施加該發送波形 $T_x(\omega)$ 的一共軛至該乘法器 2306 而因此確實運作為一"匹配"濾波器。然而，在其它實施例中，該"匹配"濾波器 2202 反而可以運作為一不匹配的濾波器，在此情形中，除了該發送波形 $T_x(\omega)$ 的一共軛之外的某些值可以施加至該乘法器 2206。

【0172】 圖 24 係展示該 RX 控制電路 106 的另一範例實施方式。在圖 24 的實施例中，該 RX 控制電路 106 係包含一解線性調頻電路 2402，該解線性調頻電路 2402 可以執行又一技術以藉由隔離所關注的信號來降低頻寬。解線性調頻電路有時亦被稱為"數位斜坡(ramp)"或是"展寬(stretch)"電路。在各種的實施例中，一解線性調頻電路 2402 可內含在該類比處理區塊 1010 內、或者可以是內含在該 RX 的數位處理區塊 1014 內、或者可以是內含在該 RX 控制電路 106 的類比處理區塊 1010 及數位處理區塊 1014 兩者中。利用一解線性調頻電路以及一 LFM 波形，此係有效地轉換時間成為頻率。

【0173】 一數位解線性調頻電路 2402 的一個例子係被展示在圖 25 中。如圖所示，該解線性調頻電路 2402 可包含一數位乘法器 2502、一數位低通濾波器 2504、以及一降頻取樣器電路 2506。(一在以下相關圖 26 所論述的類比解線性調頻電路將會利用一類比乘法器及濾波器，而不是一數位乘法器及濾波器，並且將不會包含該降頻取樣器電路 2506)。在圖 25 中所示的"參考線性調頻"例如可以是和藉由在對應的 TX 控制電路 104 中的波形產生器 1006 所產生的"線性調頻"相同的。

【0174】 圖 26 係展示一 RX 控制電路 106 的又一範例實施方式。在此例子中，其並非是利用在該數位處理區塊 1014 中的一 DQDM 電路以及一數位解線性調頻電路，而是一類比正交解調(AQDM)電路 2602 以及一類比解線性調頻電路 2604 係內含在該類比處理區塊 1010 中。在此種實施例中，該 AQDM 2602 例如可以利用一類比混合器(未顯示)以及一本地的振盪器(未顯示)來將該進入的信號混合至基頻，並且接著利用一低通類比濾波器(未顯示)以從該類比信號移除非所要的頻率。如同在圖 26 中所示，在此實施例中，兩個 ADC 2606a-b(例如，兩個 10 位元的 10Msps、20Msps 或是 40Msps 的 ADC)可被採用，以轉換該類比解線性調頻電路 2604 的輸出成為一數位信號格式，但是該些 ADC 2606a-b 的每一個可以運行在其它例子中所採用的 ADC 1012 之一半速率下，因此其係潛在地降低功率消耗。

【0175】 一 RX 控制電路 106 的又一個例子係被展示在圖 27 中。在此例子中，一低通濾波器 2702 以及多工器 2704 係和一平均區塊 1714 一起內含在該數位處理區塊 1014 中。在某些實施例中，該低通濾波器 2702 例如可包含一 1/2 頻帶抽取的有限脈衝響應(FIR)濾波器，並且其操作可被組態設定以最小化非零分接頭(tap)的數目。此種 FIR 濾波器 2702 之一舉例說明的例子係被展示在圖 28 中。

【0176】 應該體認到的是，在各種的實施例中，每個 RX 控制電路 106 都可以使用先前的類比及數位電路元件的任一個，不論是單獨或是結合其它所述的電路元件的任一個來加以使用，並且本技術的特點並不一定需要在此描繪的特定配置及/或組合。例如，在某些實施例中，假設類比至數位及/或數位至類比的轉變是依必要性而被執行，則每個 RX 控制電路 106 可

以用任意組合並且以相關其它構件的任意順序來包含一 AQDM 2602、一類比解線性調頻電路 2604、一 DQDM 1708、一匹配及/或不匹配的濾波器 2202、一數位解線性調頻電路 2402、一平均區塊 1714、以及一低通濾波器 2702 中的任一個或是多個。重要的是，對於某些實施例而言，上述的頻寬縮減技術的任一個或是全部的使用都可以有助於使得在此所述的"超音波單晶片"設計變成一實際可行而且商業上可行的解決方案。

【0177】 圖 29 係描繪一種用於偏壓在一陣列 102 中的換能器元件 304 之新穎的技術的一個例子。如圖所示，該些換能器元件 304 的每一個面對患者的一側可以是連接至接地，以便於最小化電擊的風險。每個換能器元件 304 的另一側可以經由一電阻器 2902 而連接至該脈波產生器 1008 的輸出。於是，每個換能器元件 304 總是經由該脈波產生器 1008 的輸出而被偏壓，而不論該開關 S1 是開路或閉合。例如，在某些實施例中，亦即採用包括一或多個 CUT 或 CMUT 的換能器元件 304 之實施例，被施加橫跨該元件的偏壓電壓可以是 100V 的數量級。

【0178】 如同在圖 29 中所附的時序圖所繪，該開關 S1 可以在一發送操作期間加以閉合，並且可以在一接收操作期間是開路的。相反地，該開關 S2 可以在一接收操作期間加以閉合，並且可以在一發送操作期間是開路的。(注意到的是，在開關 S1 的開路與開關 S2 的閉合之間以及在開關 S2 的開路與開關 S1 的閉合之間總是有一間隙，以便於確保該脈波產生器 1008 並不施加一向外的脈波至該 RX 控制電路 106 中的 LNA 1702。)

【0179】 如同亦展示在該時序圖中，除了當該脈波產生器 1008 施加一波形脈波至其換能器元件 304 之外，該脈波產生器 1008 可以將該換能器

元件 304 的底板隨時保持在其高的輸出位準，並且在該發送階段期間被施加的波形脈波可以參考自該脈波產生器 1008 的高輸出位準。於是，每一個別的脈波產生器 1008 隨時能夠在其對應的換能器元件 304 上維持一理想的偏壓。如同在圖 29 中所示，一電容器 2904 可被設置在該 RX 控制電路 106 的開關 S2 與 LNA 1702 之間，以便於在接收操作期間(亦即，當開關 S2 被閉合時)阻擋該 DC 偏壓信號(亦即，該脈波產生器 1008 的高輸出)到達該 LNA 1702。

【0180】 經由其個別的脈波產生器 1008 來偏壓該換能器元件 304 可以在某些實施例中提供益處，例如是降低原本若該些元件 304 例如是經由一共同的匯流排被偏壓會發生的串音。

【0181】 圖 30 係展示一種用於偏壓在一陣列 102 中的換能器元件 304 之技術的另一舉例說明的例子。如同圖 29 的實施例，該換能器元件 304 面對患者的一側可被接地，並且一開關 S1 可被設置在該脈波產生器 1008 的輸出與該換能器元件 304 的另一側之間。一開關 S2 在此例中可被直接設置在一 RX 控制電路 106 的換能器元件 304 的非接地的側與該 LNA 1702 之間。在此例子中，一電容器並未設置在該開關 S2 與該 LNA 1702 之間，因此在該晶粒 112 上的面積上產生一可能顯著的節省，否則其原本會被此種電容器所耗用。在某些實施例中，該兩個開關中之一，亦即不是開關 S1 就是開關 S2 可以總是閉合的。在發送模式中，開關 S1 可加以閉合，並且開關 S2 可以是開路的。相反地，在接收模式中，開關 S2 可以是開路的，並且開關 S1 可加以閉合。

【0182】 如同在圖 30 中所繪，為了在每個脈波產生器 1008 的輸出以

及每個 LNA 1702 的輸入處產生適當的偏壓，整個晶粒 112(除了被用來偏壓該換能器元件 304 的另一側的部分之外，例如，該換能器陣列 102 的頂端金屬層)可被偏壓在一用於該些換能器元件 304 之最佳的偏壓電壓。因此，此組態設定可以使得該些換能器元件 304 隨時經由該脈波產生器 1008 以及該 LNA 1702 之安全的高電壓偏壓而變得容易。在某些實施例中，該晶片的電源可以是浮接的，因而其並非接地的，並且該晶粒 112 的控制、組態設定以及通訊輸入/輸出的某些或是全部可以例如是利用光學隔離技術或是適當按照尺寸製作的電容器來加以隔離，因此 DC 阻擋該高電壓離開該晶片。

【0183】 圖 31 係展示可內含在該晶粒 112 上的信號調節/處理電路 110 之多工的數位處理區塊 1018 中的構件之一舉例說明的例子，其係額外或替代以上相關圖 10 論述的構件。在某些實施例中，假設一足夠小的製程被使用於被採用來製造該晶粒 112 的 CMOS 或是其它積體電路製造方法，該些舉例說明的構件中的一或多個可以和在此所述的其它電路的某些或是全部一起被整合在該晶粒 112 上。

【0184】 在圖 31 的例子中，該信號調節/處理電路 110 係包含一再量化器模組 2102、一波形移除電路及/或軟體 3102、一影像形成電路及/或軟體 3104、一後端處理電路及/或軟體 3106、以及一 USB 3.0 模組 2104。由於該再量化器模組與 USB 3.0 模組以及其之替代方案已經在以上相關圖 21 論述，因此那些構件將不會在此進一步加以描述。如圖所示，在某些實施例中，一或多個例如是 CPU、GPU 等等的處理器 3108 及/或大型記憶體可以和以上論述的其它電路一起被整合在該晶粒 112 上，以便於致能如同在以下敘述的波形移除功能、影像形成的功能、及/或後端處理功能的某些或是全

部能夠經由藉著此種構件來執行的軟體常式加以實施，並且達成上述的裝置 100 的其它構件的其它功能。於是，在此種實施例中，在圖 31 中所示的波形移除模組 3102、影像形成模組 3104 及/或後端處理模組 3106 可部分或是完全經由儲存在該晶粒 112 上的記憶體中、或是在一或多個晶片外的記憶體模組中的軟體來加以實施。在某些實施例中，一或多個高速的匯流排 3110(例如是一整合式北橋晶片或類似的構件所用的)可被採用以容許在不不論是位在該晶粒 112 上或是設置在某個晶片外的位置處之處理器 3108、記憶體模組、及/或其它構件之間的高速資料交換。在其它實施例中，該影像形成模組 3104 及/或後端處理模組 3106 的此種功能的某些或是全部可以額外或是替代地利用一或多個整合在該晶粒 112 上之專用的電路來加以執行。

【0185】 在某些實施例中，該波形移除電路及/或軟體 3102 例如可包含類似於以上相關該 RX 控制電路 106 所論述的電路及/或軟體，以執行該波形的反疊積、解線性調頻、FFT、FIR 濾波、匹配濾波及/或不匹配濾波、等等。前述的功能的任一個或是全部都可以藉由在該晶粒 112 上的波形移除電路及/或軟體 3102 單獨或是和其它功能的任一個一起、用任意的順序來加以執行。或者是，在某些實施例中，此種波形移除電路及/或軟體 3102 可以是和該晶粒 112 分開，但是和該晶粒 112 共同位在一超音波單位 200 及相同的電路板中、且/或在相同的殼體中。

【0186】 在某些實施例中，該影像形成電路及/或軟體 3104 例如可包含被組態設定以執行切趾法、逆投影法及/或快速階層逆投影法、內插範圍偏移(例如，史塔特內插法)或是其它的傅立葉重新取樣技術、動態聚焦技術、及/或延遲總和技術、層析成像的重建技術、等等之電路及/或軟體。前

述的功能的任一個或是全部都可藉由在該晶粒 112 上的影像形成電路及/或軟體 3104 單獨或是和其它功能的任一個一起、用任意的順序來加以執行。在某些實施例中，該影像形成電路及/或軟體 3104 以及該波形移除電路及/或軟體 3102 都可以位在該晶粒 112 上。或者是，在某些實施例中，此種影像形成電路及/或軟體 3104 及/或該波形移除電路及/或軟體 3102 可以是和該晶粒 112 分開，但是和該晶粒 112 共同位在一超音波單位 200 及相同的電路板中、且/或在相同的殼體中。

【0187】 在某些實施例中，在該晶粒 112 上的後端處理電路及/或軟體 3106 例如可包含被組態設定以執行縱向及/或橫向自動對焦、頻散補償、非線性切趾法、重映射、壓縮、去雜訊、複合、都卜勒、彈性攝影、光譜學、及/或基追蹤演算法技術等等之電路及/或軟體。前述的功能的任一個或是全部都可以藉由在該晶粒 112 上的後端處理電路及/或軟體 3106 單獨或是和其它功能的任一個一起、用任意的順序來加以執行。在某些實施例中，該後端處理電路及/或軟體 3106、影像形成電路及/或軟體 3104、及/或波形移除電路及/或軟體 3102 三者全都可以位在該晶粒 112 上。或者是，在某些實施例中，此種後端處理電路及/或軟體 3106、影像形成電路及/或軟體 3104、及/或該波形移除電路及/或軟體 3102 可以是和該晶粒 112 分開，但是和該晶粒 112 共同位在一超音波單位 200 及相同的電路板中、且/或在相同的殼體中。

【0188】 在某些實施例中，被用來達成上述功能的某些或是全部之記憶體可以是位於晶片上的，亦即在該晶粒 112 上。然而，在其它實施例中，被用來實施所述的功能的某些或是全部之記憶體的某些或是全部可以是位

在晶片外的，其中該電路的其餘部分、軟體、及/或其它構件是位在該晶粒 112 上。

【0189】 儘管未個別地展示，但應該體認到的是，在某些實施例中，該時序及控制電路 108、個別的 TX 控制電路 104、個別的 RX 控制電路 106 及/或信號處理/控制電路 110 的操作參數的某些或是全部可以經由一或多個連接至該晶粒 112 的串列或平行的輸入埠而選擇性地被組態設定或是程式化。例如，該時序及控制電路 110 可包含一組外部可寫入的暫存器，該些暫存器係包含用於以上相關圖 14 及 15 所論述的參數 $N_{TXSamples}$ 、 $N_{TXEvents}$ 、 $N_{RXSamples}$ 及/或 $N_{RXEvents}$ 的值；以上相關圖 12A-B 論述的 TX 控制電路 104 的暫存器 1202 可以經由一或多個輸入埠選擇性地加以程式化；以上相關圖 17、18 及 22-28 所論述之 RX 控制電路 106 的構件中的一或多個的操作參數可以經由一或多個輸入埠選擇性地加以程式化；用於以上相關圖 21 論述的再量化器電路 2102 及/或 USB 3.0 電路 2104 或是其它模組中的一或多個的操作參數可以經由一或多個輸入埠加以程式化；且/或用於以上相關圖 31 論述的波形移除電路 3102、影像形成電路 3104、及/或後端處理電路 3106 中的一或多個的操作參數可以經由一或多個輸入埠加以程式化。

【0190】 圖 32A-B 係描繪其中該波形移除電路及/或軟體 3102、影像形成電路及/或軟體 3104 及/或後端處理電路及/或軟體 3106 的某些或是全部可以是位在晶片外的，例如是在一和該裝置 100 分開的計算裝置 3202、3206 上之實施例。如同在圖 32A 中所示，在一種不含一或多個現場可程式化閘陣列(FPGA)3208 之計算裝置 3202 上，波形移除可以和影像形成及後端處理功能一起藉由該計算裝置 3202 的處理器 3204 所執行的軟體來加以執行。如

同在圖 32B 中所示，在一種包含一或多個 FPGA 3208 之計算裝置 3206 上，波形處理功能可以藉由該 FPGA 3208 額外或是替代執行此種功能的計算裝置 3206 的處理器 3204 來加以執行。

【0191】 如在此所述的，本揭露內容的特點係提供超音波換能器元件與電路在單一晶片上的整合。該些超音波換能器元件可被使用於超音波成像應用、HIFU 或是兩者。應該體認到的是，此種元件可以運作在高於 CMOS 積體電路傳統上所用的電壓下，例如是高於深次微米 CMOS 電路通常所支援的電壓。例如，此種超音波換能器元件可以運作在介於 20V 到 120V 之間、介於 30V 到 80V 之間、介於 40V 到 60V 之間的電壓、在那些範圍內的任何電壓、或是在任何其它適當的電壓下。HIFU 應用可以利用較高於超音波成像應用的電壓。

【0192】 因此，超音波換能器元件與電路在單一晶片上的整合可藉由使得此種電路與高於 CMOS 積體電路傳統上所用的電壓相容，亦即，藉由操作標準的 CMOS 深次微米電路在高於慣用的電壓下而變得容易。

【0193】 有兩個主要的問題可能會限制在 CMOS 電路中的 NMOS 及 PMOS 元件的操作電壓：(1)閘極氧化物崩潰以及(2)源極與汲極(擴散)崩潰。在許多設計中，擴散崩潰是第一限制，其中該擴散係在場效電晶體(FET)中明確地被改造以在該閘極氧化物之前先崩潰，以便於保護該閘極氧化物。為了增高該擴散崩潰電壓，在該源極/汲極區域至該基板之相對的濃度應該是充足的。在某些實施例中，在該源極與汲極區域中之較低的摻雜位準可能會增高崩潰電壓。

【0194】 有關閘極氧化物崩潰，一過大的電場可能會加壓力於該閘極

氧化物，此係導致破裂或是閘極漏電流。為了增高該閘極至汲極或是閘極至源極的崩潰電壓，最大的電場應該被降低。

【0195】 各種的方法可被利用來製造高電壓的 CMOS 電路。此種方法例如可以在遮罩邏輯運算以及元件佈局的層級加以實施。在 NMOS 技術中之標準的擴散界面是之 N⁺衰退(degenerately)摻雜到通常在 10^{17} 到 10^{18} 摻雜物/cm³的數量級之逆行(retrograde)摻雜的 P 型井。一個 3V 的元件通常是在 6 伏特崩潰。該源極與汲極例如可藉由和摻雜該多晶矽閘極相同的植入來加以界定。此一般被稱為自對準電晶體。

【0196】 標準的閘極至汲極的介面是一輕摻雜的汲極(LDD)。該 LDD 例如可被摻雜以降低該電場，但是可在尺寸上被最小化以便於保持元件長度是大到足以維持閘極控制。

【0197】 CMOS 電路例如可藉由改變該擴散設計而變成為高電壓的 CMOS 電路。例如，一利用 N 型井及 P 型井區域的遮罩對準的源極與汲極可被採用。對於 NMOS 實施方式而言，該擴散可被改變為在 P 型基板的 N 型井的源極/汲極。對於 PMOS 而言，該擴散可被改變為在 N 型井以及深的 N 型井的 P 型井源極/汲極區域。該些源極與汲極可藉由淺溝槽隔離(STI)來加以界定。或者是，對於較大的電壓而言，該些源極與汲極可藉由間隙空間以及熱擴散來加以界定。

【0198】 可被用來實施在此揭露內容中所闡述的各種實施例中之高電壓的 CMOS 電路之電路佈局及相關的結構的例子係被展示在圖 33-42 中。

【0199】 圖 33 係展示一高電壓 NMOS 3301a 以及 PMOS 3301b 之佈局的一個例子，其可在某些實施例中例如被使用以提供高電壓給深次微米節

點。在圖 33 中闡述的元件符號係對應於該描繪的佈局之以下的特點及/或特徵：3302-由於 N 型井(NW)/P 型基板(Psub 3303)之大的接面崩潰；3304-由於 LDD 之降低的電場；3306-由於 P 型井(PW)/NW 之大的接面崩潰；以及 3308-由於 LDD 之降低的電場。

【0200】 圖 34 係展示可在某些實施例中被使用之一非常高電壓的 NMOS 3401a 以及 PMOS 3401b 之佈局的一個例子。在圖 34 中闡述的元件符號係對應於該描繪的佈局之以下的特點及/或特徵：3402-用於 N+植入的遮罩界定的摻雜；3404-熱擴散的 PW/Psub；3406-熱擴散的 NW/Psub；3408-用於 P+植入的遮罩界定的摻雜；3410-熱擴散的 NW/Psub；以及 3412-熱擴散的 PW/Psub。

【0201】 圖 35 係展示可在某些實施例中被使用之一高電壓 NMOS 3501a 以及 PMOS 3501b 之雙向或是串級式佈局的一個例子。在圖 35 中闡述的元件符號係對應於該描繪的佈局之以下的特點及/或特徵：3502-N 型井源極與源極閘極的延伸；3504-N 型井汲極與閘極的延伸；3506-P 型井源極與源極閘極的延伸；以及 3508-P 型井汲極與閘極的延伸。

【0202】 圖 36 係展示可在某些實施例中被使用之一非常高電壓的 NMOS 3601a 以及 PMOS 3601b 之雙向或是串級式佈局的一個例子。在圖 36 中闡述元件符號係對應於該描繪的佈局之以下的特點及/或特徵：3602、3604-在 Psub 中之熱擴散的源極與汲極；3606-用於臨界電壓增高之選配的 P 型井閘極植入；3608、3610-在 Psub 中之熱擴散的源極與汲極；以及 3612-用於臨界電壓增高之選配的 N 型井閘極植入。

【0203】 圖 37 係展示可被用在某些實施例中之一脈波產生器的一個

例子，其係利用一具有一高電壓開關之高電壓 NMOS 及 PMOS 佈局。在圖 37 中闡述的元件符號係對應於該描繪的佈局之以下的特點及/或特徵：3702-CUT；3704 及 3706 係代表電晶體開關。為了禁能該脈波產生器，設定 $T_{xp}=0$ 、 $T_{xn}=1$ ，並且接著設定 $T_{xn}=0$ (只要 c 節點停留在低電壓軌內，PMOS 將會保持住狀態)。3708 係代表一用於接收一致能信號 rx_en 的致能開關，以和高電壓隔離開。如同由該圖中之厚的閘極線所描繪的，該些電晶體可具有厚的通道，此係象徵一高電壓(HV)的元件。

【0204】 圖 38A 及 38B 係分別展示可被用在某些實施例中之一雙重以及四重的電壓脈波驅動器的例子。在圖 38A 及 38B 中闡述的元件符號係對應於該描繪的佈局之以下的特點及/或特徵：3802 - 加入的串級(cascading)元件；3804、3806-將利用一 H 電橋電路加以驅動的一換能器元件的端子；3808-一接收元件。在操作上，在接收模式中導通該開關(設定 $T_{xn}=1$ 、 $T_{xp}=0$ ，並且接著設定 $T_{xn}=0$)；3810-換能器的頂板，其係自動地被偏壓在接收中。

【0205】 圖 39A-B 係展示可被用在某些實施例中的一脈波產生器的一個例子，其並不利用一接收隔離開關。在圖 39A-B 中闡述的元件符號係對應於該描繪的佈局之以下的特點及/或特徵：3902-藉由在 P_{sub} 中的 N 型井或是藉由在 FOX 上的非矽化的多晶矽所界定的電阻器；3904-高電壓 NMOS 下拉元件；3906-直接至 RX 的連線(沒有開關因而產生較小的寄生現象)；3908-自動接收偏壓；以及 3910 - 用於雙重電壓的串級(cascode)元件。

【0206】 圖 40A 及 40B 係分別展示一時間交錯的單一斜率 ADC 的一個例子以及其操作，其在某些實施例中可被採用作為在此參照到的 ADC 中的一或多個。在該舉例說明的例子中，N 個平行的 ADC 係被使用於一通道

以取得交替的樣本，使得每個 ADC 的取樣頻率係遠低於該奈奎斯特(Nyquist)標準。此種單一斜率 ADC 例如可容許大規模的資源共用：偏壓、斜波以及灰階計數器。此種 ADC 方法因此可提供一種高度可擴充的低功率選項。

【0207】 圖 41 係展示可被採用在某些實施例中之一時間交錯的取樣與保持電路的一個例子。在所展示的例子中，元件符號 4102 係象徵偶數的被取樣並且接著奇數的被取樣的期間之一步驟，並且元件符號 4104 係象徵該些奇數的被比較並且接著該些偶數的被比較的期間之一步驟。

【0208】 圖 42A 及 42B 係分別展示一分時高速 ADC 的一個例子以及其操作，其在某些實施例中可被採用作為在此參照到的 ADC 中的一或多個。此種 ADC 例如可利用一管線化(pipelined)、SAR 或是快閃架構。因為具有此種架構的單一高速 ADC 可被用來取樣 N 個通道，因而此種 ADC 方法可以顯著地降低面積需求。

【0209】 在此所述的高電壓 CMOS 電路可被組態設定以驅動高於傳統上利用 CMOS 電路可達到的電壓，並且在深次微米節點提供高電壓。在某些實施例中，作為非限制性的例子是高達約 10V 的電壓可被處理或驅動、高達約 20V 可被處理或驅動、高達約 30V 可被處理或驅動、高達約 40V 可被處理或驅動、高達約 50V 可被處理或驅動、高達約 60V 可被處理或驅動、任何在那些範圍內之電壓、或是其它適當的電壓。

【0210】 至此已經敘述在本揭露內容中所闡述的技術之數個特點及實施例，所體認到的是各種改變、修改及改良將會容易地被熟習此項技術者所思及。此種改變、修改及改良係欲為在此所述的技術的精神及範疇內。例如，該項技術中具有通常技能者將會容易地預見各種其它用於執行該功

能且/或獲得在此所述的結果及/或優點中的一或多個之手段及/或結構，因而此種變化及/或修改的每一個係被認為是在此所述的實施例的範疇內。熟習此項技術者將會體認或是能夠僅利用慣常的實驗來確定在此所述的特定實施例之許多等同物。因此，將理解到的是先前的實施例只是舉例呈現而已，並且是在所附的申請專利範圍及其等同物的範疇內，本發明的實施例除了明確所述的以外，可以另外方式加以實施。此外，兩個或多個在此所述的特點、系統、物品、材料、成套工具、及/或方法的任意組合係內含在本揭露內容的範疇內，只要此種特點、系統、物品、材料、成套工具、及/或方法不是相互不一致的即可。

【0211】 上述的實施例可以用許多方式的任一種來加以實施。本揭露內容的一或多個涉及到過程或方法的執行之特點及實施例可以利用可藉由一裝置(例如，一電腦、一處理器或是其它裝置)執行的程式指令來執行、或是控制該些過程或方法的執行。就此方面而言，各種發明的概念可被體現為一電腦可讀取的儲存媒體(或是多個電腦可讀取的儲存媒體)(例如，一電腦記憶體、一或多個軟碟、CD、光碟、磁帶、快閃記憶體、在現場可程式化的閘陣列或其它半導體元件中的電路配置、或是其它實體的電腦儲存媒體)，其係被編碼一或多個程式，當該程式在一或多個電腦或其它處理器上執行時，其係執行用以實施上述的各種實施例中的一或多個之方法。該一或多個電腦可讀取的媒體可以是可攜式的，使得該一或多個儲存在其上的程式可被載入到一或多個不同的電腦或其它處理器上，以實施上述的特點中之各種特點。在某些實施例中，電腦可讀取的媒體可以是非暫態的媒體。

【0212】 該些術語"程式"或"軟體"在此係以上位的意思被使用來指稱

任意類型的電腦碼或是電腦可執行的指令組，其可被利用來程式化一電腦或其它處理器以實施如上所述的各種特點。此外，應該體認到的是，根據一特點，一或多個當被執行時是執行本揭露內容的方法之電腦程式並不需要存在於單一電腦或處理器上，而是可以用一種模組化方式被分散在一些不同的電腦或處理器之間，以實施本揭露內容的各種特點。

【0213】 電腦可執行的指令可以具有許多種藉由一或多個電腦或其它裝置所執行的形式，例如是程式模組。一般而言，程式模組係包含常式、程式、物件、構件、資料結構、等等，其係執行特定的工作或是實施特定的抽象資料類型。在各種的實施例中，該些程式模組的功能通常可以根據需要來加以組合或是分散。

【0214】 再者，資料結構可以用任何適當的形式被儲存在電腦可讀取的媒體中。為了說明的簡化起見，資料結構可被展示具有透過在該資料結構中的位置而為相關的欄位。此種關係同樣可以藉由指定在一電腦可讀取的媒體中的位置給用於該些欄位的儲存來加以達成，該些位置係帶有在該些欄位之間的關係。然而，任何適當的機制都可被用來在一資料結構的欄位中的資訊之間建立一關係，其係包含透過使用指標、標籤或是其它在資料元素之間建立關係的機制。

【0215】 當用軟體實施時，該軟體碼可被執行在任何適當的處理器或是處理器的集合上，不論是設置在單一電腦中或是被分散在多個電腦之間。

【0216】 再者，應該體認到的是，一電腦可以用一些形式的任一種來加以體現，例如一機架型電腦、一桌上型電腦、一膝上型電腦、或是一平板電腦，以作為非限制性的例子。此外，一電腦可以是內嵌在一裝置中，

其一般不被視為一電腦，但是具有適當的處理功能，其包含一個人數位助理(PDA)、一智慧型手機或是任何其它適當的可攜式或固定的電子裝置。

【0217】 再者，一電腦可具有一或多個輸入與輸出裝置。除了其它方面，這些裝置可被利用以呈現一使用者介面。可被利用以提供一使用者介面之輸出裝置的例子係包含用於輸出之視覺呈現的印表機或顯示器螢幕、以及用於輸出之可聽見的呈現之揚聲器或其它聲音產生裝置。可被利用於一使用者介面的輸入裝置的例子係包含鍵盤、以及例如是滑鼠、觸控板及數位板之指向裝置。作為另一例子的是，一電腦可以透過語音辨識或是用其它可聽見的格式來接收輸入資訊。

【0218】 此種電腦可以藉由一或多個具有任何適當形式的網路來加以互連，其係包含一本地區域網路或是一廣域網路，例如是一企業網路以及智慧型網路(IN)或是網際網路。此種網路可以根據任何適當的技術並且可以根據任何適當的協定來運作，並且可以包含無線網路、有線網路或是光纖網路。

【0219】 再者，如先前所述，某些特點可被體現為一或多種方法。被執行為該方法的部分的動作可以用任何適當的方式來加以排序。於是，實施例可被建構為其中動作係以一不同於舉例的順序而被執行，其可以同時包含執行某些動作，即使其在舉例說明的實施例中被展示為順序的。

【0220】 如同在此界定及使用的所有定義應該被理解為優於字典的定義、被納入作為參考的文件中之定義、及/或該些界定的術語之普通的意義。

【0221】 如同在此於說明書中以及在申請專利範圍中所用的，該些不

定冠詞"一"以及"一個"除非另有清楚指出相反的意思，否則應該被理解為表示"至少一個"。

【0222】 如同在此於說明書中以及在申請專利範圍中所用的，該片語"及/或"應該被理解為表示該些如此關聯的元件的"任一或是兩者"，亦即，元件是在某些情形中結合地存在，並且在其它情形中是分離地存在。多個利用"及/或"列出的元件應該用相同的方式加以解釋，亦即，該些如此關聯的元件的"一或多個"。除了明確地藉由該"及/或"子句指明的元件之外，其它元件可以選配地存在，不論其是和那些明確指明的元件相關或是無關的。因此，作為一非限制性的例子，一對於"A 及/或 B"的參照當結合例如是"包括"的開放性語言使用時，其在一實施例中可以是指只有 A 而已(選配地包含除了 B 以外的元件)；在另一實施例中是指只有 B 而已(選配地包含除了 A 以外的元件)；在又一實施例中是指 A 及 B 兩者(選配地包含其它元件)；等等。

【0223】 如同在此於說明書中以及申請專利範圍中所用的，該參照到一表列的一或多個元件之片語"至少一個"應該被理解為表示至少一元件是從該表列的元件中之該些元件的任一或是多個選出的，但是不一定包含在該表列的元件內明確列出的每個元件之至少一個，而且不排除在該表列的元件中的元件之任意組合。除了在該片語"至少一個"所指的元件的表列內明確指明的元件以外，此定義亦容許其它元件可以選配地存在，其不論其是和那些明確指明的元件相關或是不相關的。因此，作為一非限制性的例子的是，"A 及 B 的至少一個"(或等同的是"A 或 B 的至少一個"、或等同的是"A 及/或 B 的至少一個")在一實施例中可以是指至少一個 A、或選配地包含超過一個 A，而無 B 存在(以及選配地包含除了 B 以外的元件)；在另一實施例

中是指至少一個 B、或選配地包含超過一個 B，而無 A 存在(以及選配地包含除了 A 以外的元件)；在又一實施例中是指至少一個 A 或選配地包含超過一個 A、以及至少一個 B 或選配地包含超過一個 B(以及選配地包含其它元件)；等等。

【0224】 再者，在此使用的措辭及術語是為了之目的說明，因而不應該被視為限制性的。"包含"、"包括"、或是"具有"、"含有"、"涉及"以及其變化在此的使用是意謂著涵蓋列在之後的項目及其等同物以及額外的項目。

【0225】 在申請專利範圍中以及在以上的說明書中，所有例如是"包括"、"包含"、"帶有"、"具有"、"含有"、"涉及"、"持有"、"構成"與類似者的連接詞都欲被理解為開放性的，亦即，欲表示包含但不限於。只有該些連接詞"由所構成"以及"實質由所構成"才分別是封閉或半封閉性的連接詞。

【符號說明】

【0226】

- 100 單石超音波裝置
- 100a 超音波裝置
- 100b 超音波裝置
- 100c 超音波裝置
- 100d 超音波裝置
- 102 換能器配置(陣列)
- 104 發送(TX)控制電路
- 106 接收(RX)控制電路
- 108 時序及控制電路

110	信號調節/處理電路
112	半導體晶粒
114	高速的串列輸出埠
116	輸入埠
118	電源管理電路
120	高強度聚焦超音波(HIFU)控制器
200	超音波單位
202	標的物
204	電腦
206	螢幕
208	智慧型手機
302	區域
304	換能器元件
306	桌上型電腦(工作站)
402	CMOS 電路
406	控制器
602	換能器單元
602a	換能器單元
602b	換能器單元
802	耦接元件
802a	耦接
802b	耦接

1002	開關
1004	元件
1006	波形產生器
1008	脈波產生器
1010	類比處理區塊
1012	類比至數位轉換器(ADC)
1014	數位處理區塊
1016	多工器(MUX)
1018	多工的數位處理區塊
1102a	輸出線
1102b	輸出線
1202a	暫存器
1202b	暫存器
1204a	比較器
1204b	比較器
1206	累加器
1208	移位暫存器
1210a	延遲線
1210b	延遲線
1212a	查找表
1212b	查找表
1302	事件控制器

- 1304 元件事件記憶體
- 1306 週邊控制模組
- 1308 微處理器
- 1310 暫存器控制模組
- 1310a 暫存器控制模組
- 1310b 暫存器控制模組
- 1312 下一狀態暫存器
- 1312a 下一狀態暫存器
- 1312b 下一狀態暫存器
- 1314 目前狀態暫存器
- 1314a 目前狀態暫存器
- 1314b 目前狀態暫存器
- 1500 常式
- 1502 TX 事件次常式
- 1502a 步驟
- 1502b 步驟
- 1502c 步驟
- 1504 RX 事件次常式
- 1504a 步驟
- 1504b 步驟
- 1504c 步驟
- 1506 步驟

1508	常式
1510	步驟
1512	步驟
1514	步驟
1516	步驟
1518	步驟
1602	延遲元件
1702	低雜訊的放大器(LNA)
1704	可變增益的放大器(VGA)
1706	低通濾波器(LPF)
1708	數位正交解調(DQDM)電路
1710	累加器
1712	平均記憶體
1714	平均電路
1716	輸出緩衝器
1802	混合器區塊
1804	低通濾波器(LPF)
1806	降頻取樣器電路
1902	時間增益補償(TGC)電路
1904	時脈產生電路
2002	外部的電路
2004	振盪器

2006	相鎖迴路(PLL)
2008	串列器/解串列器(SerDes)電路
2010	除頻器電路
2012	多工器
2016	除頻器電路
2018	多工器
2022	時脈線
2024	時脈線
2026	端子
2028	端子
2030	輸出端子
2032	輸出端子
2102	再量化器
2104	USB 3.0 模組
2202	匹配濾波器
2302	填充電路
2304	快速傅立葉轉換(FFT)電路
2306	乘法器
2308	低通濾波器
2310	降頻取樣器電路
2312	逆 FFT 電路
2402	解線性調頻電路

- 2502 數位乘法器
- 2504 數位低通濾波器
- 2506 降頻取樣器電路
- 2602 類比正交解調(AQDM)電路
- 2604 類比解線性調頻電路
- 2606a ADC
- 2606b ADC
- 2702 低通濾波器
- 2704 多工器
- 2902 電阻器
- 2904 電容器
- 3102 波形移除電路及/或軟體
- 3104 影像形成電路及/或軟體
- 3106 後端處理電路及/或軟體
- 3108 處理器
- 3110 高速的匯流排
- 3202 計算裝置
- 3204 處理器
- 3206 計算裝置
- 3208 現場可程式化閘陣列(FPGA)
- 3301a NMOS
- 3301b PMOS

- 3302 由於 N 型井(NW)/P 型基板(Psub 3303)之大的接面崩潰
- 3303 P 型基板(Psub)
- 3304 由於 LDD 之降低的電場
- 3306 由於 P 型井(PW)/NW 之大的接面崩潰
- 3308 由於 LDD 之降低的電場
- 3401a NMOS
- 3401b PMOS
- 3402 用於 N+植入的遮罩界定的摻雜
- 3404 熱擴散的 PW/Psub
- 3406 熱擴散的 NW/Psub
- 3408 用於 P+植入的遮罩界定的摻雜
- 3410 熱擴散的 NW/Psub
- 3412 熱擴散的 PW/Psub
- 3501a NMOS
- 3501b PMOS
- 3502 N 型井源極與源極閘極的延伸
- 3504 N 型井汲極與閘極的延伸
- 3506 P 型井源極與源極閘極的延伸
- 3508 P 型井汲極與閘極的延伸
- 3601a NMOS
- 3601b PMOS
- 3602、3604 在 Psub 中之熱擴散的源極與汲極

3606	用於臨界電壓增高之選配的 P 型井閘極植入
3608、3610	在 Psub 中之熱擴散的源極與汲極
3612	用於臨界電壓增高之選配的 N 型井閘極植入
3702	CUT
3704	電晶體開關
3706	電晶體開關
3708	致能開關
3802	串級元件
3804	換能器元件的端子
3806	換能器元件的端子
3808	接收元件
3810	換能器的頂板
3902	電阻器
3904	高電壓 NMOS 下拉元件
3906	連線
3908	自動接收偏壓
3910	串級元件
4102	偶數的被取樣並且接著奇數的被取樣的期間
4104	奇數的被比較並且接著偶數的被比較的期間
Clk	輸入時脈
En	致能信號
f ₀	頻率暫存器

IRQ 中斷信號

$N_{RXEvents}$ 參數

$N_{RXSamples}$ 參數

$N_{TXEvents}$ 參數

$N_{TXSamples}$ 參數

R 線性調頻速率暫存器

rx_en 致能信號

S1 開關

S2 開關

θ_0 相位暫存器

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 100 單石超音波裝置
- 102 換能器配置(陣列)
- 104 發送(TX)控制電路
- 106 接收(RX)控制電路
- 108 時序及控制電路
- 110 信號調節/處理電路
- 112 半導體晶粒
- 114 高速的串列輸出埠
- 116 輸入埠
- 118 電源管理電路
- 120 高強度聚焦超音波(HIFU)控制器

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

圖式

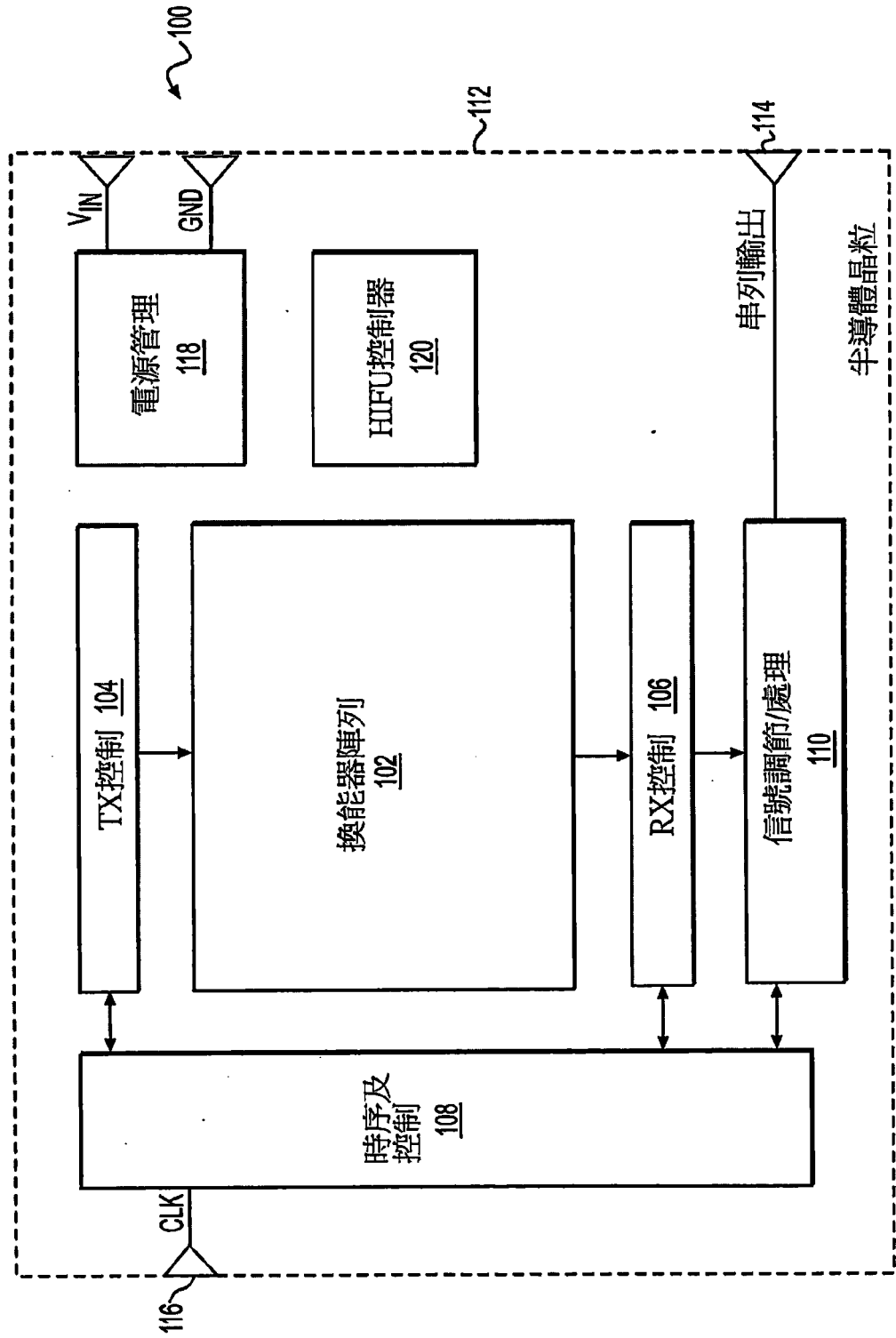


圖1

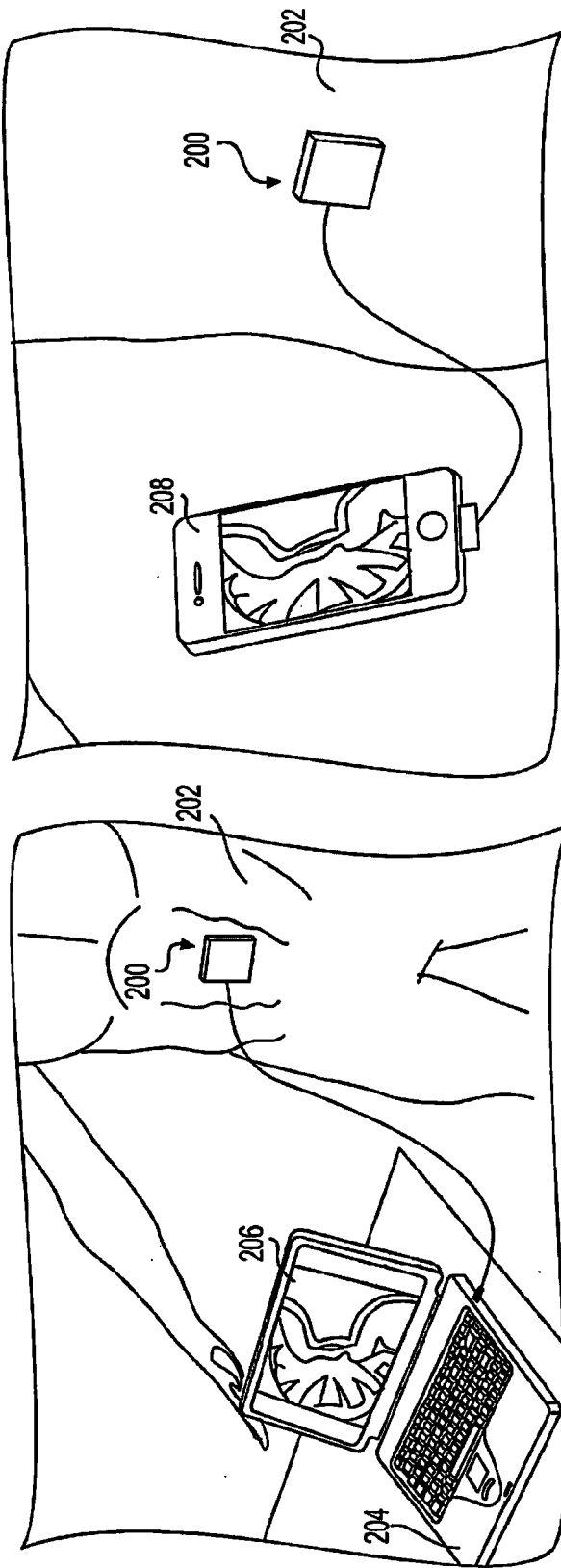


圖2B

圖2A

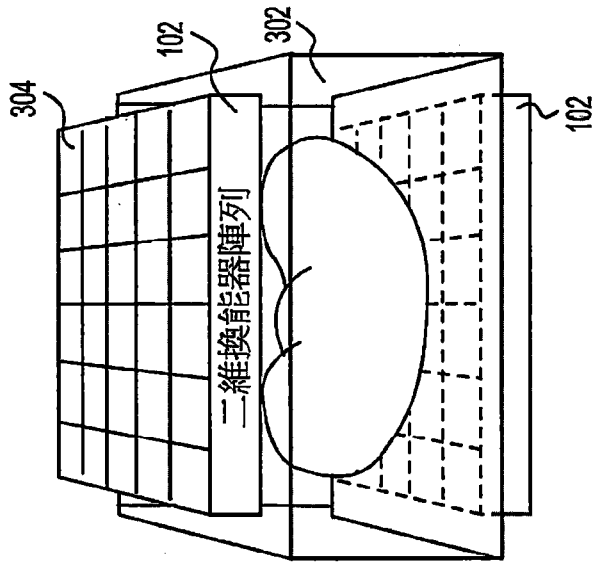


圖3B

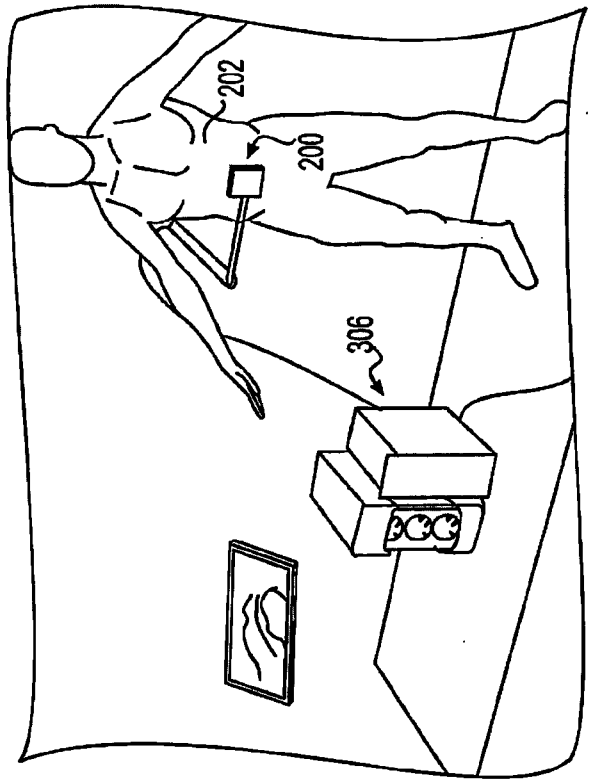


圖3A

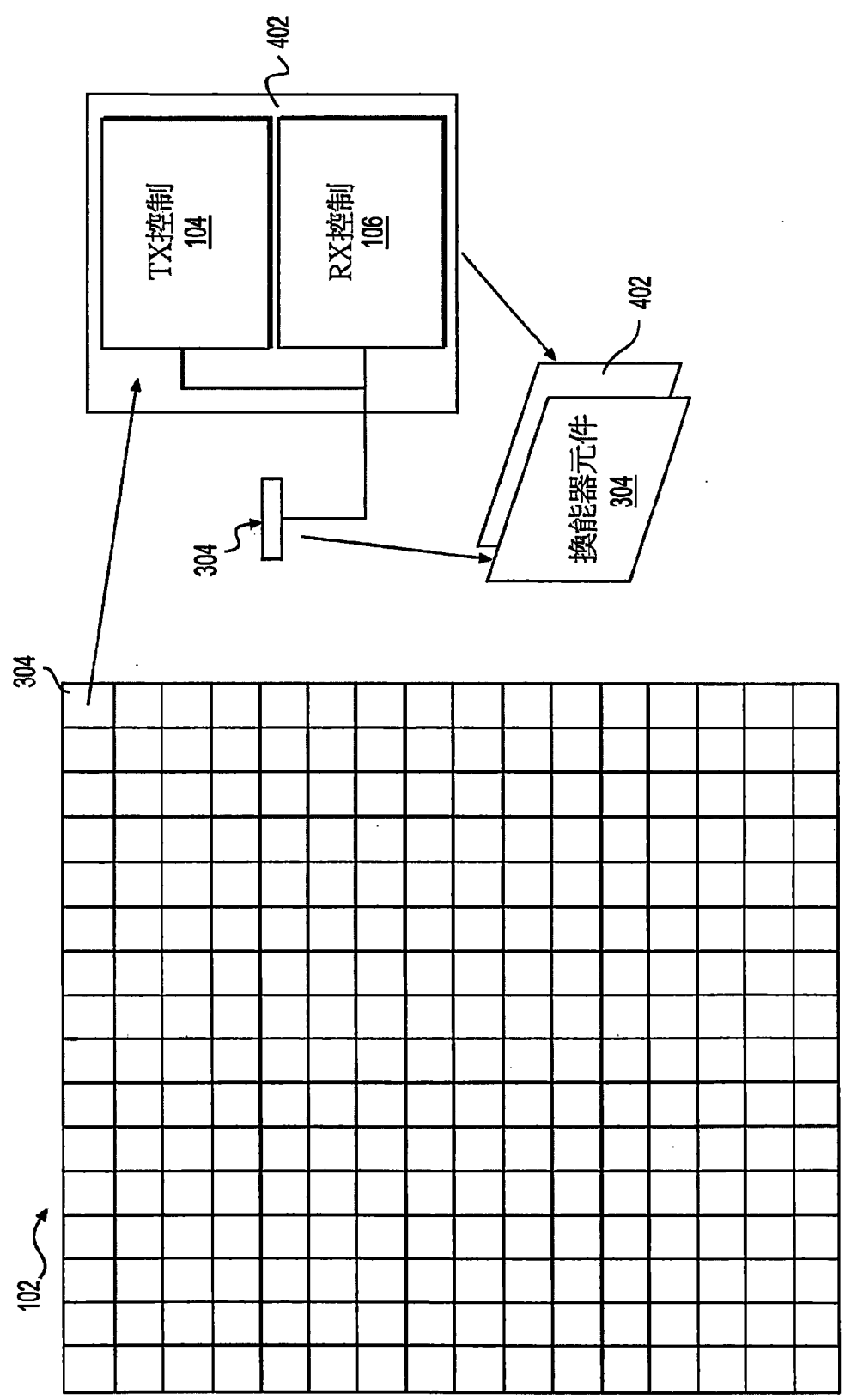


圖4A

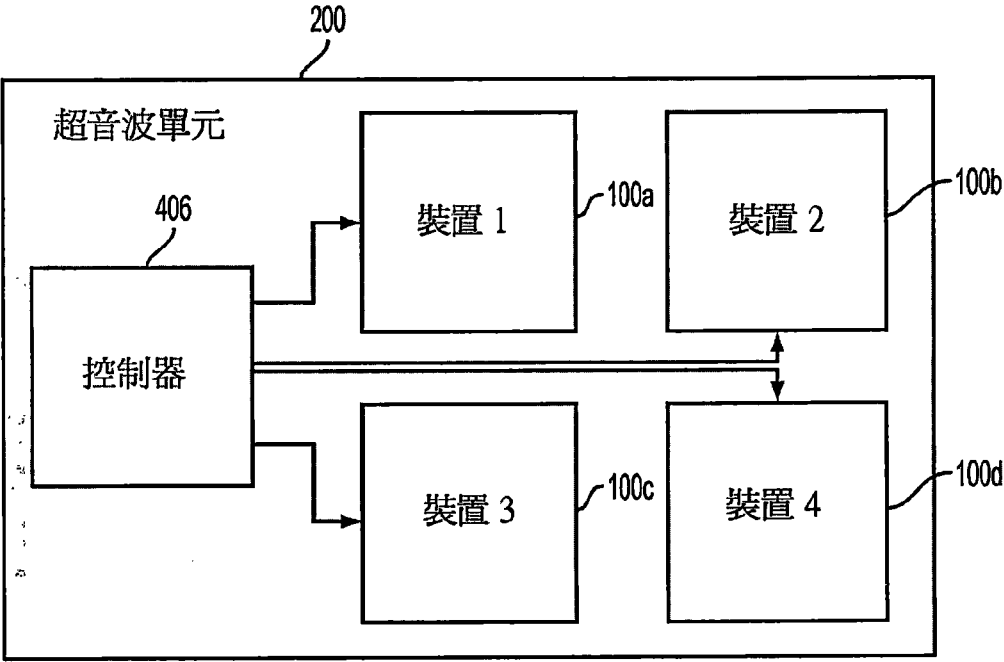
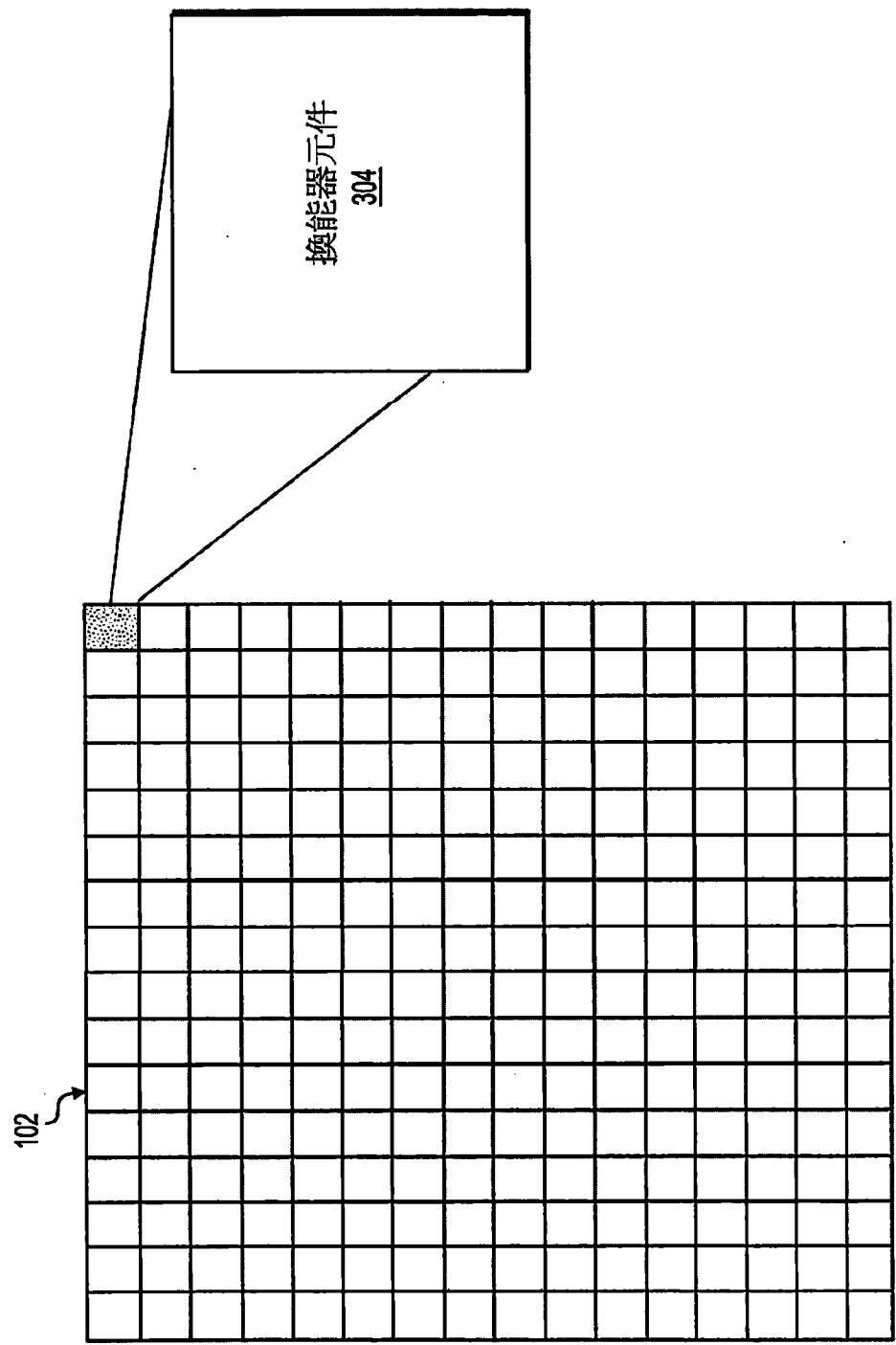
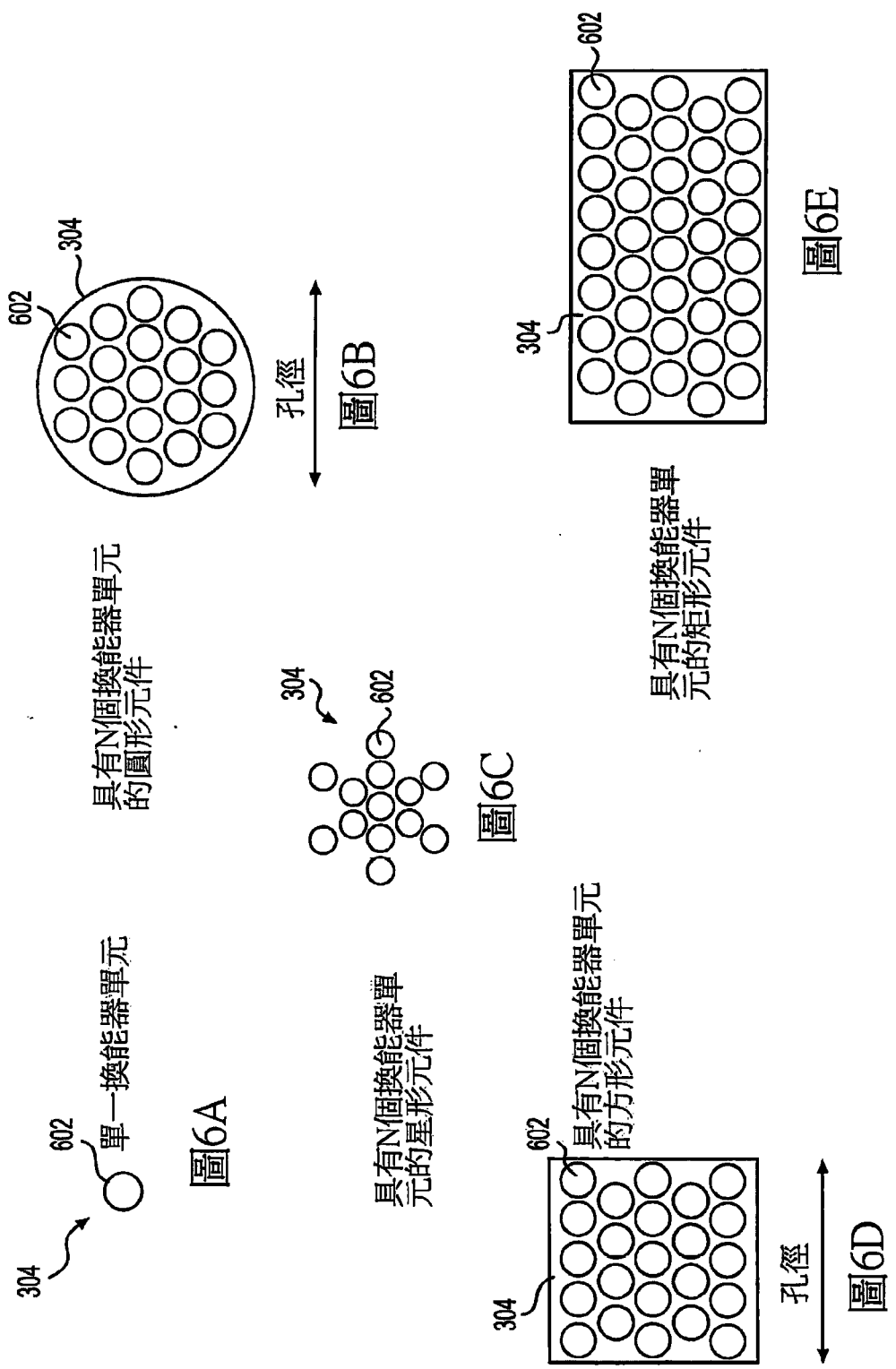


圖4B



256(16'16)個換能器元件的陣列

圖5



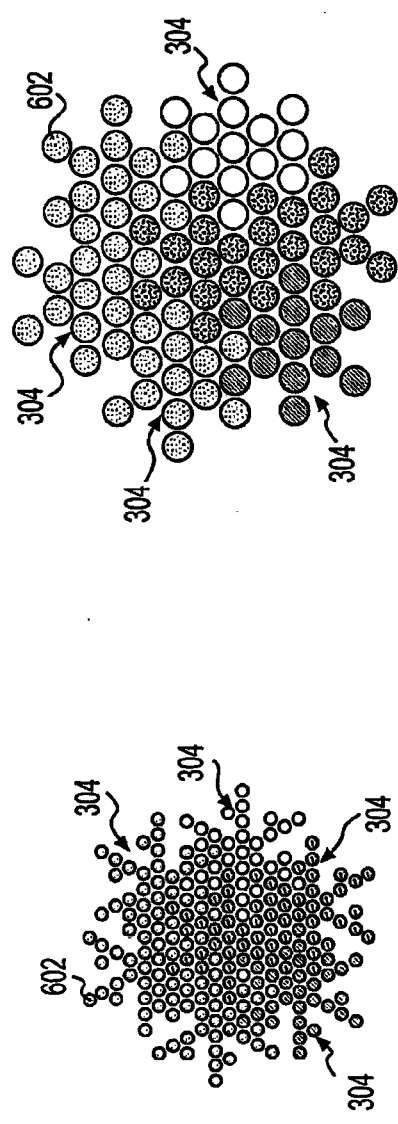


圖7A

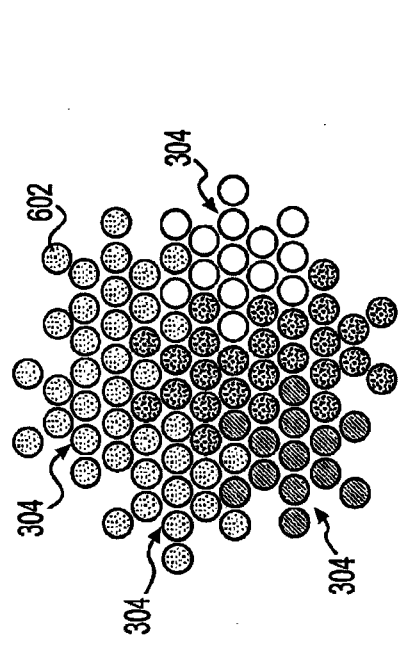


圖7B

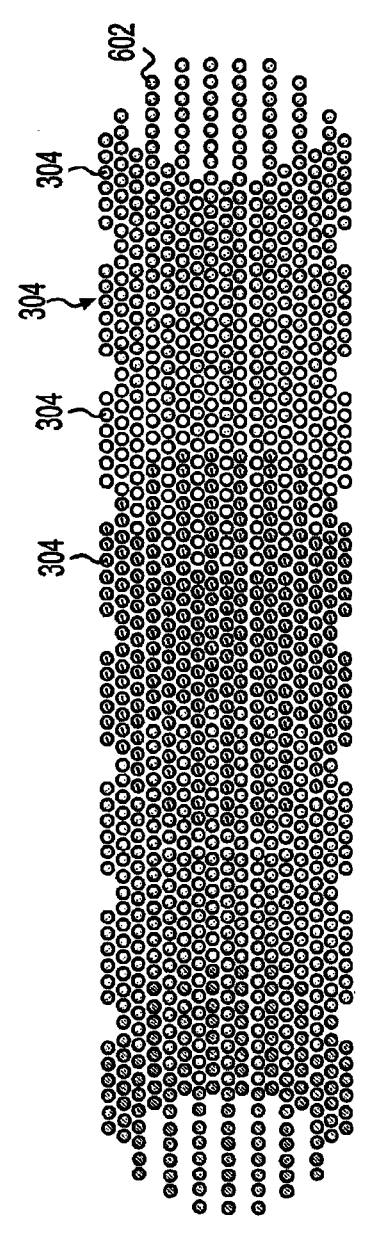


圖7C

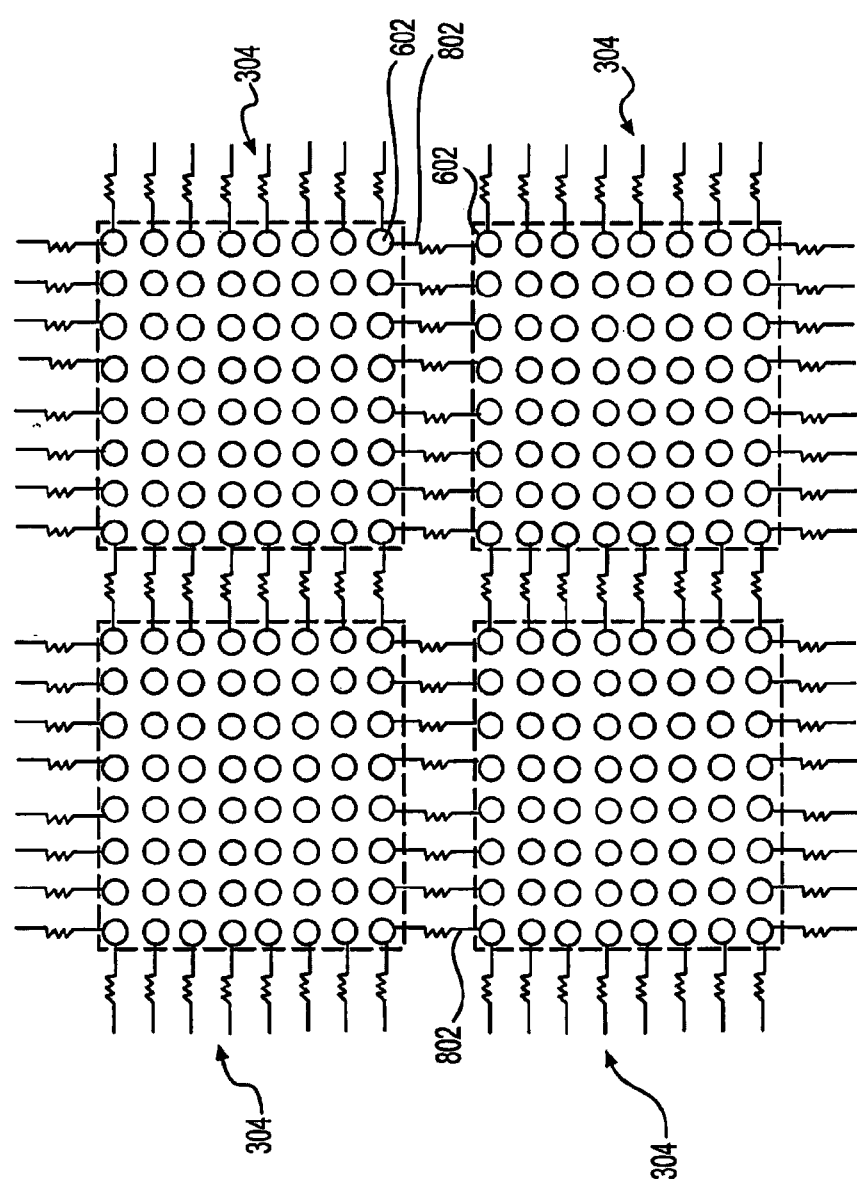


圖8

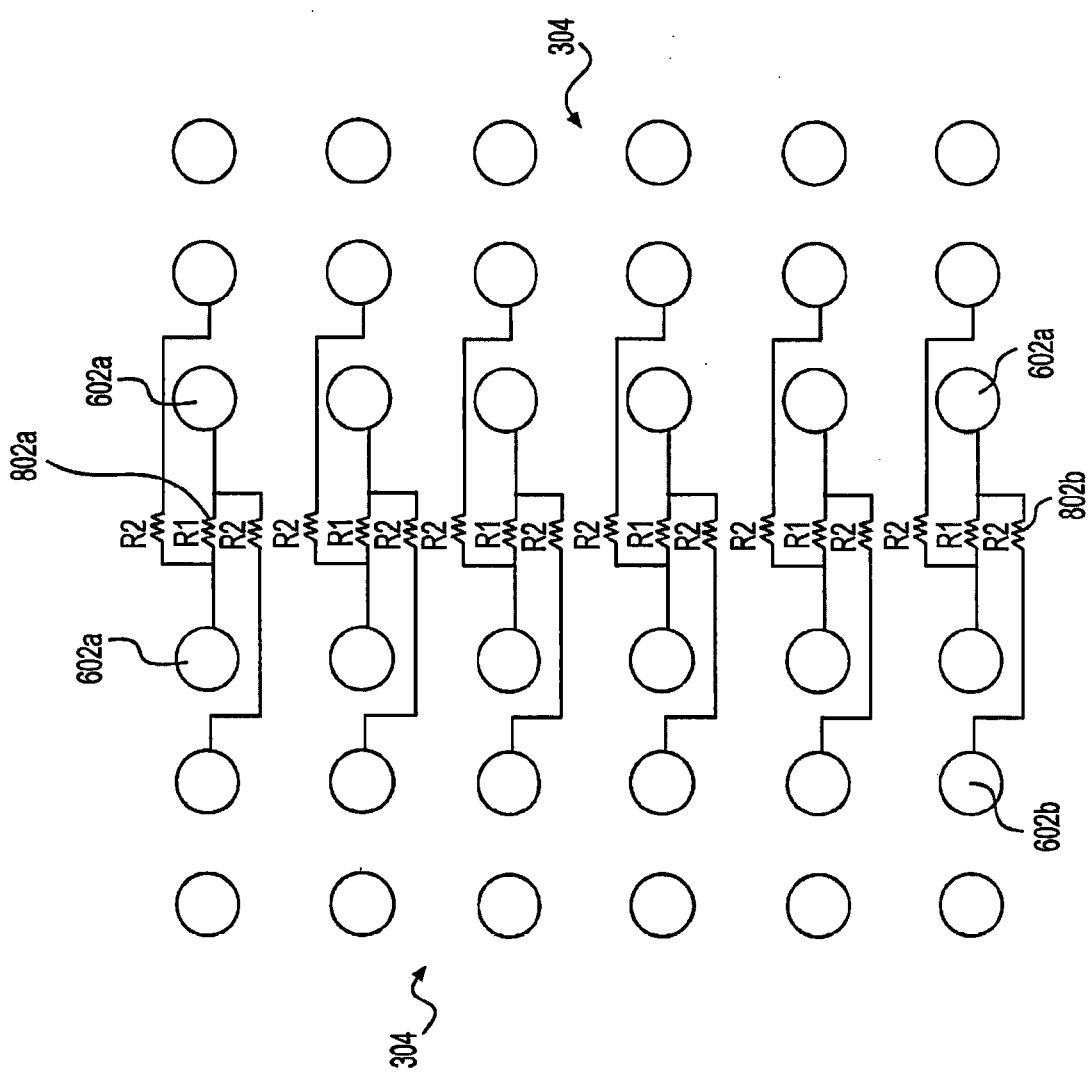


圖9

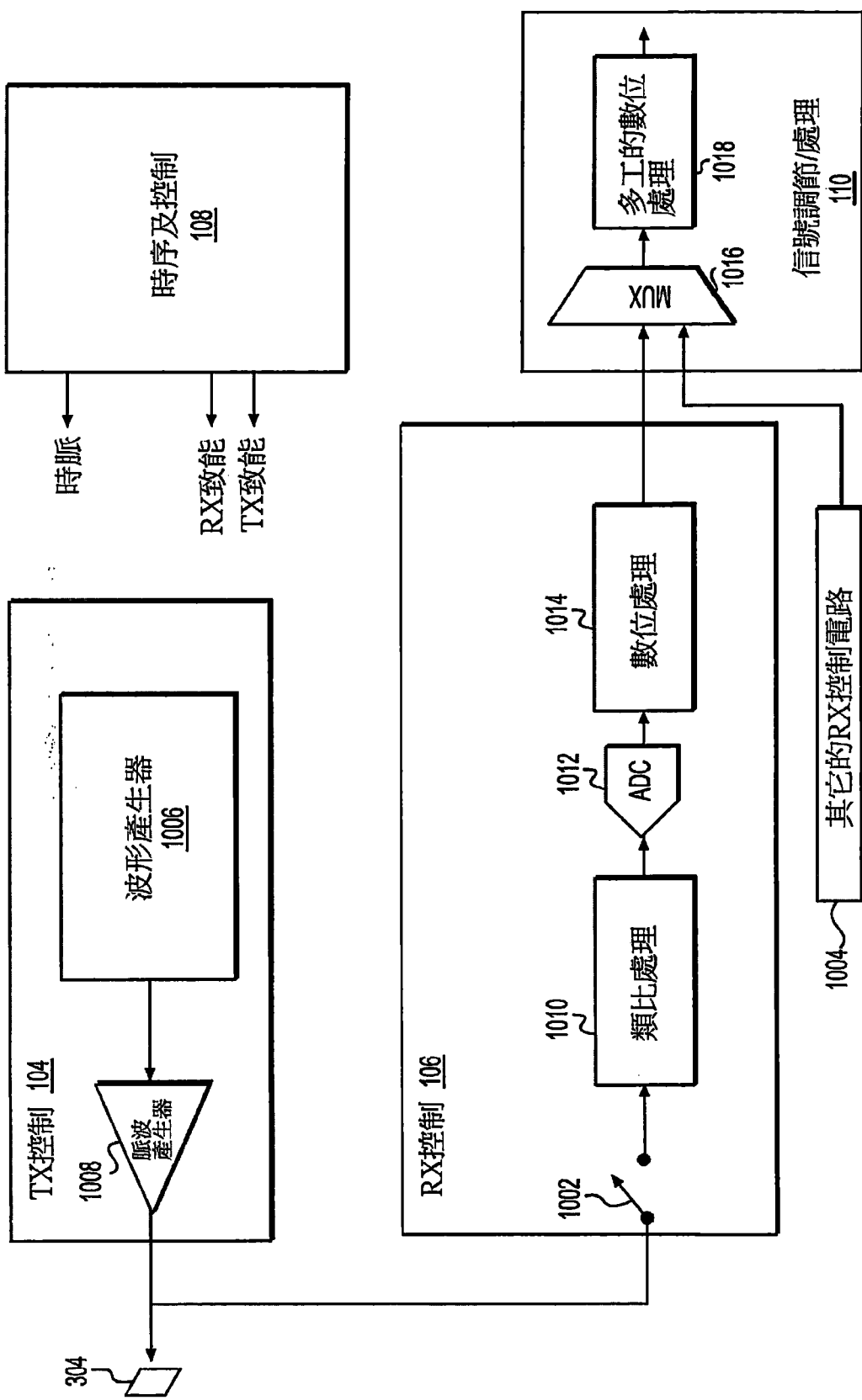


圖10

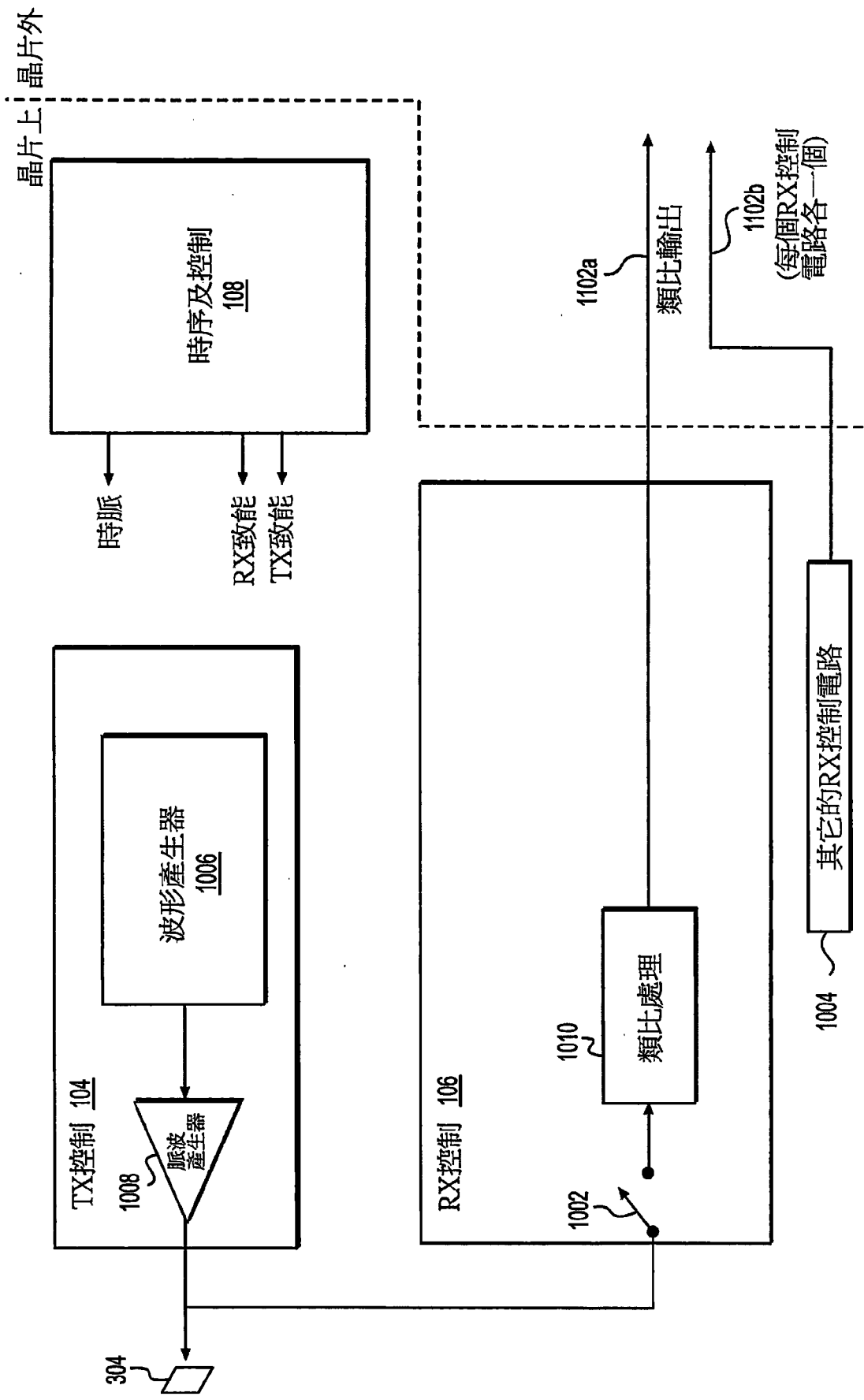


圖11A

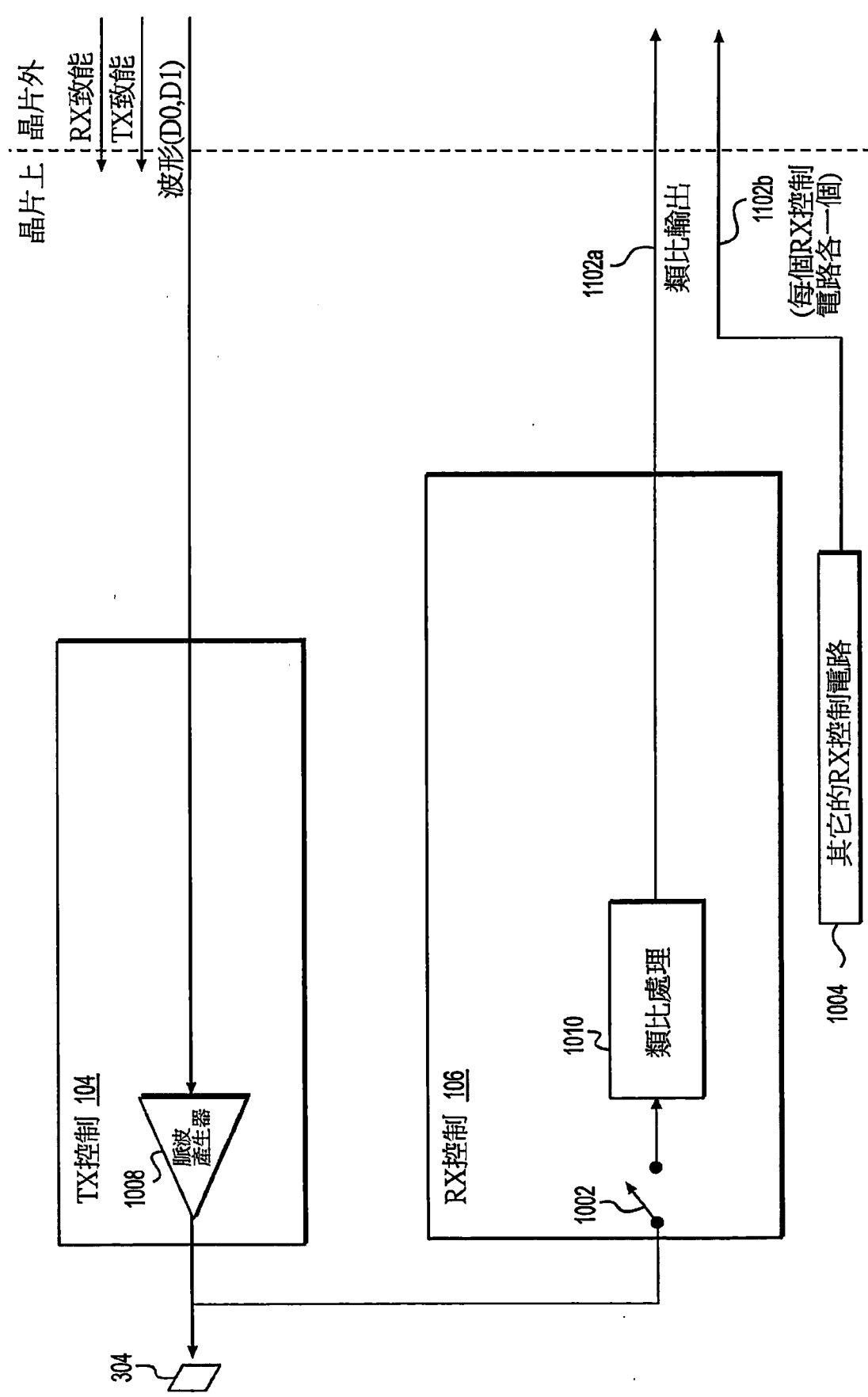


圖11B

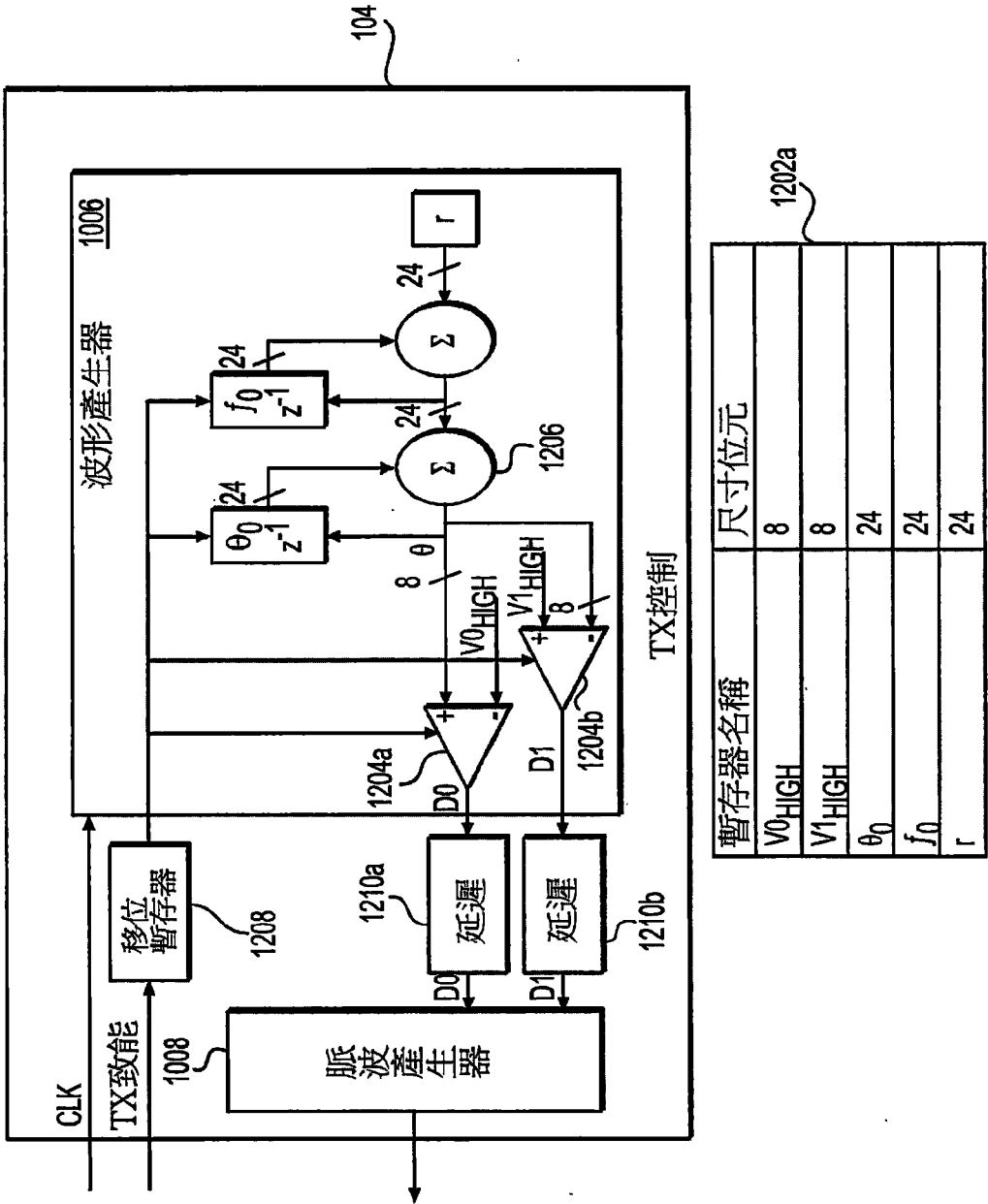


圖12A

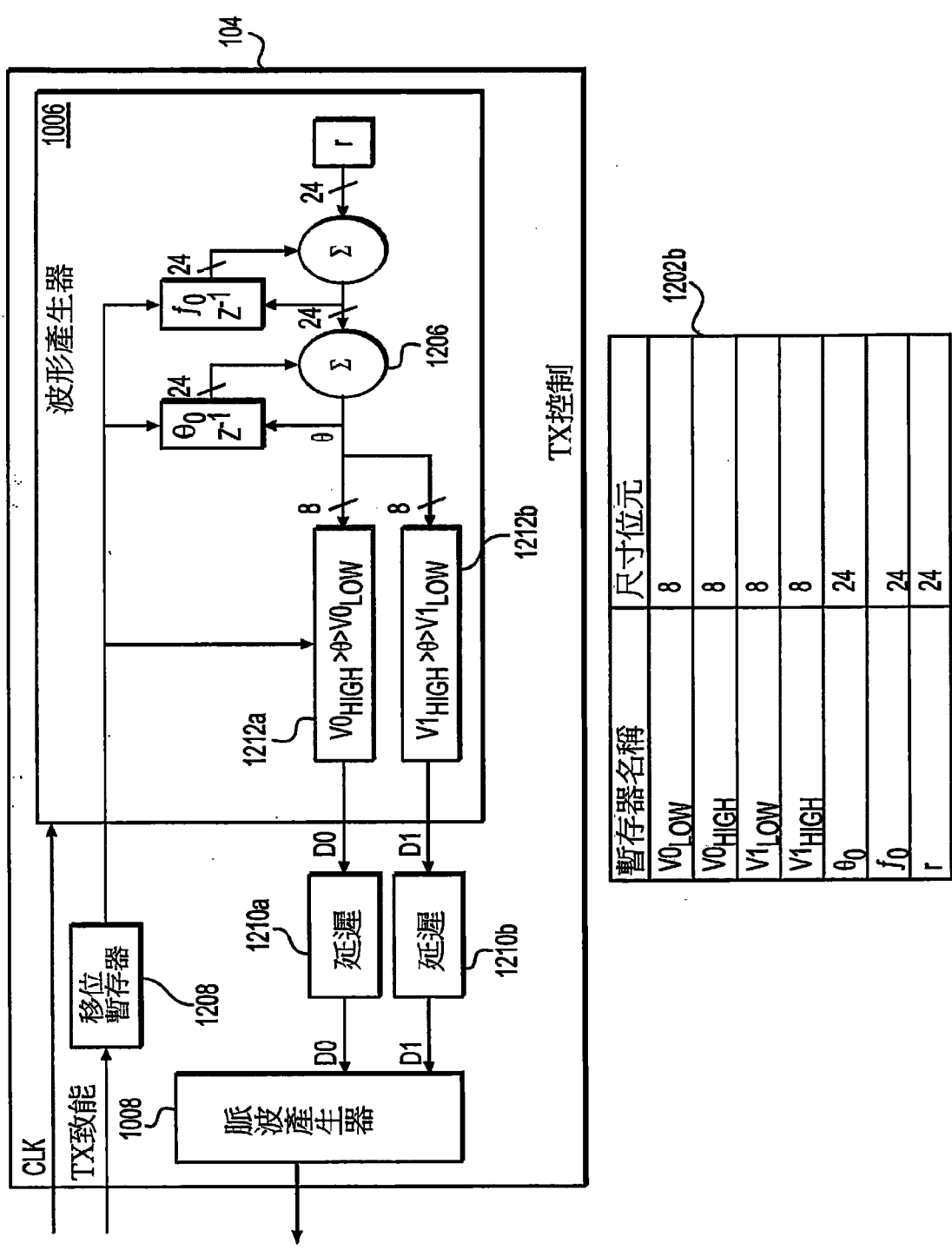


圖12B

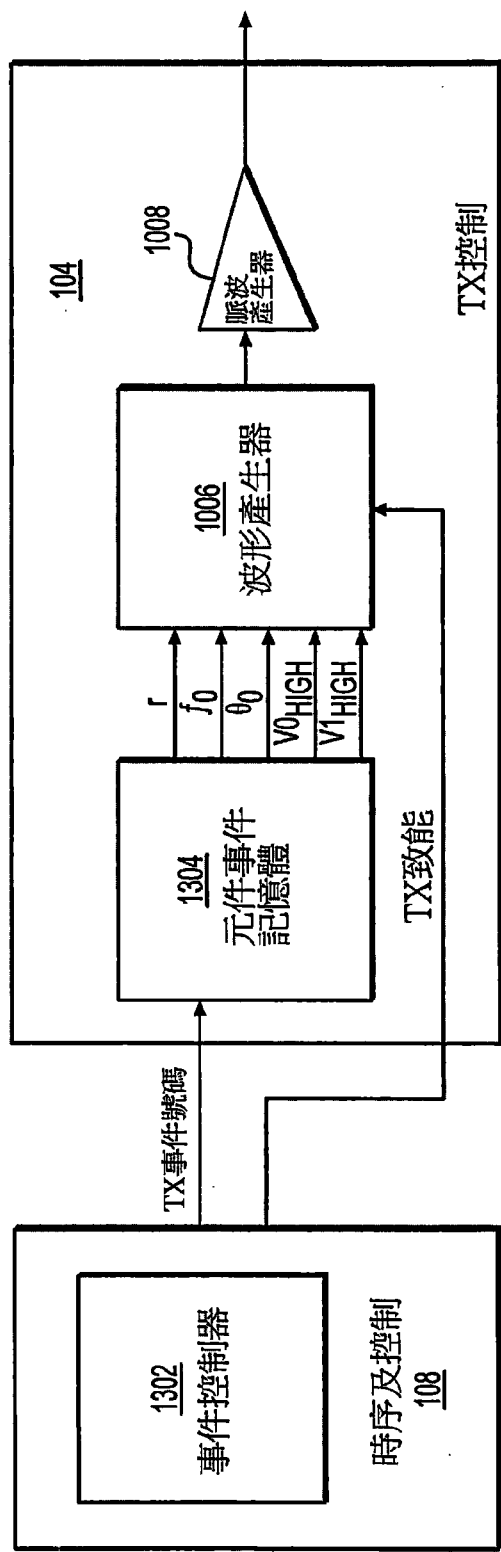


圖13A

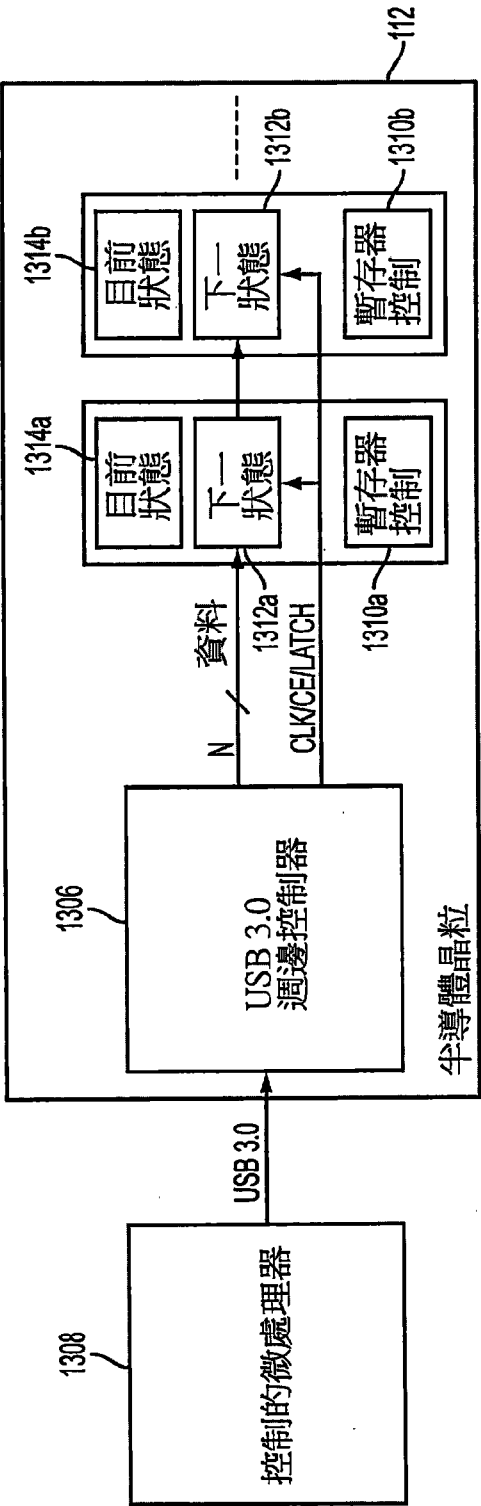


圖13B

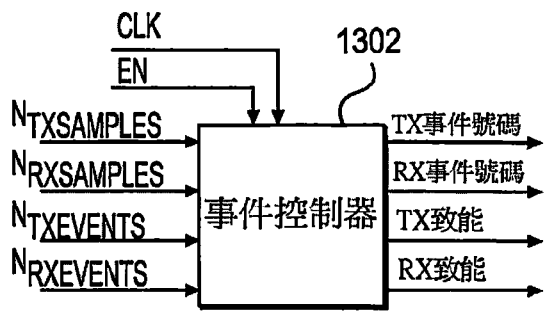


圖14

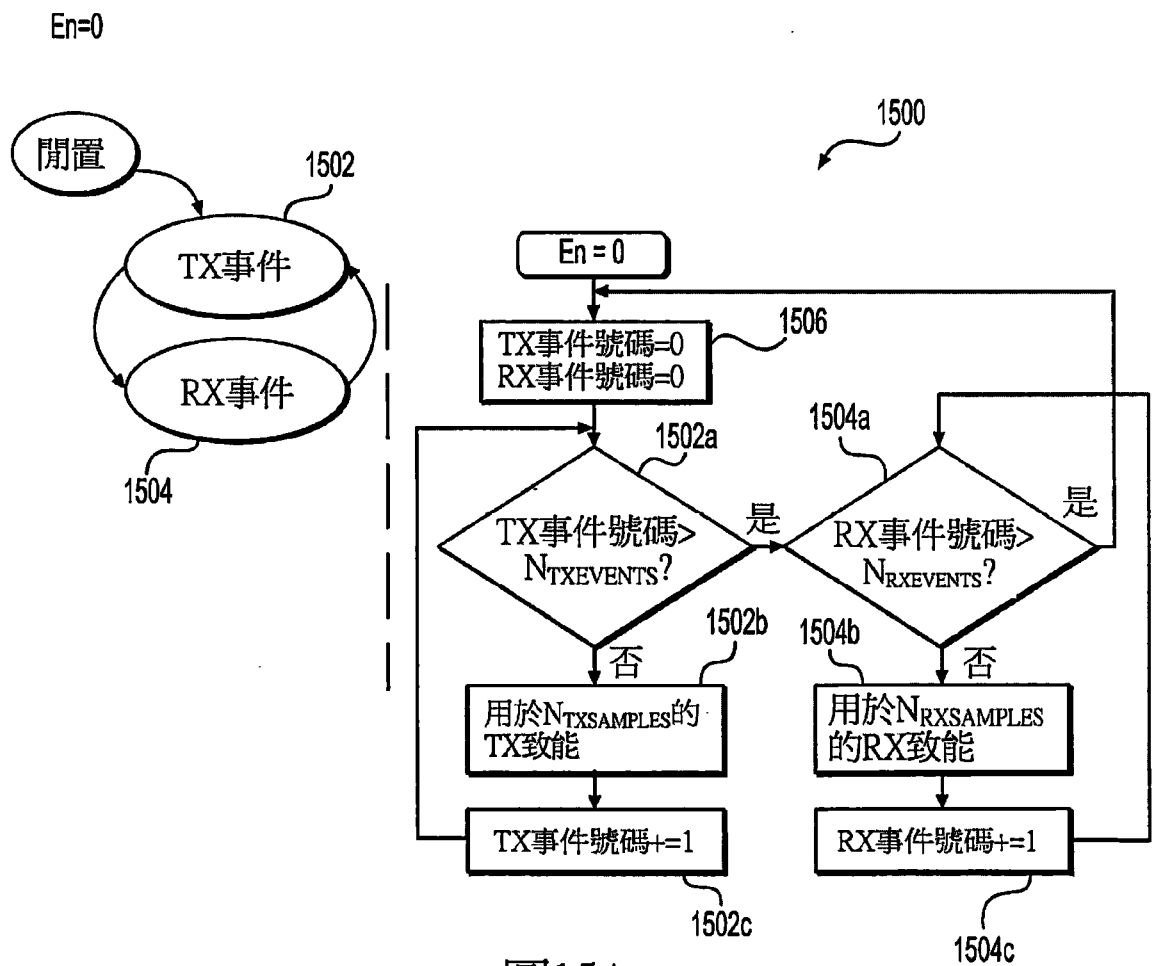


圖15A

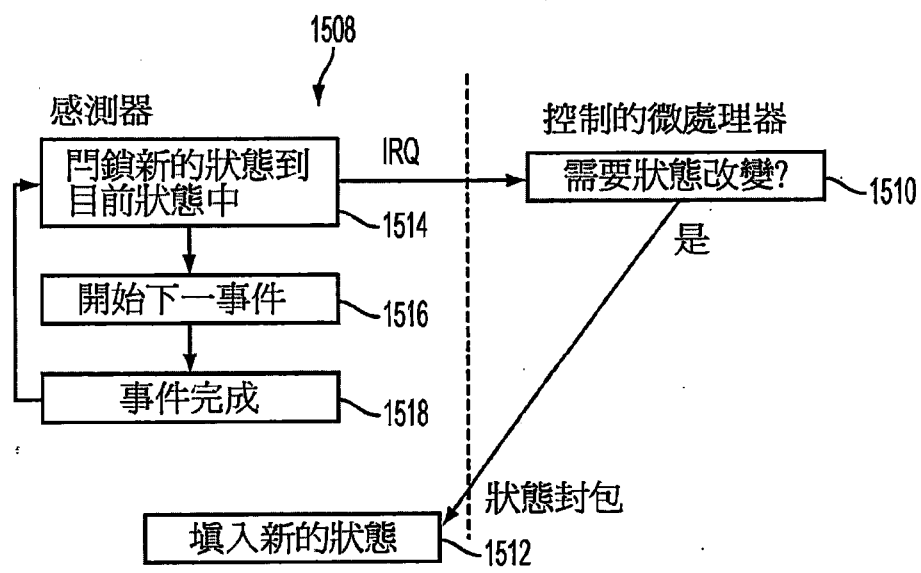


圖15B

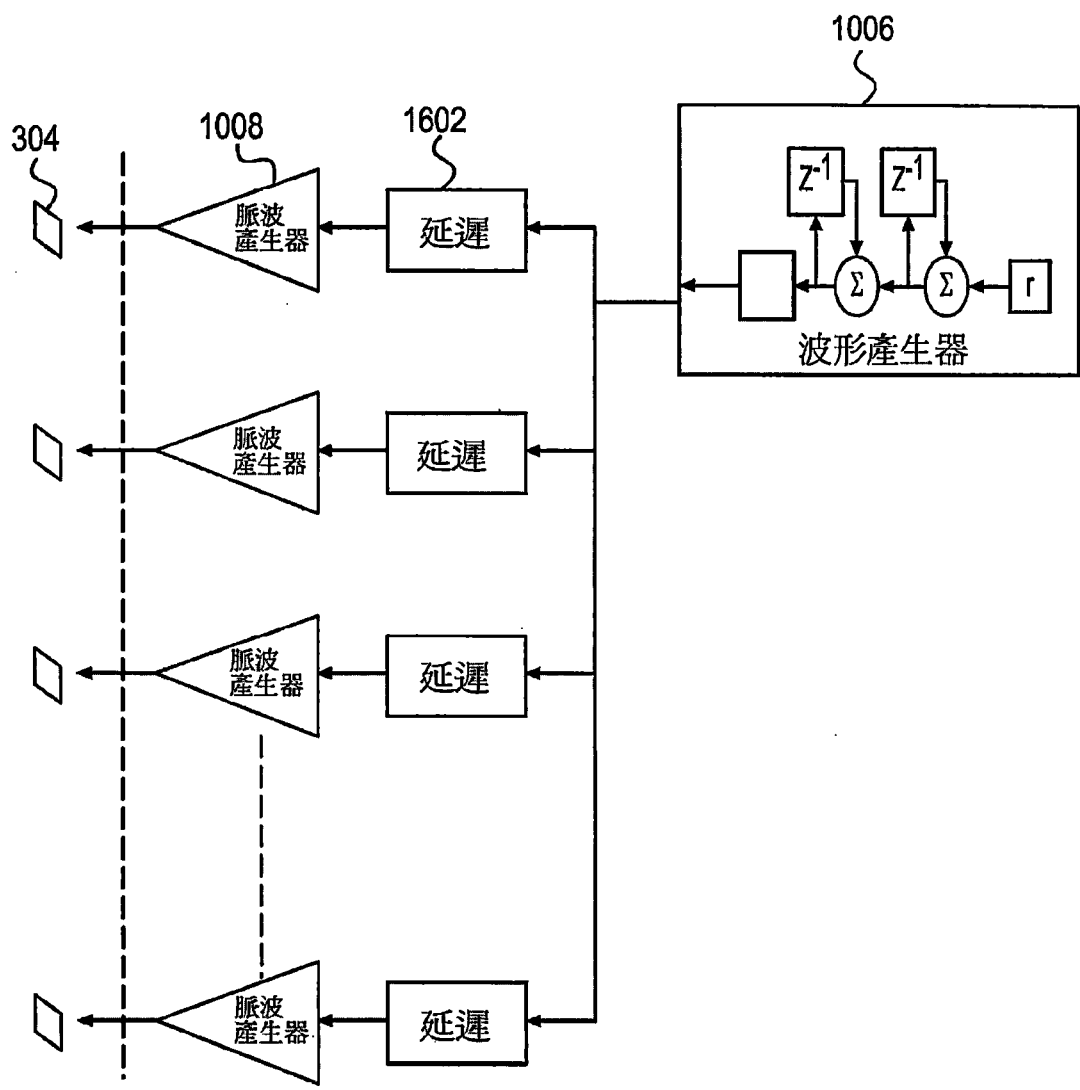


圖16

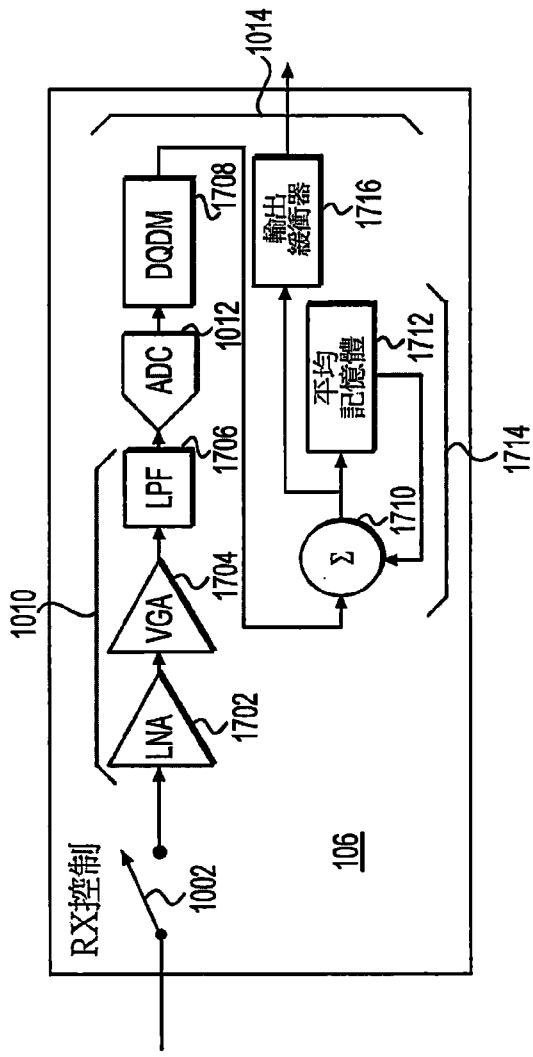


圖17

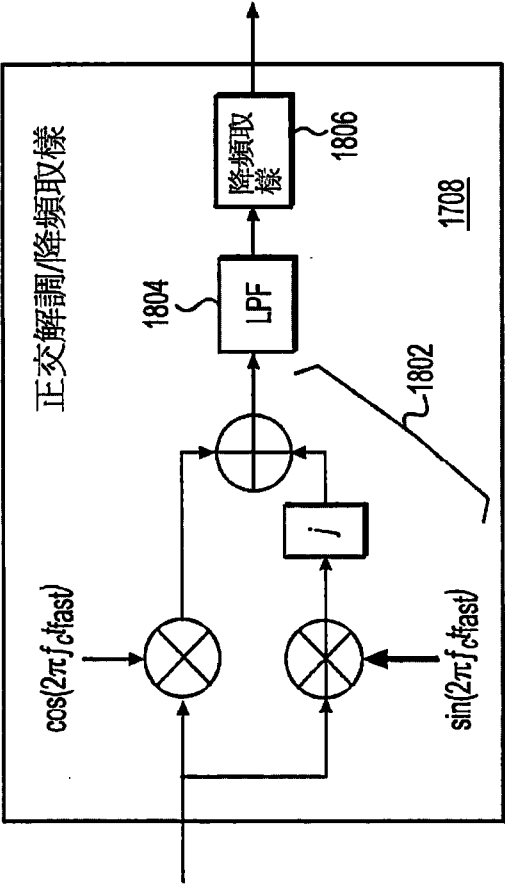


圖18

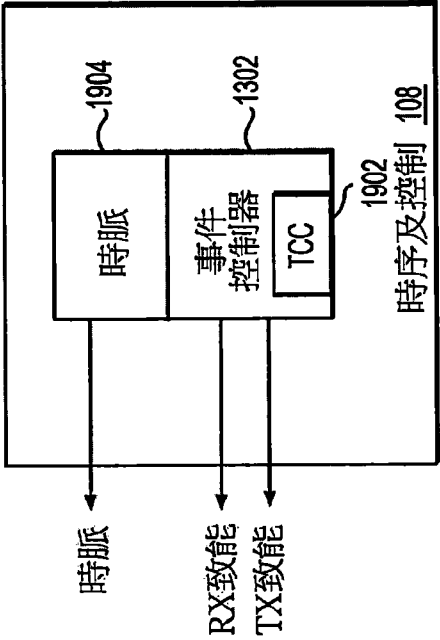


圖19

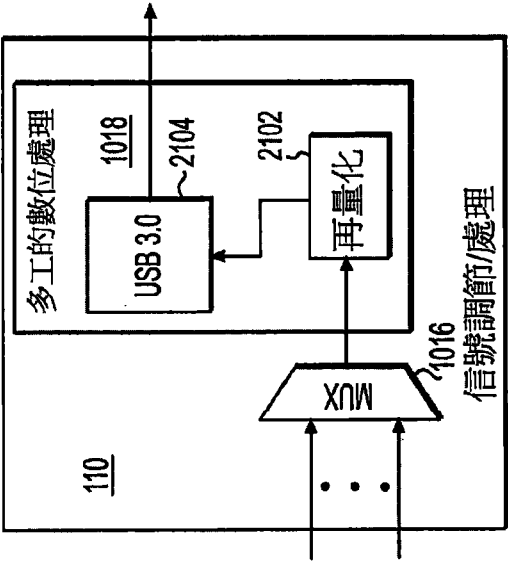


圖21

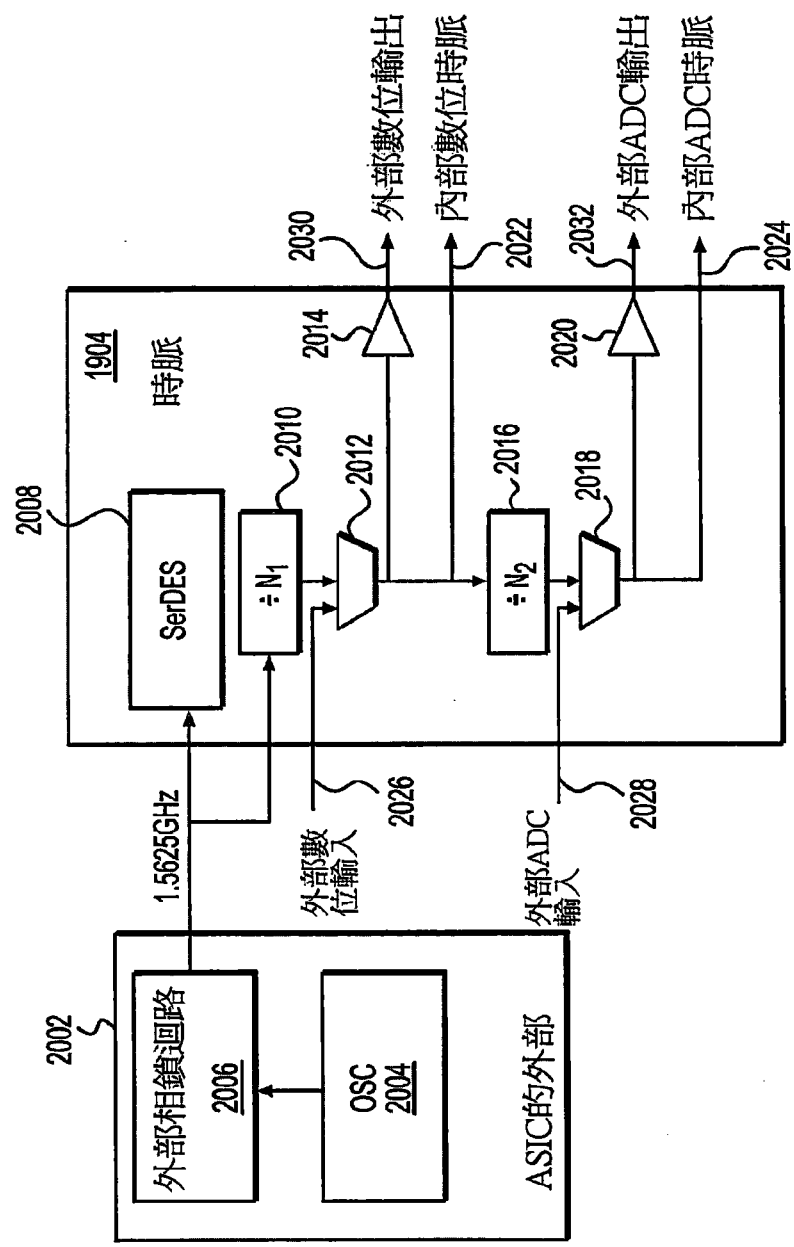


圖20

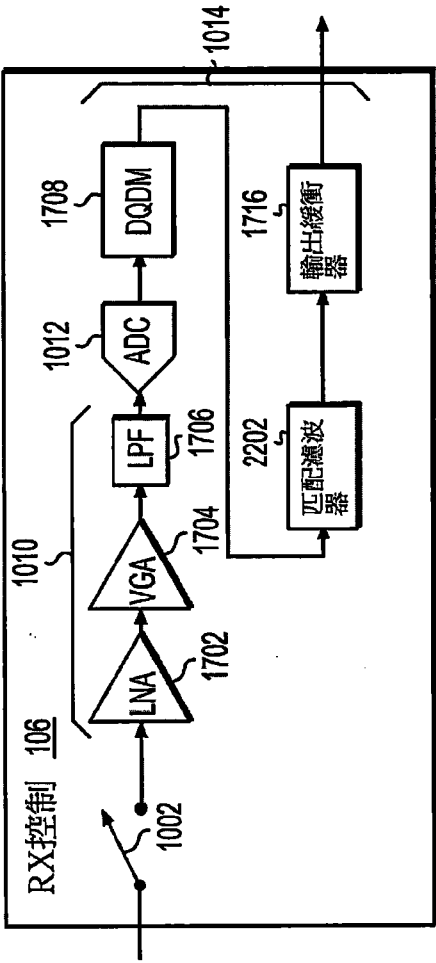


圖22

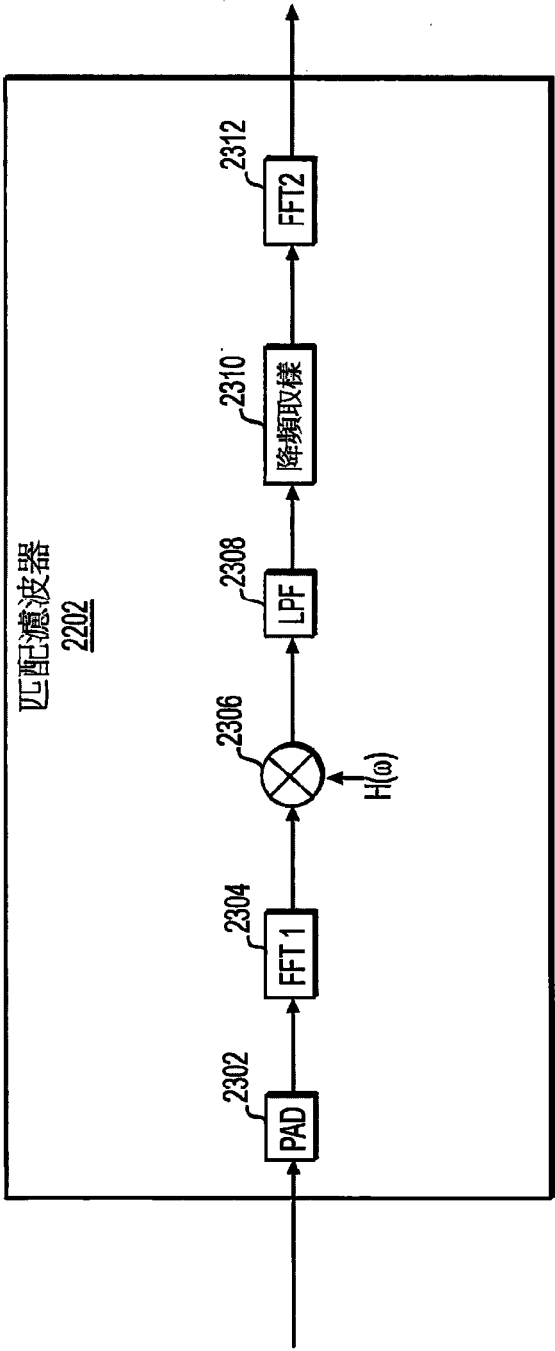


圖23

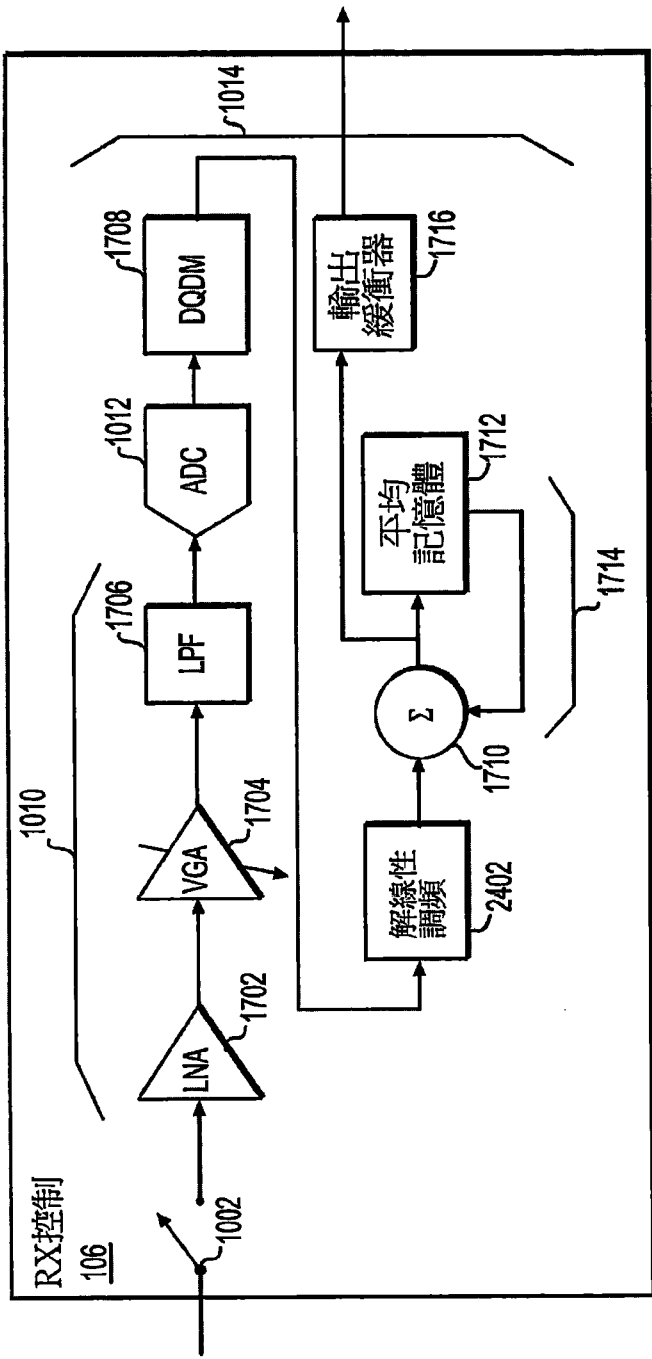


圖24

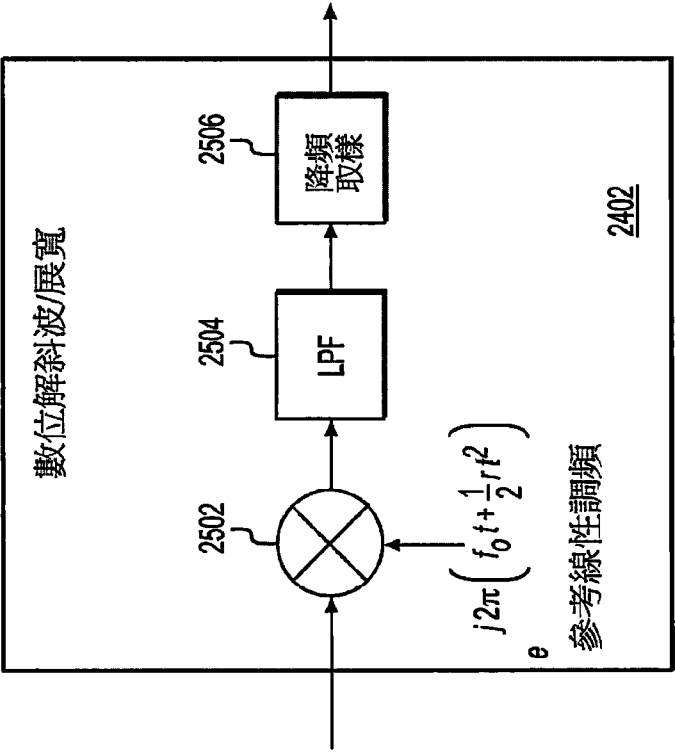


圖25

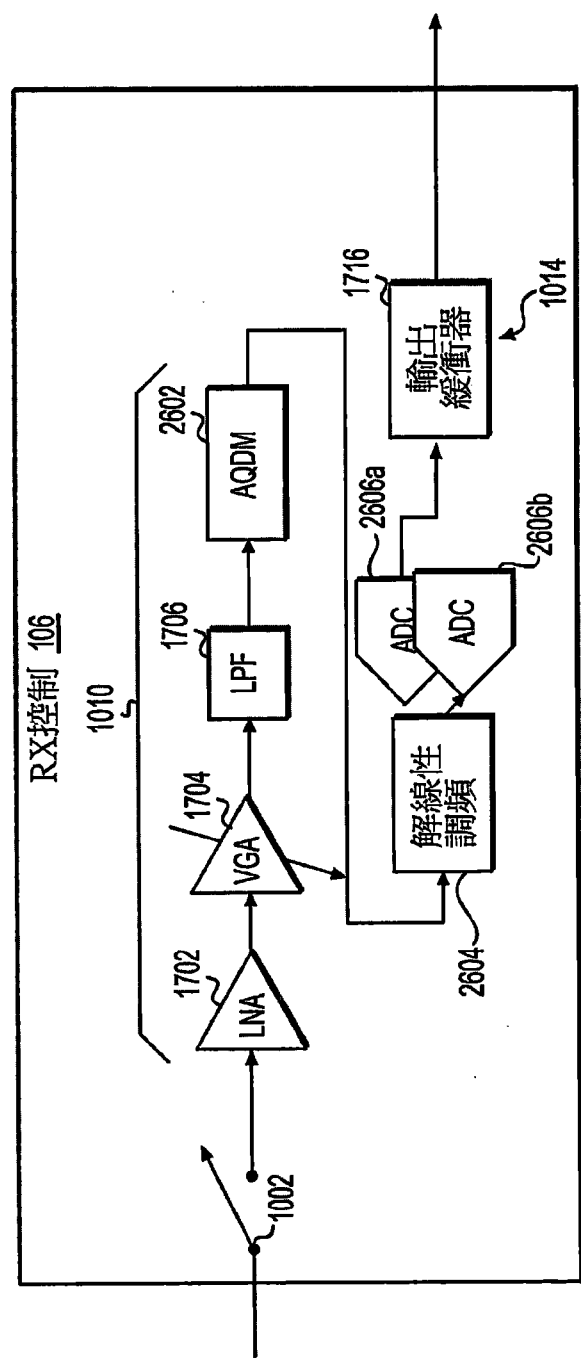


圖26

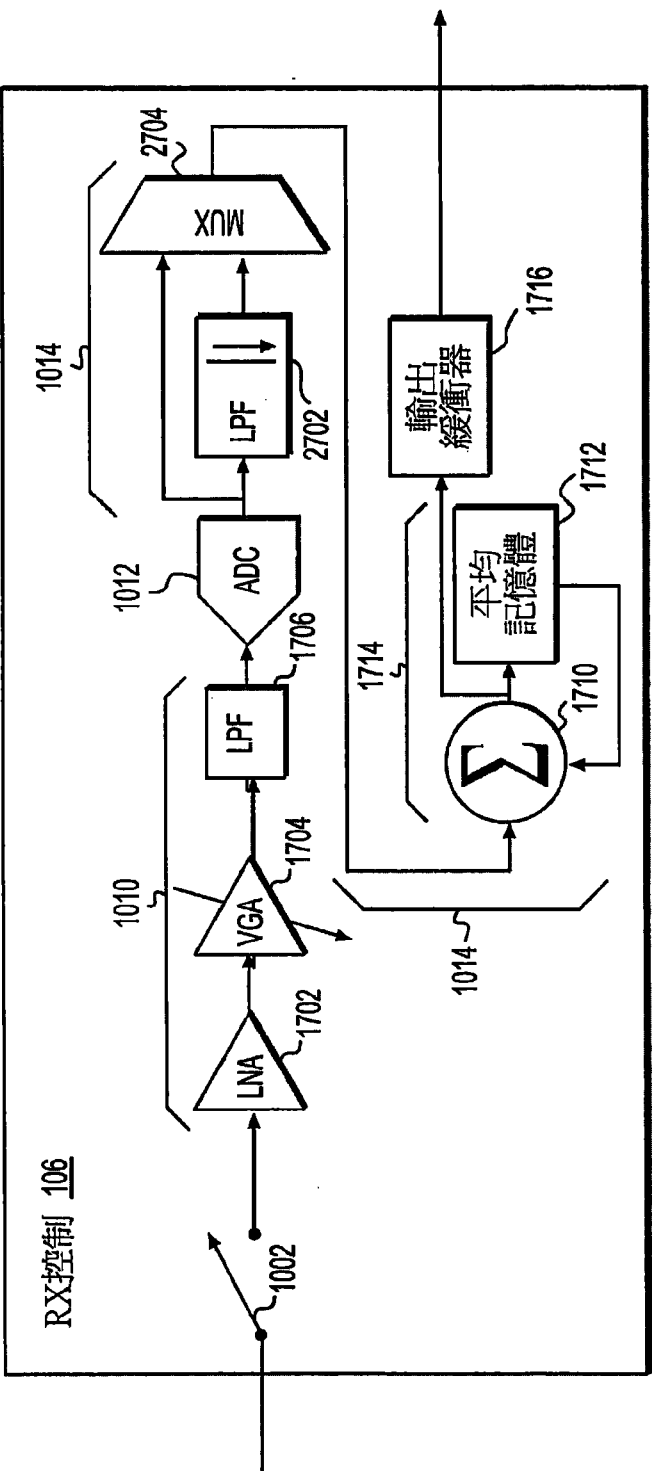


圖27

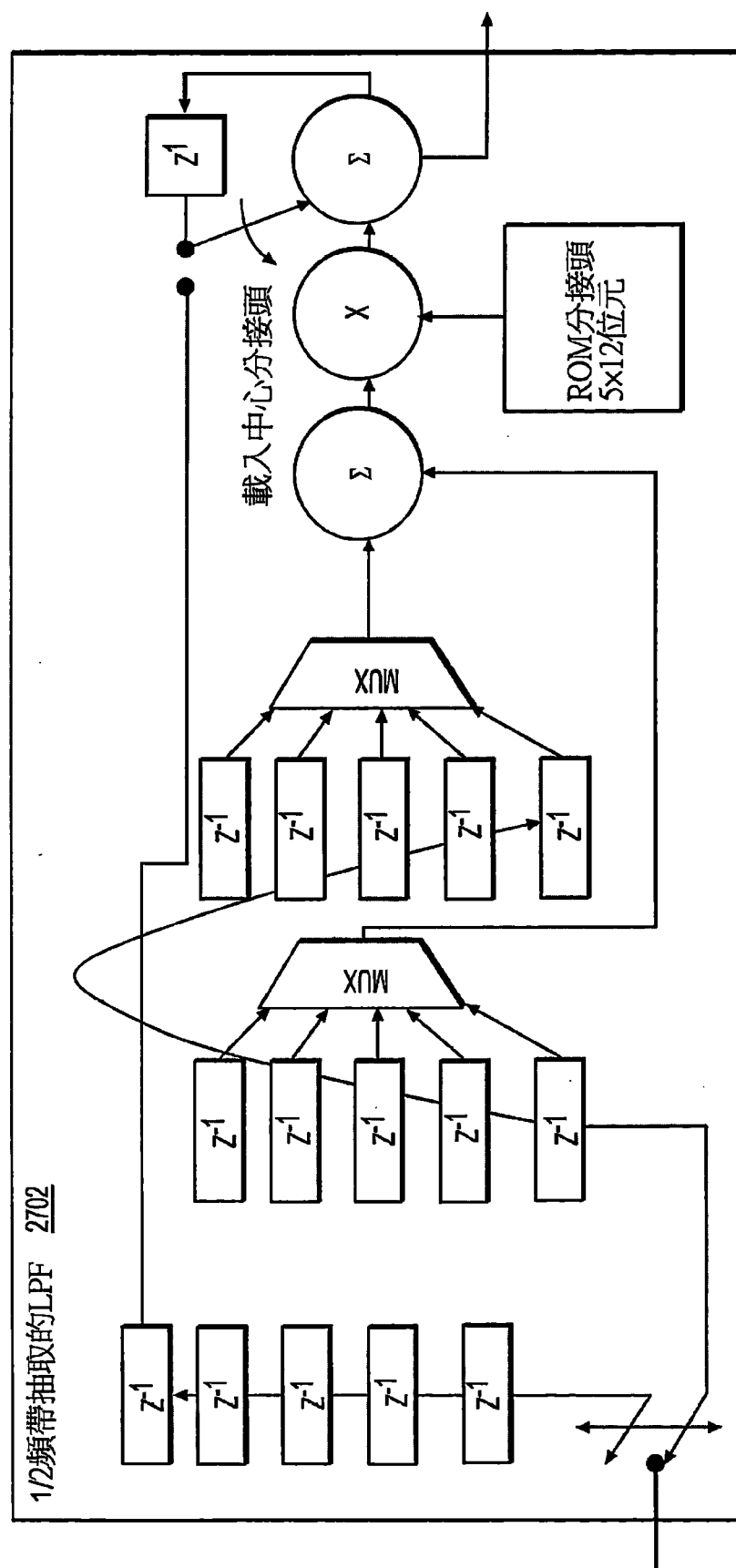


圖 28

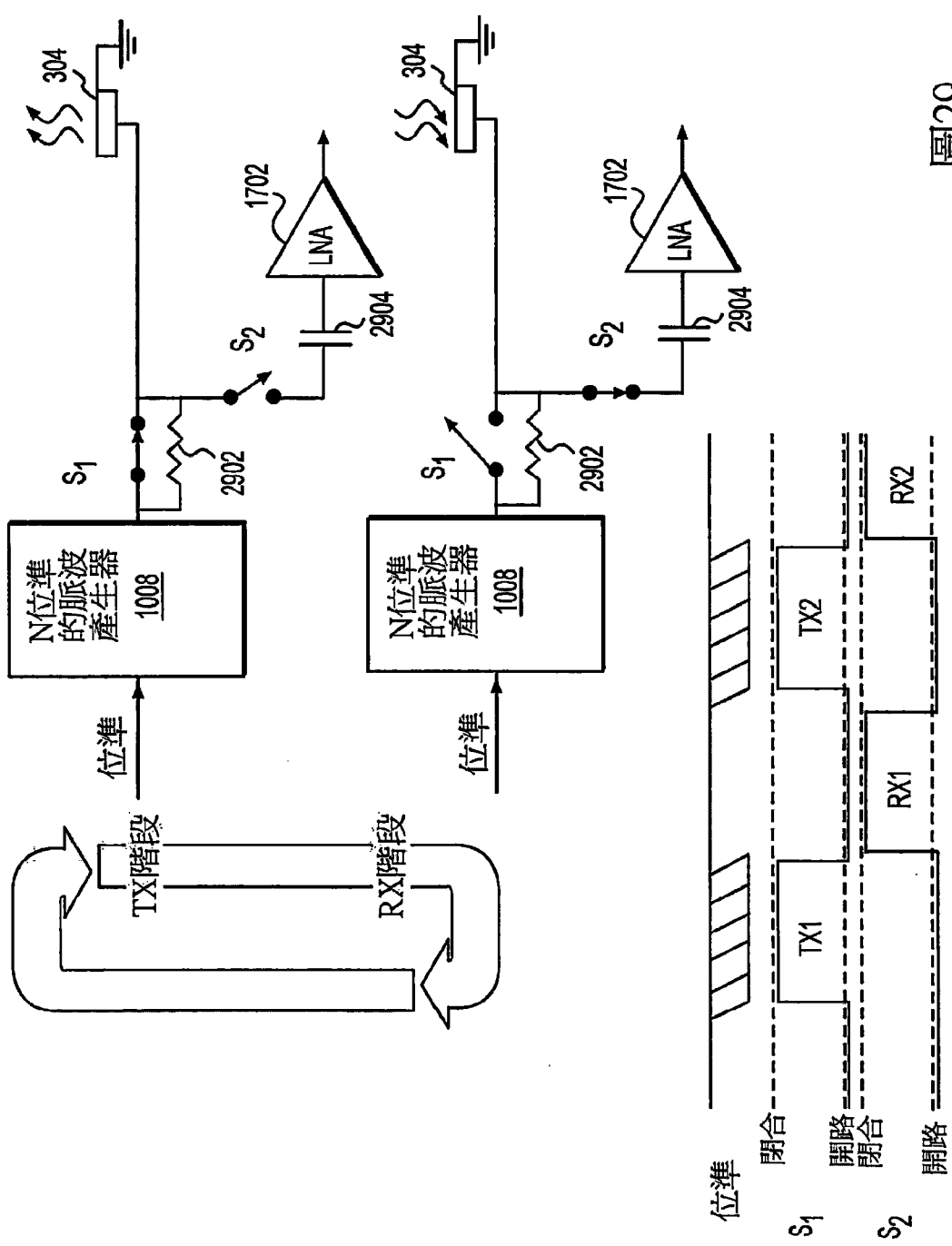


圖29

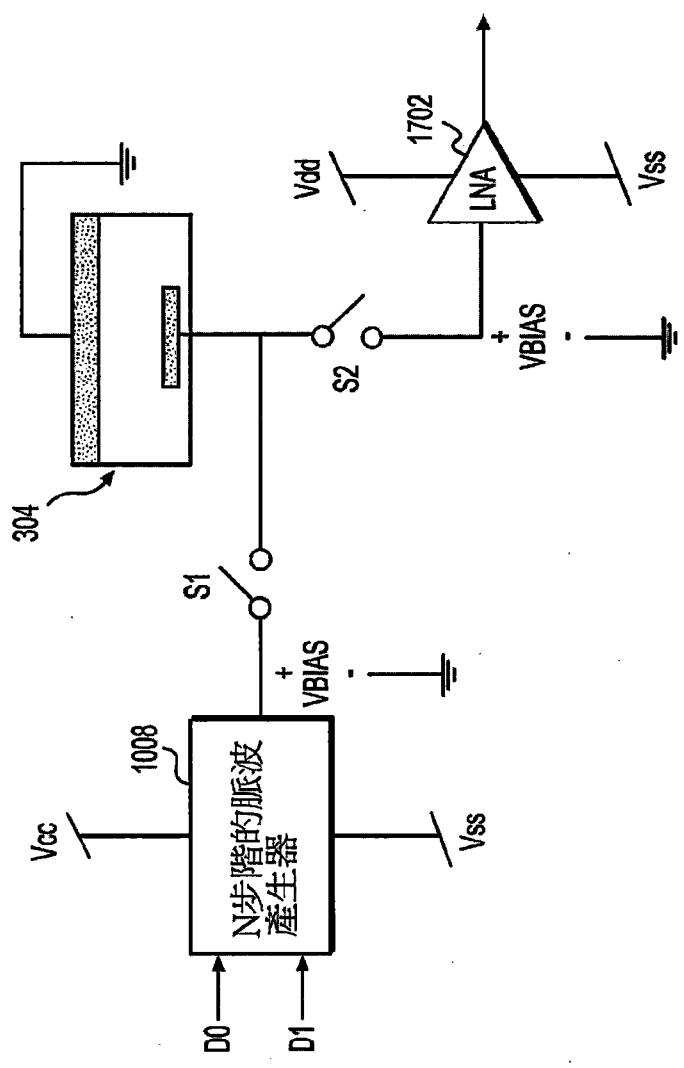


圖30

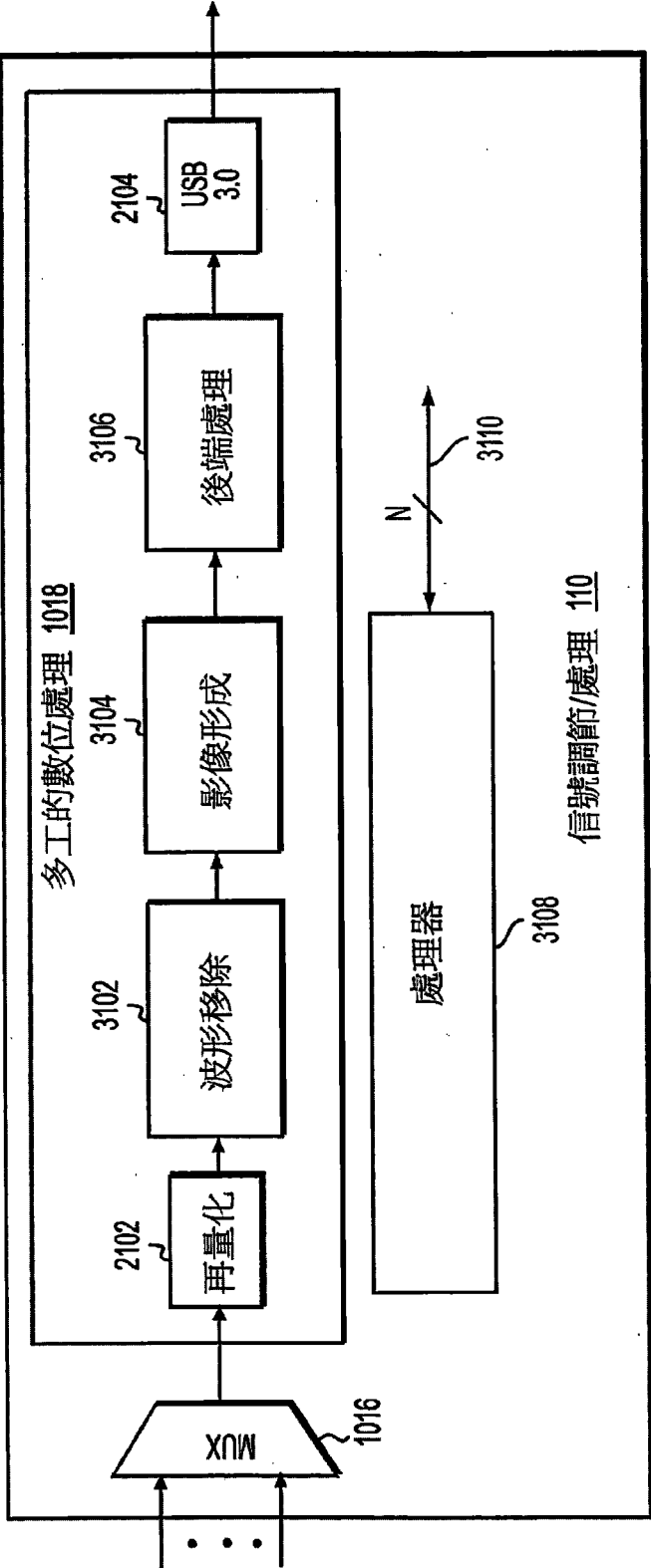


圖31

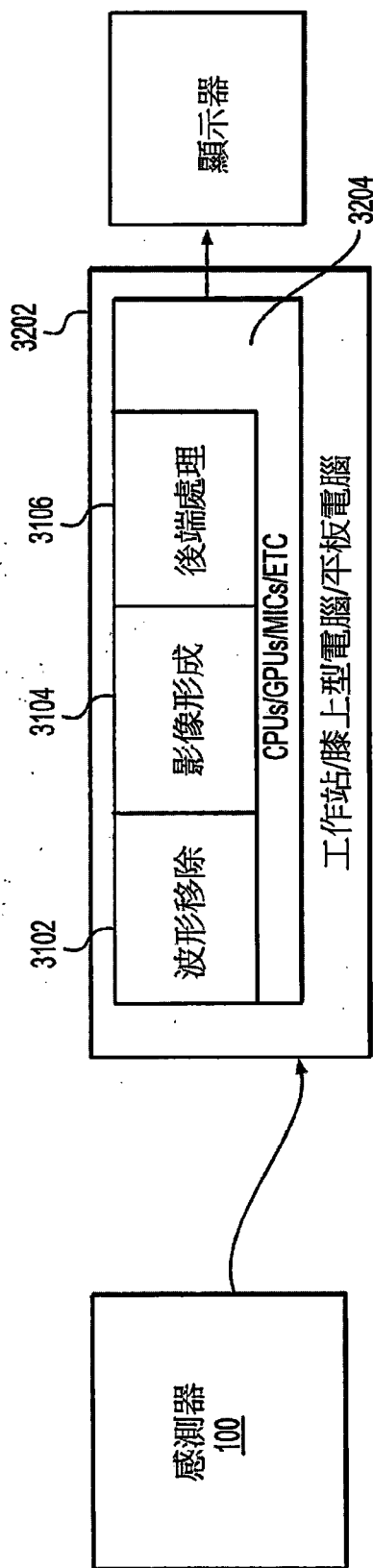


圖32A

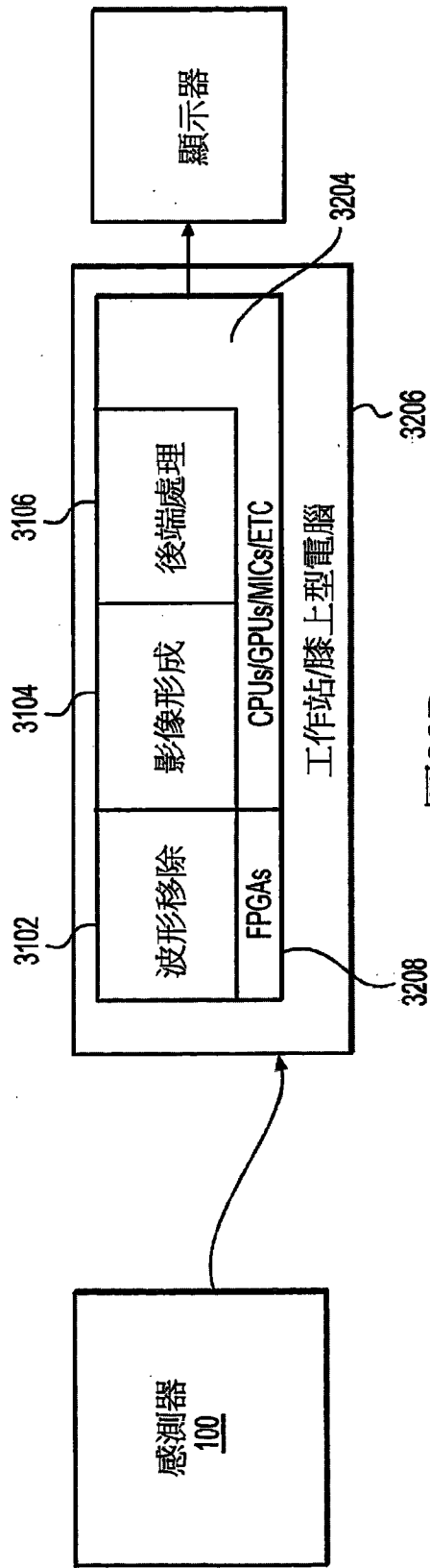


圖32B

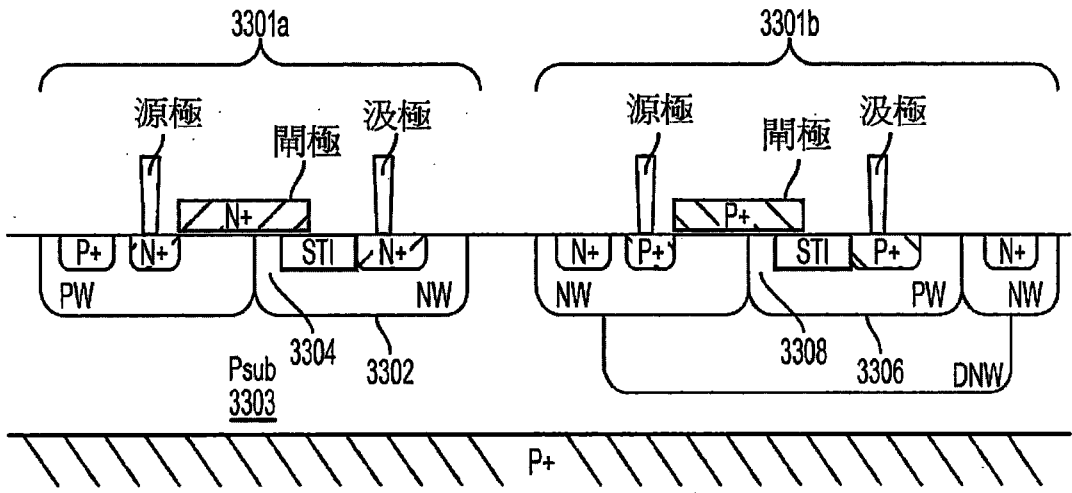


圖33

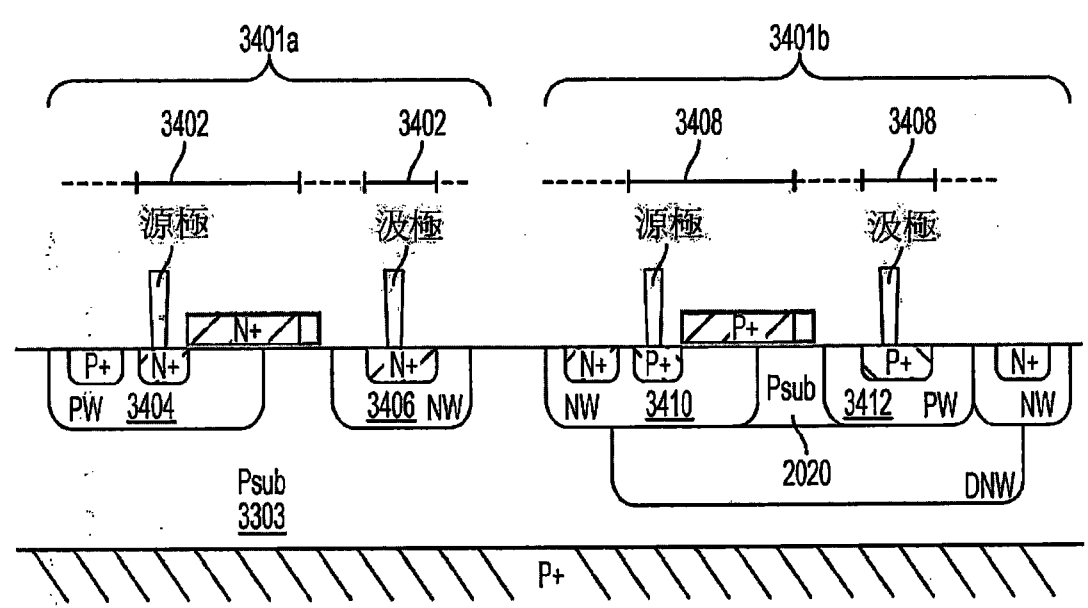


圖34

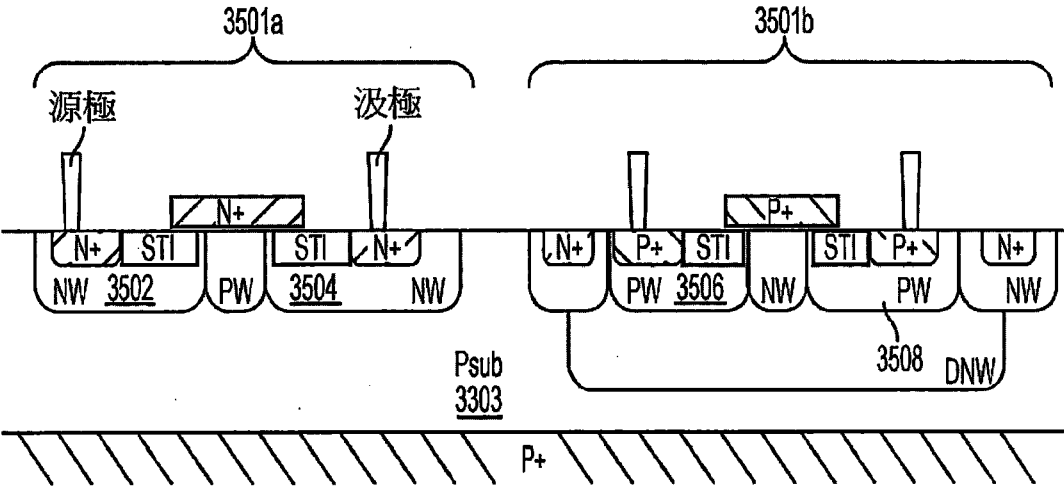


圖35

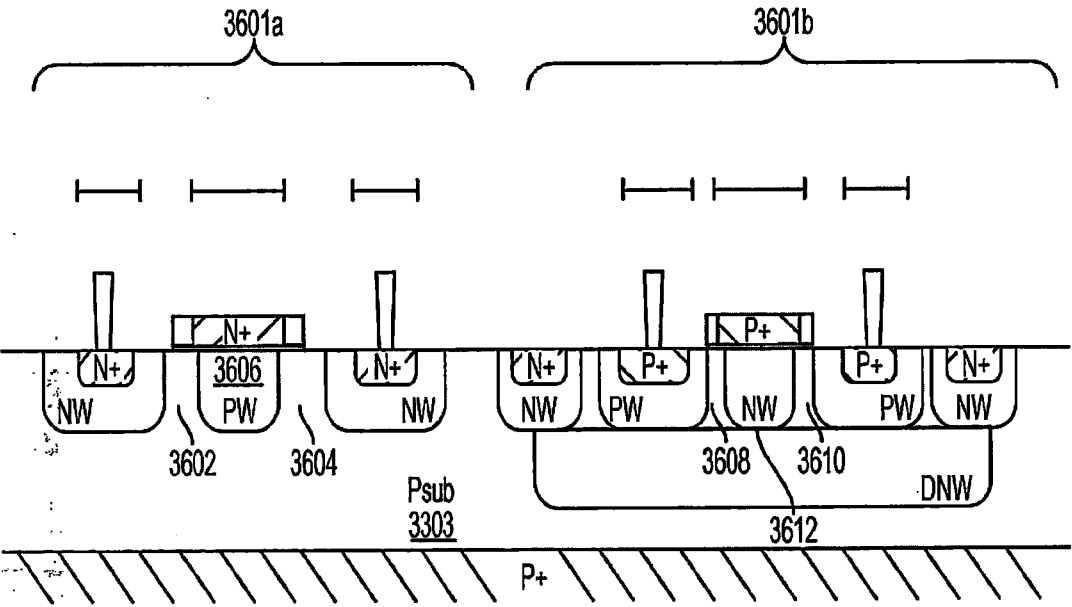


圖36

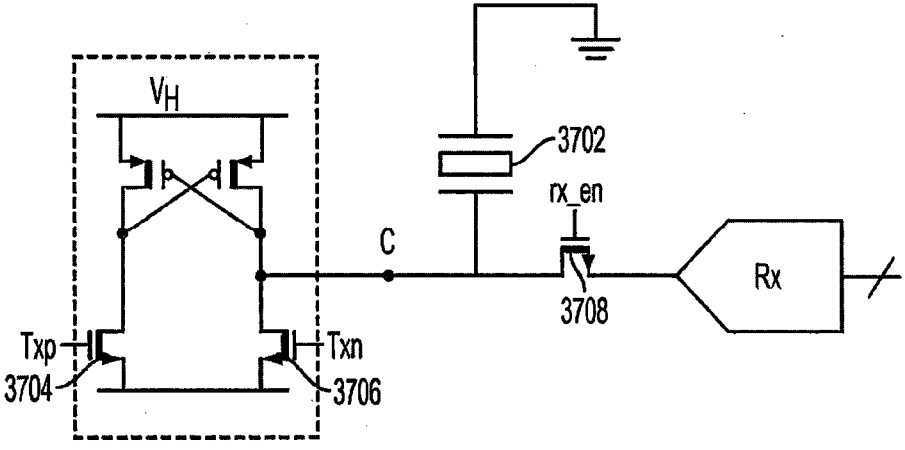
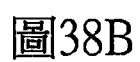
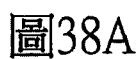


圖37



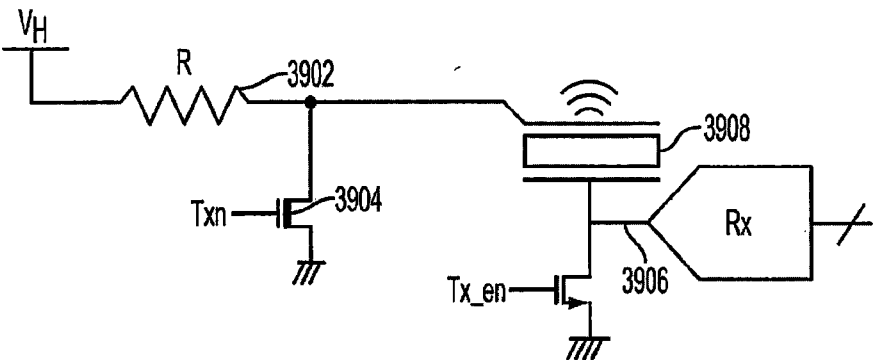


圖39A

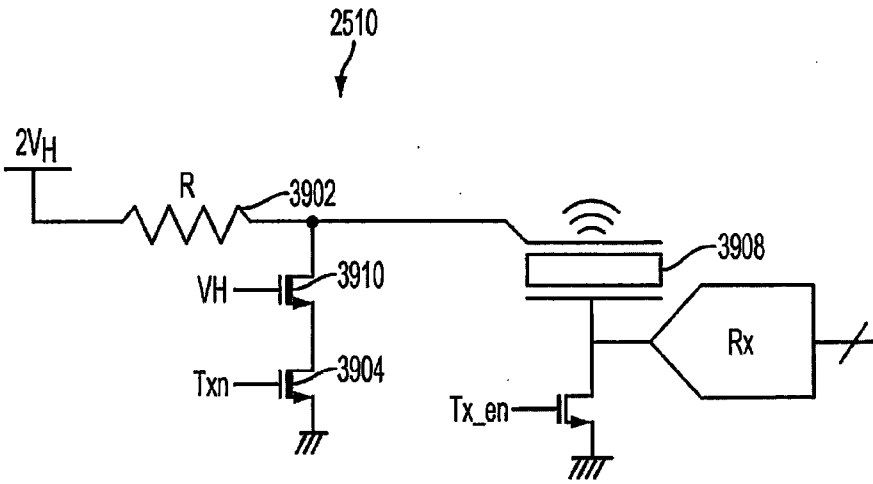


圖39B

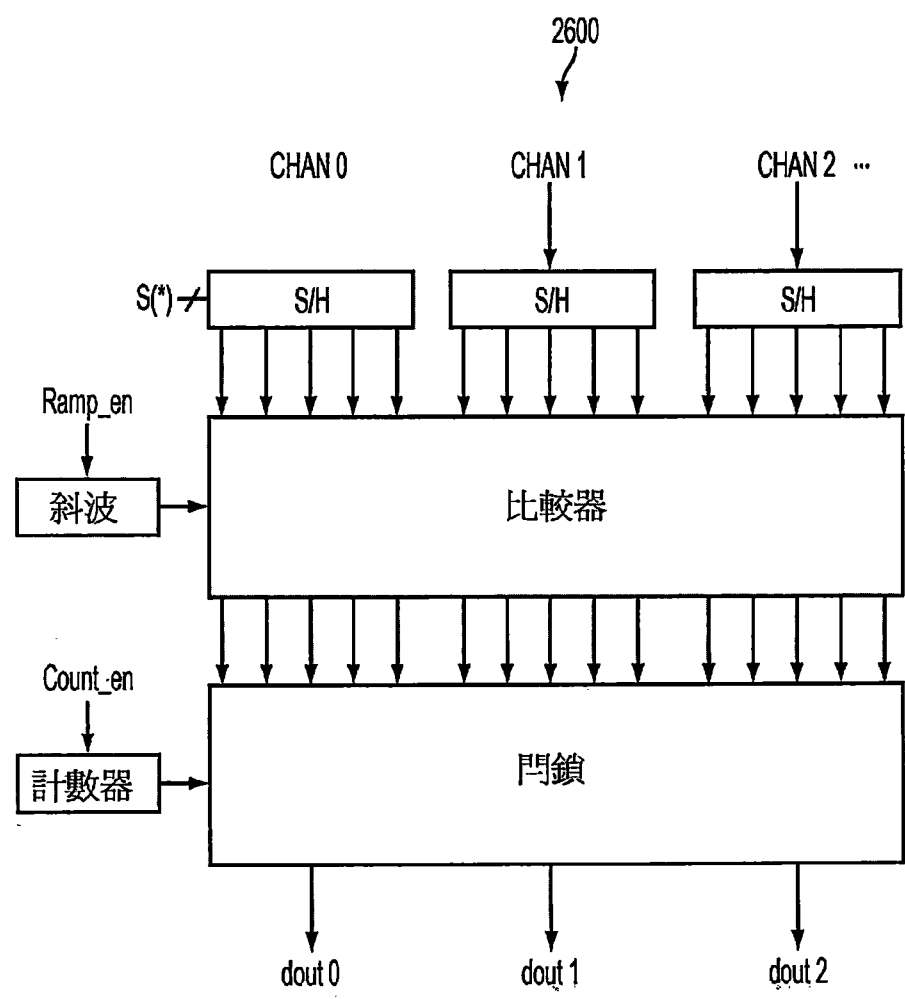


圖40A

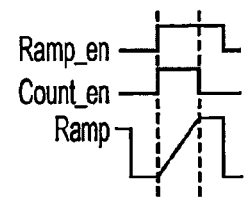


圖40B

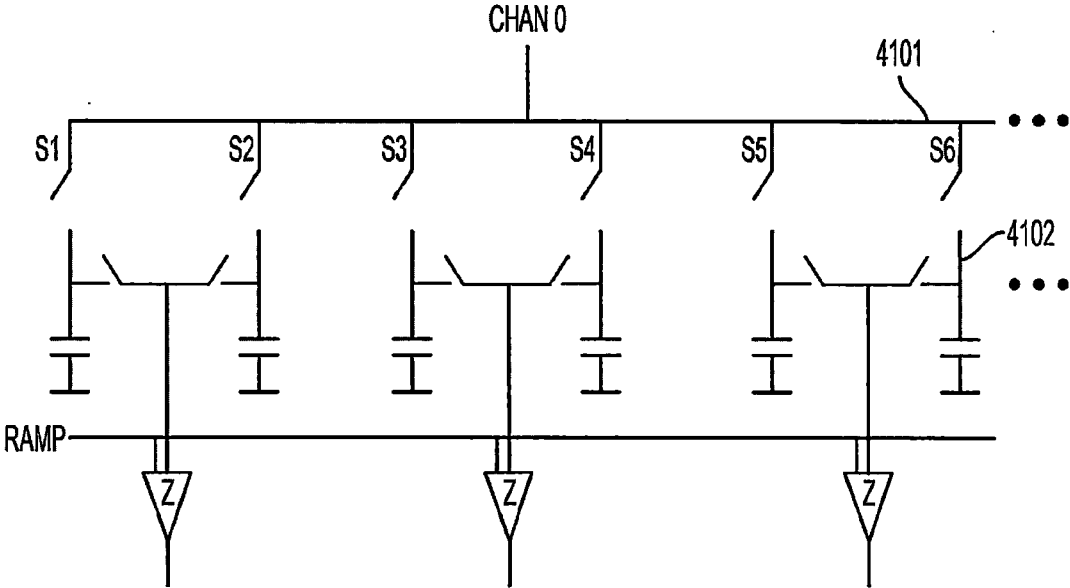


圖41

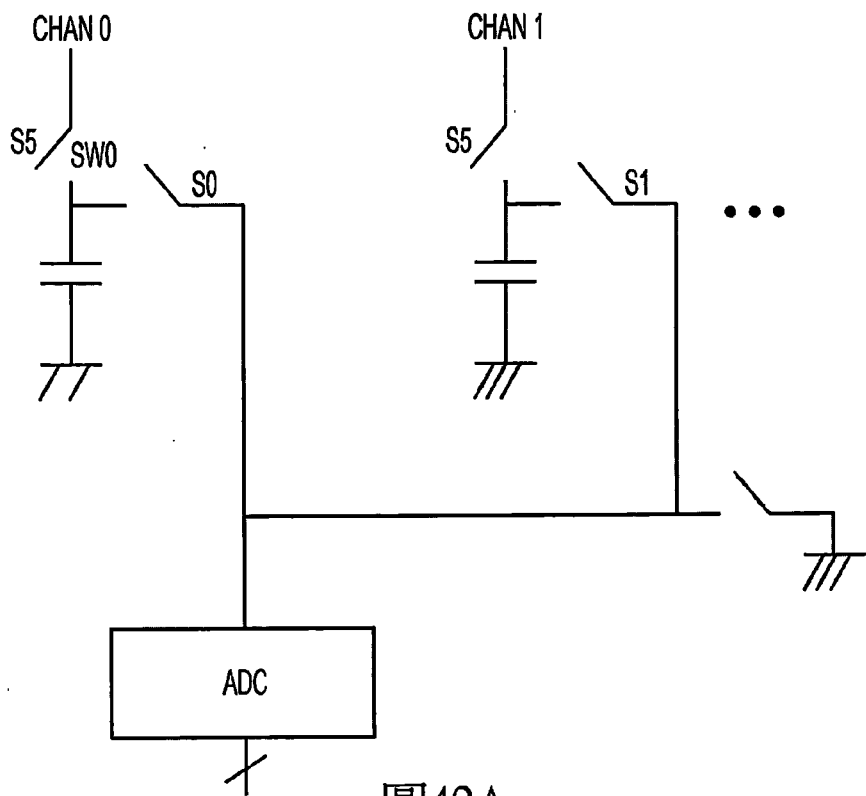


圖42A

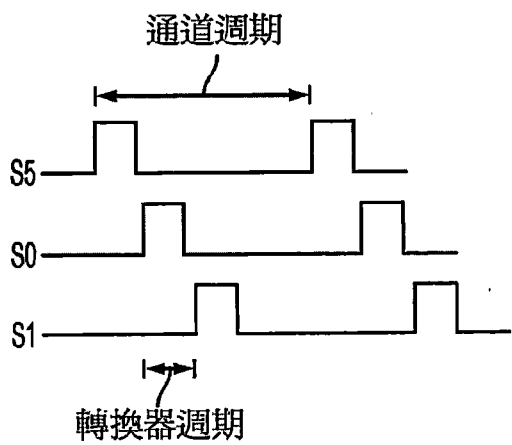


圖42B

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

操作超音波裝置的方法

METHOD OF OPERATING ULTRASOUND DEVICE

【技術領域】

【0001】 本揭露內容的特點係有關用於成像及/或處理之裝置、系統及方法(例如，超音波成像及/或處理的技術)。例如，在此揭露的架構及技術的某些特點係容許一整個超音波成像系統能夠被整合到單一半導體基板上。於是，在此所述的許多特點及方法係有關於單晶片的超音波成像解決方案、或是有關於其中該超音波成像系統的至少一大部分係設置在單一晶片上之裝置及系統。

【0002】 相關申請案之交互參照

【0003】 此申請案係依據美國法典第 35 號第 119 條(e)項主張 2013 年 3 月 15 日申請的代理人文件編號 B1348.70006US00 且名稱為"單石超音波成像裝置、系統和方法"之美國臨時專利申請案序號 61/798,851 的利益，該申請案係以其整體被納入在此作為參考。

【先前技術】

【0004】 習知的超音波掃描器係具有例如是線性掃描的硬體配置，其係具有用於發送及接收的操作之波束成形，此係限制可被利用於影像處理的成像演算法的類型。

【0005】 再者，超音波掃描器的成本及可擴充性已經接近該產業目前

是主流的壓電換能器技術的限制。壓電換能器仍然是利用"切割及填入"的製程來加以製造，其中個別的壓電元件係被切割以及接著個別地設置在一基板上，以形成該換能器。此種製程係易於有加工及佈線的成本、非均勻性以及不可擴充性。

【0006】 從一壓電換能器陣列輸送多個類比信號的通道至一超音波掃描器中的電子電路之問題已大為限制了推動超音波成像的解析度以及致能高品質的 3D 體積成像所需之較大且較密的陣列之換能器的效用。

【0007】 近來在電容式微加工的超音波換能器(CMUT)的製造技術上的進步係容許高品質的超音波換能器能夠在目前驅動電子產業之相同的半導體晶圓代工中加以製造。當相較於壓電換能器時，CMUT 裝置亦具有優異的頻寬以及聲波阻抗匹配的功能。再者，可利用來設計 CMUT 陣列之增大的彈性係使得先進的陣列設計技術成為可能的，其可以抑制成像的假影(artifact)、改善信號品質以及減少通道數目。然而，至此已經被提出的利用 CMUT 陣列的超音波成像解決方案係採用習知的架構以及信號處理範例，並且因此遭遇到嚴重的限制及缺點。

【發明內容】

【0008】 本揭露內容係詳述用於一種微加工的超音波換能器為基礎的超音波成像器的設計之一新穎範例的各種特點。在某些實施例中，晶片上的信號處理可被採用在該接收信號的路徑中，例如以縮減資料頻寬，且/或一高速的串列資料模組可被用來對於所有晶片外的接收到的通道移動資料以作為數位資料串流。根據本揭露內容的某些實施例之晶片上的數位化接收到的信號係容許先進的數位信號處理能夠在晶片上被執行，並且因此

I652498

發明摘要

※ 申請案號：107112115(由103109347分割)

※ 申請日：103/03/13

※IPC 分類：G01S 7/52 (2006.01)
G01S 15/89 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

操作超音波裝置的方法

METHOD OF OPERATING ULTRASOUND DEVICE

【中文】

為了實施單晶片的超音波成像的解決方案，晶片上的信號處理可被採用在接收信號路徑中以降低資料頻寬，並且一高速的串列資料模組可被用來對於所有晶片外的接收到的通道移動資料以作為數位資料串流。接收到的信號之晶片上的數位化係容許先進的數位信號處理能夠在晶片上加以執行，並且因此允許一整個超音波成像系統完全整合在單一半導體基板上。各種的新穎的波形產生技術、換能器組態設定以及偏壓方法等等同樣被揭露。HIFU 方法可以額外或是替代地被採用以作為在此揭露的"超音波單晶片"解決方案的一構件。

【英文】

To implement a single-chip ultrasonic imaging solution, on-chip signal processing may be employed in the receive signal path to reduce data bandwidth and a high-speed serial data module may be used to move data for all received channels off-chip as digital data stream. The digitization of received signals on-chip allows advanced digital signal processing to be performed on-chip, and thus permits the full

integration of an entire ultrasonic imaging system on a single semiconductor substrate. Various novel waveform generation techniques, transducer configuration and biasing methodologies, etc., are likewise disclosed. HIFU methods may additionally or alternatively be employed as a component of the "ultrasound-on-a-chip" solution disclosed herein.

申請專利範圍

1.一種操作超音波裝置的方法，所述超音波裝置具有一半導體晶粒，其上設置有一第一超音波換能器元件和一第二超音波換能器元件，所述第一超音波換能器元件具有至少一個第一電容微加工超音波換能器（CMUT），所述第二超音波換能器元件具有至少一個第二 CMUT，所述方法包括：

控制所述半導體晶粒上的一第一可程式化波形產生器的一第一可組態設定的操作參數的值以及所述半導體晶粒上的一第二可程式化波形產生器的一第二可組態設定的操作參數的值；

將所述第一可程式化波形產生器所產生的一第一波形提供至所述第一超音波換能器元件，且將所述第二可程式化波形產生器所產生的一第二波形提供至所述第二超音波換能器元件；

使用所述半導體晶粒上的一第一類比轉數位轉換器（ADC）將來自所述第一超音波換能器元件的類比信號轉換為數位信號；

使用所述半導體晶粒上的一第二類比轉數位轉換器（ADC）將來自所述第二超音波換能器元件的類比信號轉換為數位信號；以及

將轉換後的數位信號透過輸出埠從所述超音波裝置傳送到一外部裝置，

其中所述半導體晶粒是一個單一半導體晶粒，且其中所述第一超音波換能器元件、所述第二超音波換能器元件、所述第一可程式化波形產生器、以及所述第二可程式化波形產生器被整合在所述單一半導體晶粒上。

2.如申請專利範圍第 1 項之方法，進一步包括使用所述半導體晶粒上的一串列資料模組將一串列數位資料串流傳送到所述輸出埠，所述串列數位

資料串流包含來自於該第一 ADC 和該第二 ADC 的數位信號，其中傳送串列數位資料串流包括使用一萬用串列匯流排（USB）模組。

3.如申請專利範圍第 2 項之方法，所述外部裝置包括一平板電腦。

4.如申請專利範圍第 2 項之方法，所述外部裝置包括一智慧型手機。

5.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中提供第一波形包括提供線性調頻、連續波、編碼的激勵、或脈衝中的一或多者。

6.如申請專利範圍第 5 項之方法，其中控制第一可程式化波形產生器的第一可組態設定的操作參數的值包含控制相位、頻率、和線性調頻率。

7.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中提供第一波形包括提供來自設置在所述第一 CMUT 下方的所述半導體晶粒內的所述第一可程式化波形產生器的第一波形。

8.如申請專利範圍第 1 項之方法，進一步包括使用所述半導體晶粒上的至少一些超音波換能器元件提供高強度聚焦超音波（HIFU）。

9.如申請專利範圍第 8 項之方法，進一步包括將來自耦接在所述第一可程式化波形產生器和所述第一 CMUT 之間的一脈波產生器的電壓脈波提供至所述第一 CMUT，所述電壓脈波中的至少一些係具有介於約 30 伏特和約 120 伏特之間的電壓。

10.如申請專利範圍第 8 項之方法，其中所述方法包括使用所述半導體晶粒上的複數個超音波換能器元件來執行超音波成像，所述複數個超音波換能器元件包含括所述第一超音波換能器元件和所述第二超音波換能器元件。

11.如申請專利範圍第 1 項之方法，進一步包括利用耦接在所述第一可

程式化波形產生器和所述第一 CMUT 之間的一脈波產生器將電壓脈波提供至所述第一 CMUT。

12.如申請專利範圍第 1 項之方法，進一步包括使用耦接到該第一可程式化波形產生器的一輸入的一移位暫存器將一時序控制信號提供至所述第一可程式化波形產生器。

13.如申請專利範圍第 2 項之方法，進一步包括在傳送所述串列數位資料串流之前將所述第一 ADC 所產生的數位信號加以解調變。

14.如申請專利範圍第 13 項之方法，其中將數位信號加以解調變包括執行數位正交解調變。

15.如申請專利範圍第 13 項之方法，進一步包括在將類比信號轉換為數位信號之前將來自所述第一超音波換能器元件的類比信號加以放大。

16.如申請專利範圍第 13 項之方法，進一步包括在將類比信號轉換為數位信號之前將來自所述第一超音波換能器元件的類比信號加以濾波。

17.如申請專利範圍第 13 項之方法，進一步包括在將數位信號加以解調變之後將信號加以平均化。