



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201510550 A

(43) 公開日：中華民國 104 (2015) 年 03 月 16 日

(21) 申請案號：102133282

(22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 09 月 13 日

(51) Int. Cl. : G01S13/44 (2006.01)

(71) 申請人：國立交通大學 (中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)  
新竹市大學路 1001 號

(72) 發明人：黃瑞彬 HWANG, RUEY BING (TW)；郭芳銚 KUO, FANG YAO (TW)

(74) 代理人：詹銘文；葉璟宗

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：6 項 圖式數：6 共 27 頁

(54) 名稱

單脈衝雷達的比較器及其訊號產生方法

COMPARATOR OF MONO-PULSE RADAR AND SIGNAL GENERATION METHOD THEREOF

(57) 摘要

一種單脈衝雷達的比較器及其訊號產生方法。此比較器包括天線陣列、橫向電磁波模態空腔 (TEM mode cavity) 功率合成器以及切換裝置。天線陣列包括 N 個天線。橫向電磁波模態空腔功率合成器具有合成埠與 M 個輸入埠組合，各輸入埠組合具有正相輸入埠與反相輸入埠，N 與 M 為大於 1 的整數。切換裝置耦接於天線陣列與橫向電磁波模態空腔功率合成器之間，用以將各天線接收的回波訊號傳送至輸入埠組合的其中之一的正相輸入埠或反相輸入埠。其中，橫向電磁波模態空腔功率合成器的合成埠依據輸入埠組合接收的回波訊號產生輸出訊號。

A comparator of a mono-pulse radar and a signal generation method thereof. The comparator includes an antenna array, TEM mode cavity power combiner and a switch device. The antenna array includes N antennas. The TEM mode cavity power combiner includes a combination port and M input port sets, and each of the input port sets has a positive input port and a negative input port, wherein N and M are integer greater than 1. The switch device is coupled between the antenna array and the TEM mode cavity power combiner and used for transmitting the reflected signal received by the antenna array to the positive input port or the negative input port of one of the input port sets. An output signal is generated according to the received reflected signal from the input port sets by the combination port of the TEM mode cavity power combiner.

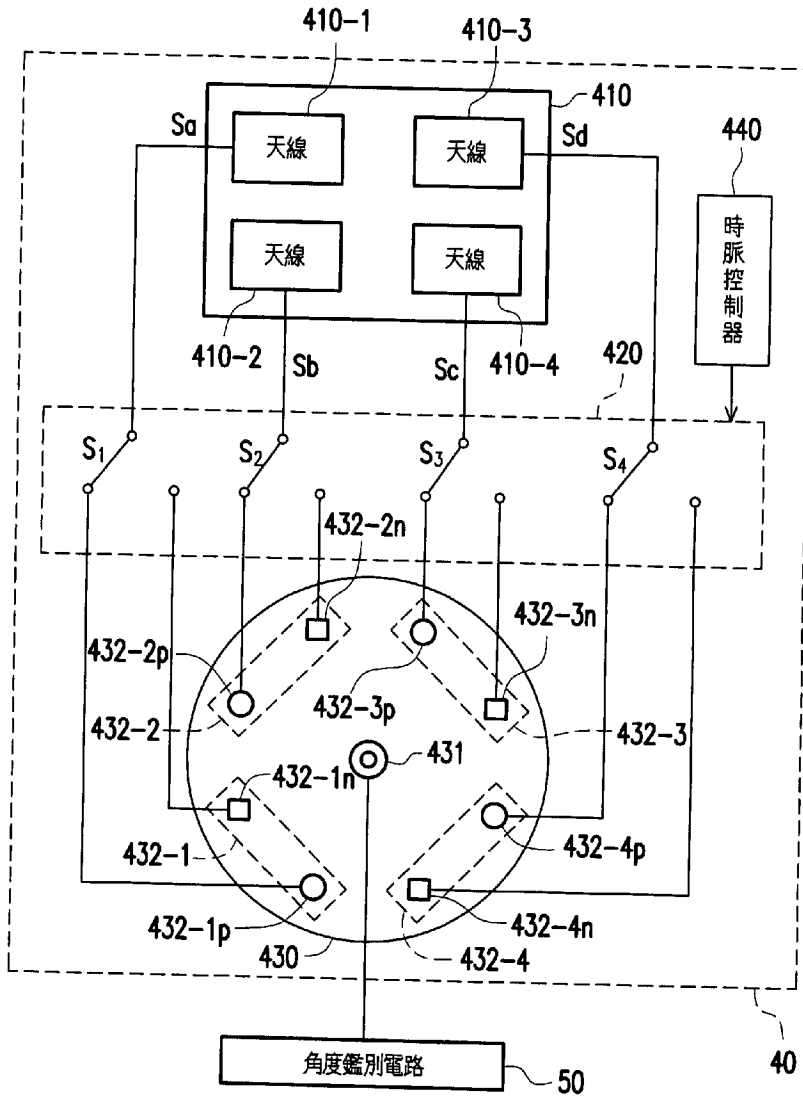


圖 4

- 40 . . . 比較器
- 410 . . . 天線陣列
- 410-1、410-2、410-3、410-4 . . . 天線
- 420 . . . 切換裝置
- 430 . . . 橫向電磁波模態空腔功率合成器
- 432-1、432-2、432-3、432-4 . . . 輸入埠組合
- 432-1p、432-2p、432-3p、432-4p . . . 正相輸入埠
- 432-1n、432-2n、432-3n、432-4n . . . 反相輸入埠
- 431 . . . 合成埠
- 50 . . . 角度鑑別電路
- 440 . . . 時脈控制器
- S1、S2、S3、S4 . . . 開關
- Sa、Sb、Sc、Sd . . . 回波訊號

## 發明摘要

※ 申請案號 : 102133282

※ 申請日 : 102.9.13

※IPC 分類 : G01S 13/44 (2006.01)

**【發明名稱】** 單脈衝雷達的比較器及其訊號產生方法COMPARATOR OF MONO-PULSE RADAR AND  
SIGNAL GENERATION METHOD THEREOF**【中文】**

一種單脈衝雷達的比較器及其訊號產生方法。此比較器包括天線陣列、橫向電磁波模態空腔 (TEM mode cavity) 功率合成器以及切換裝置。天線陣列包括 N 個天線。橫向電磁波模態空腔功率合成器具有合成埠與 M 個輸入埠組合，各輸入埠組合具有正相輸入埠與反相輸入埠，N 與 M 為大於 1 的整數。切換裝置耦接於天線陣列與橫向電磁波模態空腔功率合成器之間，用以將各天線接收的回波訊號傳送至輸入埠組合的其中之一的正相輸入埠或反相輸入埠。其中，橫向電磁波模態空腔功率合成器的合成埠依據輸入埠組合接收的回波訊號產生輸出訊號。

**【英文】**

A comparator of a mono-pulse radar and a signal generation method thereof. The comparator includes an antenna array, TEM mode cavity power combiner and a switch device. The antenna array includes N antennas. The TEM mode cavity power combiner includes a combination port and M input port sets, and each of the input port sets has a positive input port and a negative input port, wherein N and M are integer greater than 1. The switch device is

coupled between the antenna array and the TEM mode cavity power combiner and used for transmitting the reflected signal received by the antenna array to the positive input port or the negative input port of one of the input port sets. An output signal is generated according to the received reflected signal from the input port sets by the combination port of the TEM mode cavity power combiner.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：圖 4。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

40：比較器

410：天線陣列

410-1、410-2、410-3、410-4：天線

420：切換裝置

430：橫向電磁波模態空腔功率合成器

432-1、432-2、432-3、432-4：輸入埠組合

432-1p、432-2p、432-3p、432-4p：正相輸入埠

432-1n、432-2n、432-3n、432-4n：反相輸入埠

431：合成埠

50：角度鑑別電路

440：時脈控制器

S1、S2、S3、S4：開關

Sa、Sb、Sc、Sd：回波訊號

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：

無

# 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】** 單脈衝雷達的比較器及其訊號產生方法

COMPARATOR OF MONO-PULSE RADAR AND  
SIGNAL GENERATION METHOD THEREOF

## **【技術領域】**

**【0001】** 本發明是有關於一種單脈衝雷達的比較器，且特別是有關於一種具有橫向電磁波模態空腔（TEM mode cavity）功率合成器的比較器及其訊號產生方法。

## **【先前技術】**

**【0002】** 雷達（Radar，Radio Detection and Ranging）除了廣泛使用於軍事設備及地形探測中，現今也普遍被用來偵測物體的位置。雷達的原理在於將電磁能量發射至空間之中，藉由接收空間內存在物體所反射之電波，可以計算出該物體之方向，高度及速度，並且可以探測物體的形狀。隨著各個領域科學進步，雷達技術的不斷發展，其內涵和研究內容都在不斷地拓展，而單脈衝（Mono-Pulse）技術更是被廣泛地應用在不同領域。和傳統雷達相比，單脈衝雷達僅需要一個脈衝訊號，就可獲得目標的方向、高度、距離等資訊。另外，單脈衝雷達還具有不易被干擾、高分辨率、準確的角度偵測等優點，因此已成為現代雷達系統的主流之一。

【0003】 由於單脈衝雷達是透過分析各天線接收到的回波訊號來偵測出目標物位置的資訊，因此單脈衝雷達具有將接收到的回波訊號變成包含相位比較或振幅比較之相關訊號的比較器。進一步來說，單脈衝雷達的比較器依據各天線接收到的回波訊號而產生對應的合、差訊號，以供後端電路用這些合、差訊號來決定目標物的角度。傳統的單脈衝雷達中的比較器多由 90 度或 180 度耦合器所組成，其操作頻寬較為狹窄。圖 1 為習知的一種單脈衝雷達的比較器的架構示意圖。請參照圖 1，比較器 10 具有天線陣列 110、九十度相移器 120、九十度相移器 130、九十度耦合器 140、九十度耦合器 150、九十度耦合器 160 以及九十度耦合器 170，且天線陣列 110 具有天線 111、天線 112、天線 113 以及天線 114。

【0004】 天線 111 將接收到的回波訊號 SA 輸出至九十度耦合器 140，天線 112 將接收到的回波訊號 SB 輸出至九十度相移器 120。天線 113 將接收到的回波訊號 SC 輸出至九十度相移器 130，天線 114 將接收到的回波訊號 SD 輸出至九十度耦合器 150。基於如圖 1 所示的架構，比較器 10 可輸出四種合、差訊號，分別為總和訊號 SS、高度差訊號 EDS、方位差訊號 ADS 以及另一訊號 OS。其中總和訊號 SS 等於  $\frac{(SA+SB)+(SC+SD)}{2}$ ，高度差訊號 EDS 等於  $\frac{(SA+SC)-(SB+SD)}{2}$ ，方位差訊號 ADS 等於  $\frac{(SC+SD)-(SA+SB)}{2}$ ，另一訊號 OS 等於  $\frac{(SA-SB)-(SC-SD)}{2}$ 。於是，連接於比較器 10 的雷達後端電路可依據總和訊號 SS、高度差訊號 EDS 以及方位差訊號 ADS 來取得目標物的位置角度。

**【0005】** 然而，於圖 1 所示之習知的比較器中，不管是九十度相移器或九十度耦合器的元件設計準則與操作波長皆具有高度的相關，這代表著這些元件的操作頻寬是有被限制的。也就是說，上述關於九十度相移器或九十度耦合器之操作頻寬的限制將使得單脈衝雷達的比較器的操作頻寬範圍也相對地縮小。因此，對於單脈衝雷達而言，如何設計出更完善且符合需求的比較器也形成一個重要的議題。

### **【發明內容】**

**【0006】** 有鑑於此，本發明提供一種單脈衝天線的比較器及其訊號產生方法，透過橫向電磁波模態空腔功率合成器的使用與其具有相位差之輸入埠端的選擇，來產生單脈衝雷達所需之合、差訊號，並因此拓寬了單脈衝雷達之比較器的頻率操作範圍。

**【0007】** 本發明提出一種單脈衝雷達的比較器，此比較器包括天線陣列、橫向電磁波模態空腔功率合成器以及切換裝置。天線陣列包括  $N$  個天線，其中  $N$  為大於 1 的整數。橫向電磁波模態空腔功率合成器具有合成埠與  $M$  個輸入埠組合，各輸入埠組合具有正相輸入埠與反相輸入埠，其中  $M$  為大於 1 的整數。切換裝置耦接於天線陣列與橫向電磁波模態空腔功率合成器之間，用以將各天線接收的回波訊號傳送至輸入埠組合的其中之一的正相輸入埠或反相輸入埠。其中，橫向電磁波模態空腔功率合成器的合成埠依據輸入埠組合接收的回波訊號產生輸出訊號。

【0008】 在本發明的一實施例中，上述的單脈衝雷達的比較器，更包括時脈控制器。時脈控制器耦接切換裝置，輸出時脈控制訊號來控制切換裝置，以切換各輸入埠組合的正相輸入埠或反相輸入埠其中之一連接至對應的各天線。

【0009】 在本發明的一實施例中，上述的橫向電磁波模態空腔功率合成器更包括圓柱狀的金屬空腔，而合成埠配置於金屬空腔的第一表面的圓心處。

【0010】 在本發明的一實施例中，上述的各輸入埠組合的正相輸入埠與反相輸入埠以合成埠為圓心等距排列，且各輸入埠組合的正相輸入埠配置於金屬空腔的第一表面，而各輸入埠組合的反相輸入埠配置於金屬空腔的第二表面。

【0011】 在本發明的一實施例中，上述的正相輸入埠、反相輸入埠與合成埠各自包括同軸高頻轉接頭 (coaxial RF connector) 以及金屬圓柱體。同軸高頻轉接頭配置於金屬空腔的容積之外，用以接收或輸出訊號。金屬圓柱體耦接同軸高頻轉接頭，配置於金屬空腔的容積之內，其中金屬圓柱體的半徑與長度控制比較器的匹配程度。

【0012】 從另一觀點來看，本發明提出一種訊號產生方法，適用於單脈衝雷達的比較器。此比較器包括天線陣列、切換裝置與橫向電磁波模態空腔功率合成器。天線陣列具有  $N$  個天線，橫向電磁波模態空腔功率合成器具有合成埠與  $M$  個輸入埠組合，各輸入埠組合具有正相輸入埠與反相輸入埠，其中  $N$  與  $M$  為大於 1 的整



數。所述方法包括下列步驟。首先，透過天線陣列的多個天線接收回波訊號。接著，透過切換裝置將各天線接收的各回波訊號傳送至對應的輸入埠組合的其中之一的正相輸入埠或反相輸入埠。依據輸入埠組合接收的回波訊號，而產生輸出訊號並透過合成埠輸出輸出訊號。

**【0013】** 基於上述，本發明以橫向電磁波模態空腔功率合成器為基礎，並搭配切換裝置來切換回波訊號的饋入方向。如此一來，單脈衝雷達的比較器可透過切換裝置的控制，達到分時產生後端電路所需之合、差訊號，以進一步分析出目標物的角度資訊。除此之外，基於電磁波模態空腔功率合成器具有寬頻操作的特性，因此本發明可有效提高單脈衝雷達之比較器的操作頻寬。

**【0014】** 為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉實施例，並配合所附圖式作詳細說明如下。

### **【圖式簡單說明】**

#### **【0015】**

圖 1 是習知的一種單脈衝雷達的比較器的示意圖。

圖 2 是依照本發明一實施例所繪示之單脈衝雷達之比較器的架構示意圖。

圖 3 是依照本發明一實施例所繪示之訊號產生方法的流程圖。

圖 4 是依照本發明另一實施例所繪示之單脈衝雷達之比較器

的架構示意圖。

圖 5 是依照本發明另一實施例所繪示的比較器之輸出訊號的時間與訊號關係的示意圖。

圖 6A 是依照本發明另一實施例所繪示之橫向電磁波模態空腔功率合成器的示意圖。

圖 6B 是依照本發明另一實施例所繪示之橫向電磁波模態空腔功率合成器的側視透視圖。

### 【實施方式】

【0016】 本發明為一個以橫向電磁波模態空腔功率合成器為基礎的單脈衝雷達的比較器，可藉由橫向電磁波模態空腔功率合成器之輸入埠的位置與切換裝置的控制，而產生單脈衝雷達之後端電路所需之合成訊號。據此，可藉由橫向電磁波模態空腔功率合成器為寬頻操作元件的特性，使單脈衝雷達之比較器的操作頻寬能夠增加。為了使本發明之內容更為明瞭，以下列舉實施例作為本發明確實能夠據以實施的範例。

【0017】 圖 2 是依照本發明一實施例所繪示之單脈衝雷達之比較器的方塊示意圖。單脈衝雷達的比較器 20 包括天線陣列 210、切換裝置 220 以及橫向電磁波模態空腔功率合成器 230。天線陣列 210 包括 N 個天線 210-1、210-2、...、210-N，其中 N 為大於 1 的整數。天線陣列 210 為整個單脈衝雷達中最前端的裝置，負責訊號的發射與接收。

【0018】 橫向電磁波模態空腔功率合成器 230 具有合成埠 231 與  $M$  個輸入埠組合 232-1、232-2、 $\dots$ 、232- $M$ ，各個輸入埠組合 232-1、232-2、 $\dots$ 、232- $M$  各自具有兩個輸入埠，分別為正相輸入埠與反相輸入埠，其中  $M$  為大於 1 的整數。在本實施例中，橫向電磁波模態空腔功率合成器 230 利用輸入埠組合 232-1、232-2、 $\dots$ 、232- $M$  接收從天線陣列 210 傳送過來的回波訊號。另一方面，橫向電磁波模態空腔功率合成器 230 的合成埠 231 依據輸入埠組合 232-1、232-2、 $\dots$ 、232- $M$  所接收的回波訊號而產生輸出訊號。

【0019】 需特別說明的是，橫向電磁波模態空腔功率合成器 230 也可作為一種功率分配器。詳言之，若將合成埠 231 作為訊號的輸入端，可從各個輸入埠組合 232-1、232-2、 $\dots$ 、232- $M$  的正相輸入埠與反相輸入埠獲取將輸入訊號按一定比例分成多路的多個輸出訊號。值得一提的是，由於各個輸入埠組合 232-1、232-2、 $\dots$ 、232- $M$  之正相輸入埠配置於電磁波模態空腔功率合成器 230 的一表面上，而反相輸入埠配置於橫向電磁波模態空腔功率合成器 230 之另一表面上，因此正相輸入埠與反相輸入埠所輸出的兩個訊號之間相位差為 180 度。同樣的，在本實施例中，從上述相位差為 180 度的特性可知，透過從各個輸入埠組合 232-1、232-2、 $\dots$ 、232- $M$  的正相輸入埠或反相輸入埠之間擇一作為訊號的輸入端，可從合成埠 231 合成出不同的輸出訊號。

【0020】 切換裝置 220 耦接於天線陣列 210 與橫向電磁波模態空腔功率合成器 230 之間，用以將各個天線 232-1、232-2、 $\dots$ 、232- $M$

接收的回波訊號分別傳送至對應的輸入埠組合 232-1、232-2、...、232-M 的正相輸入埠或反相輸入埠。詳言之，切換裝置 220 用以選擇將各個輸入埠組合 232-1、232-2、...、232-M 的正相輸入埠或反相輸入埠連接至天線陣列 210。也就是說，切換裝置 220 從各個輸入埠組合 232-1、232-2、...、232-M 的正相輸入埠或反相輸入埠擇一連接至天線陣列 210 中對應的天線。而切換裝置 36 可以是開關、多工器、邏輯電路，或由其組合所組成之元件，本發明對此不限制。

**【0021】** 以下將進一步說明，本發明之單脈衝雷達的比較器如何產生用來估測目標物位置的合、差訊號。圖 3 是依照本發明一實施例所繪示之訊號產生方法的流程圖。請同時參照圖 2 及圖 3。此種訊號產生方法可應用於圖 2 所示的比較器 20。首先，於步驟 S310 中，比較器 20 透過天線陣列 210 的天線 210-1、210-2、...、210-N 接收回波訊號。詳細來說，天線 210-1、210-2、...、210 會發射用來偵測目標物的偵測訊號，當偵測訊號接觸至目標物會產生反射回來的回波訊號。於是，天線 210-1、210-2、...、210 將接收反射回來的回波訊號，使單脈衝雷達可進一步判斷目標物是否存在或其位置等資訊。

**【0022】** 接著，於步驟 S320 中，比較器 20 透過切換裝置 220 將各天線 210-1、210-2、...、210-N 接收的各回波訊號傳送至輸入埠組合 232-1、232-2、...、232-M 的其中之一的正相輸入埠或反相輸入埠。也就是說，切換裝置 220 是用來切換天線陣列 210 與電

磁波模態空腔功率合成器 230 的連接關係。詳言之，切換裝置 220 可使輸入埠組合 232-1 的正相合成埠或反向合成埠連接天線陣列 210 中的多個天線其中之一。切換裝置 220 是用來切換天線陣列 210 與電磁波模態空腔功率合成器 230 的連接關係。詳言之，切換裝置 220 可使輸入埠組合 232-1 的正相合成埠或反向合成埠連接至天線陣列 210 中的多個天線 210-1、210-2、...、210-N 其中之一。切換裝置 220 也可使輸入埠組合 232-2 的正相合成埠或反向合成埠連接至天線陣列 210 中的多個天線 210-1、210-2、...、210-N 其中之一。

**【0023】** 之後，於步驟 S330 中，比較器 20 依據電磁波模態空腔功率合成器 230 的輸入埠組合 232-1、232-2、...、232-M 所接收的回波訊號產生輸出訊號。也就是說，依據前一步驟中切換裝置 220 所形成之天線陣列 210 與電磁波模態空腔功率合成器 230 的連接關係，合成埠 231 將產生相對應的輸出訊號。換句話說，透過切換裝置 220 的切換動作，可產生不同的輸出訊號。如此一來，基於電磁波模態空腔功率合成器 230 的輸出訊號與輸入訊號之間相位關係，再透過切換裝置 220 的設定，比較器 20 可產生後段分析電路所需之包含相位比較資訊或振幅比較資訊的相關訊號，以進一步偵測出目標物的角度與距離。

**【0024】** 為清楚詳細解釋本發明，特舉天線陣列具有 4 個天線且橫向電磁波模態空腔功率合成器具有 8 個輸入埠組合為例，說明如何獲取後端分析電路所需的合、差訊號，但本發明並不限於

此。圖 4 是依照本發明另一實施例所繪示之單脈衝雷達之比較器的架構示意圖。請參照圖 4，單脈衝雷達的比較器 40 耦接角度鑑別電路 50，並將接收到的回波訊號進行比較並傳送至角度鑑別電路 50，以讓角度鑑別電路 50 進一步利用比較器輸出的合、差訊號計算出目標物的角度。

【0025】 比較器 40 包括天線陣列 410、切換裝置 420 以及橫向電磁波模態空腔功率合成器 430。上述各元件之耦接關係及功能係與圖 2 所示實施例相同或相似，在此不贅述。需注意的是，如圖 4 所示，本實施例之天線陣列 410 包括天線 410-1、410-2、410-3、410-4，而切換裝置 420 是由四個開關 S1、S2、S3、S4 所組成。其中，天線 410-1 耦接開關 S1，天線 410-2 耦接開關 S2，天線 410-3 耦接開關 S3，而天線 410-4 耦接開關 S4。

【0026】 橫向電磁波模態空腔功率合成器 430 包括合成埠 431 以及輸入埠組合 432-1、432-2、432-3、432-4。輸入埠組合 432-1 具有正相輸入埠 432-1p 以及反相輸入埠 432-1n。同樣的，輸入埠組合 432-2 具有正相輸入埠 432-2p 以及反相輸入埠 432-2n，輸入埠組合 432-3 具有正相輸入埠 432-3p 以及反相輸入埠 432-3n，輸入埠組合 432-4 具有正相輸入埠 432-4p 以及反相輸入埠 432-4n。其中，輸入埠組合 432-1 耦接開關 S1，輸入埠組合 432-2 耦接開關 S2，輸入埠組合 432-3 耦接開關 S3，而輸入埠組合 432-4 耦接開關 S4。需特別注意的是，與前述實施例不同的是，本實施例之比較器 40 還具有時脈控制器 440，時脈控制器 440 耦接切換裝置 420

並輸出時脈控制訊號來控制切換裝置 420，以切換各輸入埠組合 432-1、432-2、432-3、432-4 的正相輸入埠或反相輸入埠其中之一連接至對應的各天線 410-1、410-2、410-3、410-4。簡單來說，時脈控制器 440 可輸出時脈訊號以控制開關 S1~S4 規律切換，其時脈輸出頻率視實際應用狀況而定，本發明並不限制。

【0027】也就是說，在本示範性實施例當中，可透過時脈控制器 440 輸出的時脈控制訊號來切換開關 S1、S2、S3、S4，以決定將各個天線 410-1、410-2、410-3、410-4 所接收的回波訊號輸入至各輸入埠組合的正相輸入埠或反相輸入埠。舉例來說，開關 S1 的切換可決定將天線 410-1 所接收到的回波訊號傳送至正相輸入埠 432-1p 或反相輸入埠 432-1n。依此類推，開關 S4 的切換可決定將天線 410-4 所接收到的回波訊號傳送至正相輸入埠 432-1p 或反相輸入埠 432-1n。另外，合成埠 431 耦接角度鑑別電路 50，用以將比較器 40 合成的合成訊號輸出至角度鑑別電路 50，以供單脈衝雷達的角度鑑別電路 50 來進行運算而取得目標物的角度資訊。

【0028】於是，當單脈衝雷達藉由天線陣列 410 所發出偵測訊號接觸到目標物時，回波訊號會反射至天線陣列 410 並透過天線 410-1、410-2、410-3、410-4 來接收。天線陣列 410 中的各天線將接收到的回波訊號分別傳送至切換裝置 420 中的各開關。舉例來說，天線 410-1 所接收到的回波訊號 Sa 會傳送到開關 S1，並由開關 S1 決定將天線 410-1 所接收到的回波訊號 Sa 傳送至正相輸入埠 432-1p 或正相輸入埠 432-1n。同樣的，天線 410-2 所接收到的

回波訊號  $S_b$  會傳送到開關  $S_2$ ，並由開關  $S_2$  決定將天線 410-2 所接收到的回波訊號  $S_b$  傳送至正相輸入埠 432-2p 或正相輸入埠 432-2n。

【0029】基於上述可知，正相輸入埠與反相輸入埠會分別產生 0 與 180 度之相位差，因此，透過開關  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ 、 $S_4$  的規律切換，比較器 40 將輸出角度鑑別電路 50 所需的合、差訊號。舉例來說，圖 5 是依照本發明一實施例所繪示的比較器之輸出訊號的時間與訊號關係的示意圖。請參照圖 5，於時間點  $t_0$  時，開關  $S_1$  連接至輸入埠組合 432-1 的正相輸入埠 432-1p，開關  $S_2$  連接至輸入埠組合 432-2 的正相輸入埠 432-2p，開關  $S_3$  連接至輸入埠組合 432-3 的正相輸入埠 432-3p，開關  $S_4$  連接至輸入埠組合 432-4 的正相輸入埠 432-4p。於是，於時間點  $t_0$  時，合成埠 431 將產生可表示為  $\frac{(S_a + S_b) + (S_c + S_d)}{4}$  的輸出訊號  $V_1$ 。於時間點  $t_1$ ，切換裝置 420 接收到時脈控制器 440 的時脈訊號，各個開關藉以切換至預設的下一個狀態。

【0030】詳細來說，在圖 5 所示的示範性實施例當中，於時間點  $t_1$  時，開關  $S_1$  保持連接至輸入埠組合 432-1 的正相輸入埠 432-1p，開關  $S_2$  切換至輸入埠組合 432-2 的反相輸入埠 432-2n，開關  $S_3$  保持連接至輸入埠組合 432-3 的正相輸入埠 432-3p，開關  $S_4$  切換至輸入埠組合 432-4 的反相輸入埠 432-4n。於是，於時間點  $t_1$  時，合成埠 431 將產生可表示為  $\frac{(S_a + S_c) - (S_b + S_d)}{4}$  的輸出訊號  $V_2$ 。依此類推，於時間點  $t_2$  時，切換裝置 420 又再次接收到時脈控制器 440



的時脈訊號，各個開關藉以切換至預設的下一個狀態。

【0031】 詳細來說，在圖 5 所示的示範性實施例當中，於時間點  $t_2$  時，開關 S1 保持連接至輸入埠組合 432-1 的正相輸入埠 432-1p，開關 S2 切換至輸入埠組合 432-2 的正相輸入埠 432-2p，開關 S3 切換至輸入埠組合 432-3 的反相輸入埠 432-3n，開關 S4 保持連接至輸入埠組合 432-4 的反相輸入埠 432-4n。於是，於時間點  $t_2$  時，合成埠 431 將產生可表示為  $\frac{(Sa + Sb) - (Sc + Sd)}{4}$  的輸出訊號 V3。基此，比較器 40 將依序傳送輸出訊號 V1、V2、V3 至角度鑑別電路 50，而角度鑑別電路 50 也就可藉由輸出訊號 V1、V2、V3 來獲取目標物的角度資訊。

【0032】 以下將針對橫向電磁波模態空腔功率合成器進行更詳細的說明。圖 6A 是依照本發明前一實施例所繪示之橫向電磁波模態空腔功率合成器 430 的示意圖。圖 6B 是依照本發明另一實施例所繪示之橫向電磁波模態空腔功率合成器的合成埠與輸入埠的示意圖。請參照圖 6A 與圖 6B，橫向電磁波模態空腔功率合成器 430 包括圓柱狀的金屬空腔 439，且金屬空腔 439 具有兩面成圓形的第一表面 439i 與第二表面 439ii。合成埠 431 配置於金屬空腔 439 的第一表面 439i 的圓心處。同樣的，各輸入埠組合 432-1、432-2、432-3、432-4 的正相輸入埠 432-1p、432-2p、432-3p、432-4p 配置於金屬空腔 439 的第一表面 439i。另一方面，各輸入埠組合 432-1、432-2、432-3、432-4 的反相輸入埠 432-1n、432-2n、432-3n、432-4n 配置於金屬空腔的第二表面 439ii。

【0033】 正相輸入埠 432-1p、432-2p、432-3p、432-4p 與反相輸入埠 432-1n、432-2n、432-3n、432-4n 以合成埠 431 為圓心等距交錯排列於第一表面 439i 上與第二表面 439ii 上 439ii。請參照圖 6B，各個正相輸入埠、反相輸入埠與合成埠的結構上大致相同，且各自包括其同軸高頻轉接頭以及金屬圓柱體。在本實施例中，同軸高頻轉接頭以微型版本 A (SubMiniature version A, SMA) 接頭為例進行說明，但並非用以限定本發明，同軸高頻轉接頭亦可實施為其他類型的同軸高頻轉接頭。如圖 6B 所示，合成埠 431 包括 SMA 接頭 4311 與金屬圓柱體 4312。正相輸入埠 432-1p 包括 SMA 接頭 4313 與金屬圓柱體 4314，而反相輸入埠 432-1n 包括 SMA 接頭 4315 與金屬圓柱體 4316。

【0034】 雖然圖 6B 僅示範性繪示正相輸入埠 432-1p 以及反相輸入埠 432-1n，但其他正相輸入埠與反相輸入埠的元件結構與正相輸入埠 432-1p 以及反相輸入埠 432-1n 相似。其中，SMA 接頭 4311、4313、4315 配置於金屬空腔 439 的容積之外，用以接收或輸出訊號。金屬圓柱體 4312、4314、4316 各自耦接 SMA 接頭 4311、4313、4315，配置於金屬空腔 439 的容積之內，其中金屬圓柱體 4312、4314、4316 的半徑與長度控制輸出訊號的訊號特性。簡單來說，金屬圓柱體的半徑與長度將影響比較器之輸出訊號的呈現結果。

【0035】 基於前述已知，各個輸入埠組合具有其配置於不同表面上的正相輸入埠與反相輸入埠，換言之，外來訊號可從橫向電磁

波模態空腔功率合成器 430 的正面(第一表面 439i)饋入，也可從橫向電磁波模態空腔功率合成器 430 的反面(第二表面 439ii)饋入，且上述兩種訊號饋入方式於圓心處的合成埠 431 將產生 0 度與 180 度的相位差。本發明即依照此特性，並配合切換裝置 420 於正相輸入埠與反相輸入埠的切換控制，使單一天線所接收的回波訊號可以呈現兩種相位變化。

**【0036】** 需特別說明的是，各個輸入埠的位置（例如輸入埠距離合成埠的距離）以及其金屬圓柱體之半徑與長度皆可用以控制整個比較器的匹配程度。舉例來說，各個輸入埠距離圓心的距離將影響阻抗的匹配。由於圖 6A 與圖 6B 所示之橫向電磁波模態空腔功率合成器 430 並非利用金屬空腔之共振原理來設計，埠端饋入點為單導體結構，而傳導波為橫向電磁波形式，故固有相當寬的頻率響應。基此，可透過輸入埠位置的配置或是金屬圓柱體的半徑與長度之設計，來取得實際應用情境所需的訊號。

**【0037】** 綜上所述，本發明提出一種單脈衝雷達的比較器及其訊號產生方法，藉由切換裝置來切換橫向電磁波模態空腔功率合成器之訊號饋入方向，據以在合成埠產生 0 度或 180 度的相位差。如此一來，單脈衝雷達的比較器可透過切換裝置的控制，達到分時產生後端電路所需之合、差訊號，以進一步分析出目標物的角度資訊。除此之外，由於電磁波模態空腔功率合成器為一種具有寬頻特性的元件，因此本發明可有效提高單脈衝雷達之比較器的操作頻寬。再者，透過埠端之金屬圓柱體的長度與半徑的調整或

其位置的配置，可據以設計出匹配程度更佳且應用範圍更廣的單脈衝雷達之比較器。

【0038】 雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，故本發明的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

### 【符號說明】

#### 【0039】

10、20、40：比較器

110、210、410：天線陣列

111、112、113、114、210-1、210-2、210-N、410-1、410-2、410-3、410-4：天線

120、130：九十度相移器

140、150、160、170：九十度耦合器

220、420：切換裝置

230、430：橫向電磁波模態空腔功率合成器

232-1、232-2、232-M、432-1、432-2、432-3、432-4：輸入埠組合

432-1p、432-2p、432-3p、432-4p：正相輸入埠

432-1n、432-2n、432-3n、432-4n：反相輸入埠

231、431：合成埠

50：角度鑑別電路

440：時脈控制器

439：金屬空腔

4311、4313、4315：SMA 接頭

4312、4314、4316：金屬圓柱體

439i：第一表面

439ii：第二表面

S1、S2、S3、S4：開關

SA、SB、SC、SD、Sa、Sb、Sc、Sd：回波訊號

EDS：高度差訊號

OS：其他訊號

SS：總和訊號

ADS：方位差訊號

t0、t1、t2：時間點

V1~V3：輸出訊號

S310~S330：本發明一實施例所述之訊號產生方法的各步驟

## 申請專利範圍

1. 一種單脈衝雷達的比較器，包括：

一天線陣列，包括  $N$  個天線，其中  $N$  為大於 1 的整數；

一橫向電磁波模態空腔（TEM mode cavity）功率合成器，具有一合成埠與  $M$  個輸入埠組合，各該輸入埠組合具有一正相輸入埠與一反相輸入埠，其中  $M$  為大於 1 的整數；以及

一切換裝置，耦接於該天線陣列與該橫向電磁波模態空腔功率合成器之間，用以將各該天線接收的回波訊號傳送至該些輸入埠組合的其中之一的該正相輸入埠或該反相輸入埠，

其中，該橫向電磁波模態空腔功率合成器的該合成埠依據該些輸入埠組合接收的該回波訊號產生一輸出訊號。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的單脈衝雷達的比較器，更包括：

一時脈控制器，耦接該切換裝置，輸出時脈控制訊號來控制該切換裝置，以切換各該輸入埠組合的該正相輸入埠或該反相輸入埠其中之一連接至對應的各該天線。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述的單脈衝雷達的比較器，其中該橫向電磁波模態空腔功率合成器更包括圓柱狀的一金屬空腔，該合成埠配置於該金屬空腔的一第一表面的圓心處。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述的單脈衝雷達的比較器，其中各該輸入埠組合的該正相輸入埠與該反相輸入埠以該合成埠為圓心等距排列，且各該輸入埠組合的該正相輸入埠配置於該金屬空

腔的該第一表面，而各該輸入埠組合的該反相輸入埠配置於該金屬空腔的一第二表面。

5. 如申請專利範圍第 3 項所述的單脈衝雷達的比較器，其中該正相輸入埠、該反相輸入埠與該合成埠各自包括：

一同軸高頻轉接頭，配置於該金屬空腔的容積之外，用以接收或輸出訊號；以及

一金屬圓柱體，耦接該同軸高頻轉接頭，配置於該金屬空腔的容積之內，其中該金屬圓柱體的半徑與長度控制該比較器的一匹配程度。

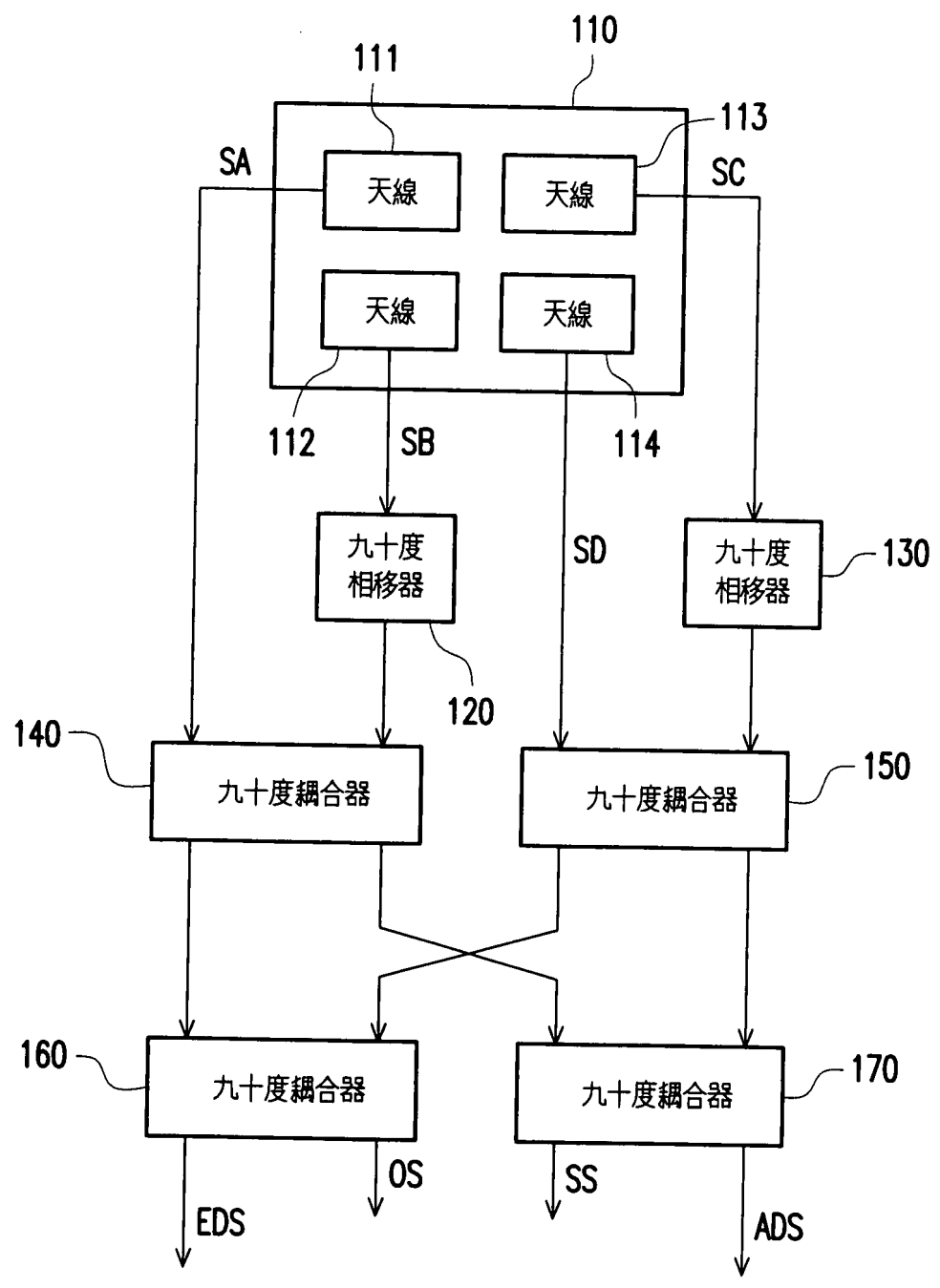
6. 一種訊號產生方法，適用於單脈衝雷達的比較器，該比較器包括一天線陣列、一切換裝置與一橫向電磁波模態空腔功率合成器，該天線陣列具有  $N$  個天線，該橫向電磁波模態空腔功率合成器具有一合成埠與  $M$  個輸入埠組合，各該輸入埠組合具有一正相輸入埠與一反相輸入埠，其中  $N$  與  $M$  為大於 1 的整數，所述方法包括：

透過該天線陣列的該些天線接收回波訊號；

透過該切換裝置將各該天線接收的各該回波訊號傳送至該些輸入埠組合的其中之一的該正相輸入埠或該反相輸入埠；以及

依據該些輸入埠組合接收的該回波訊號，而產生一輸出訊號並透過該合成埠輸出該輸出訊號。

# 圖式



10

## 圖 1



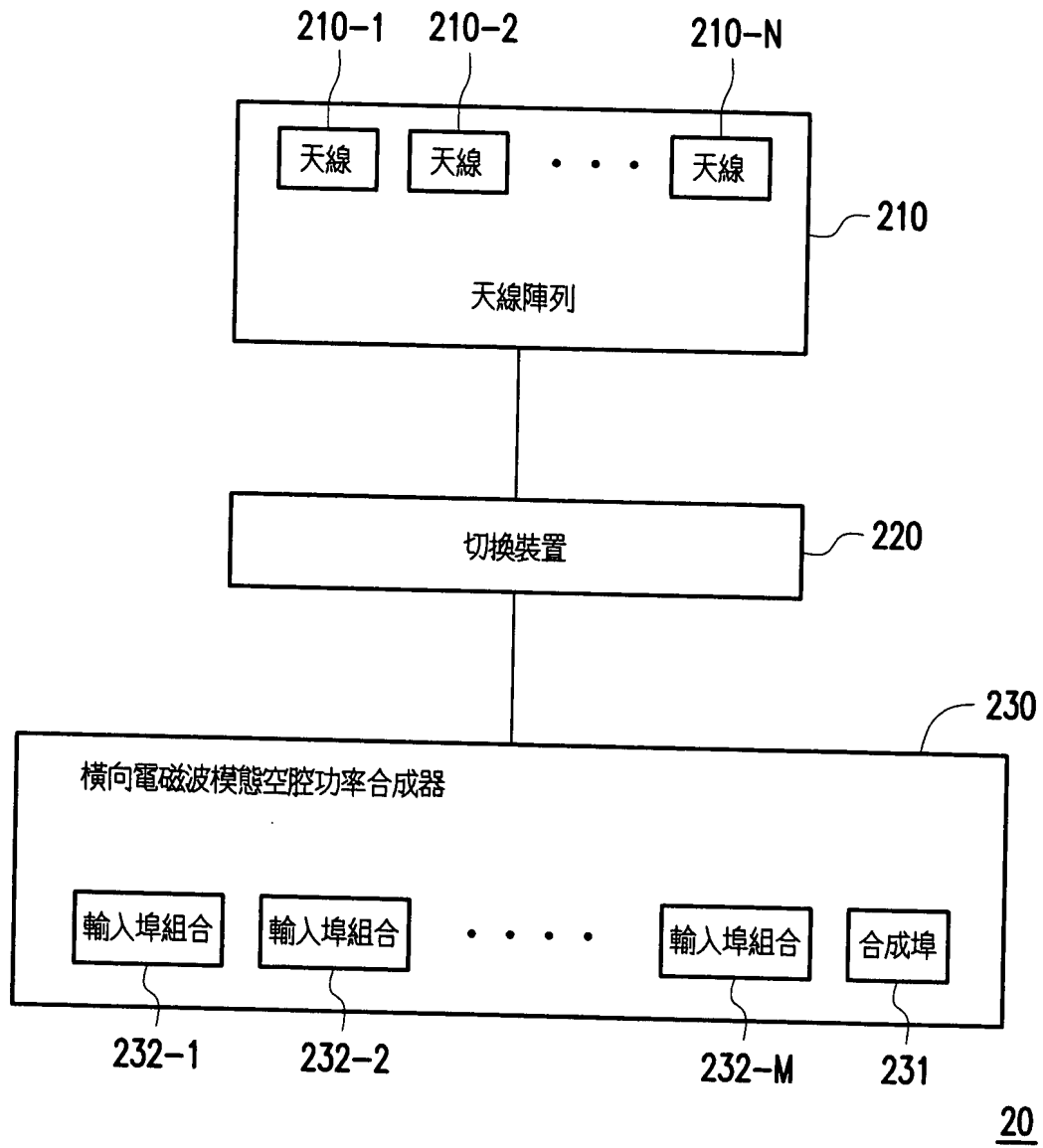


圖 2

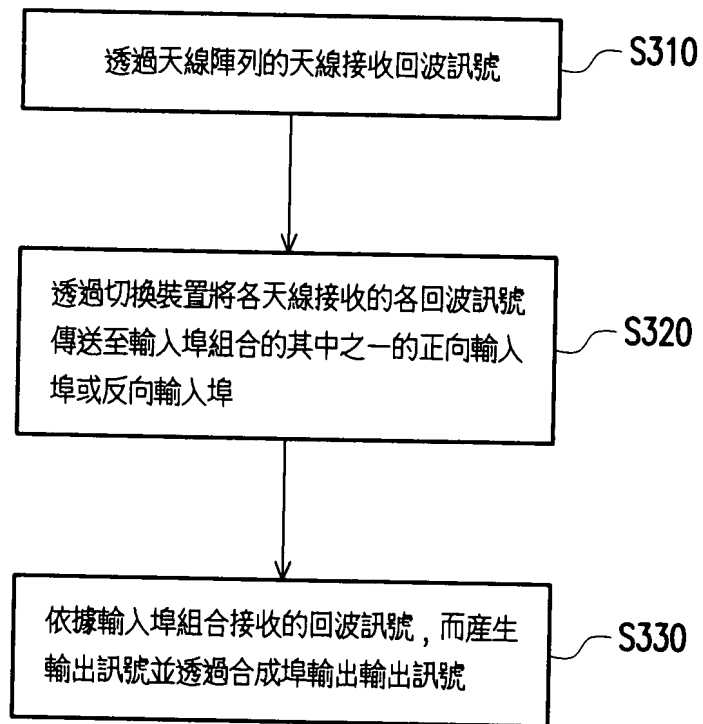


圖 3

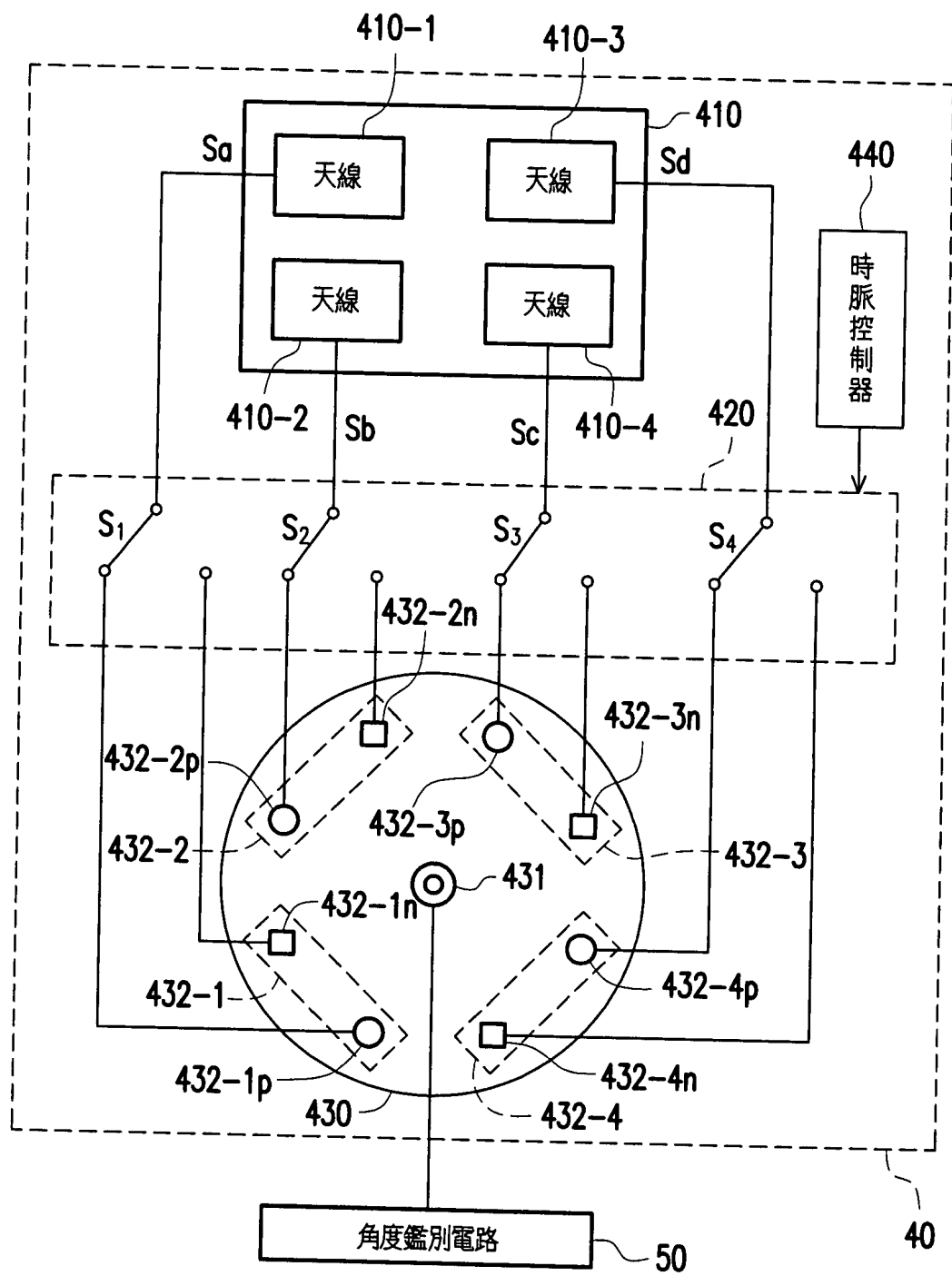


圖 4

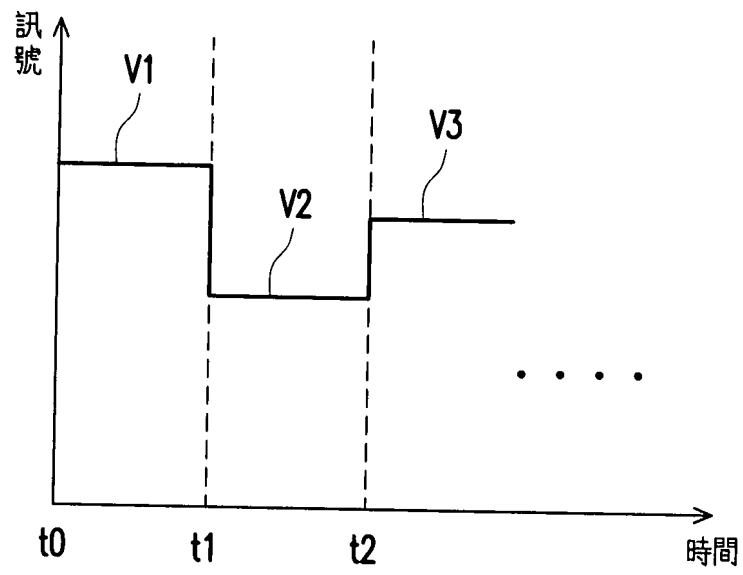


圖5

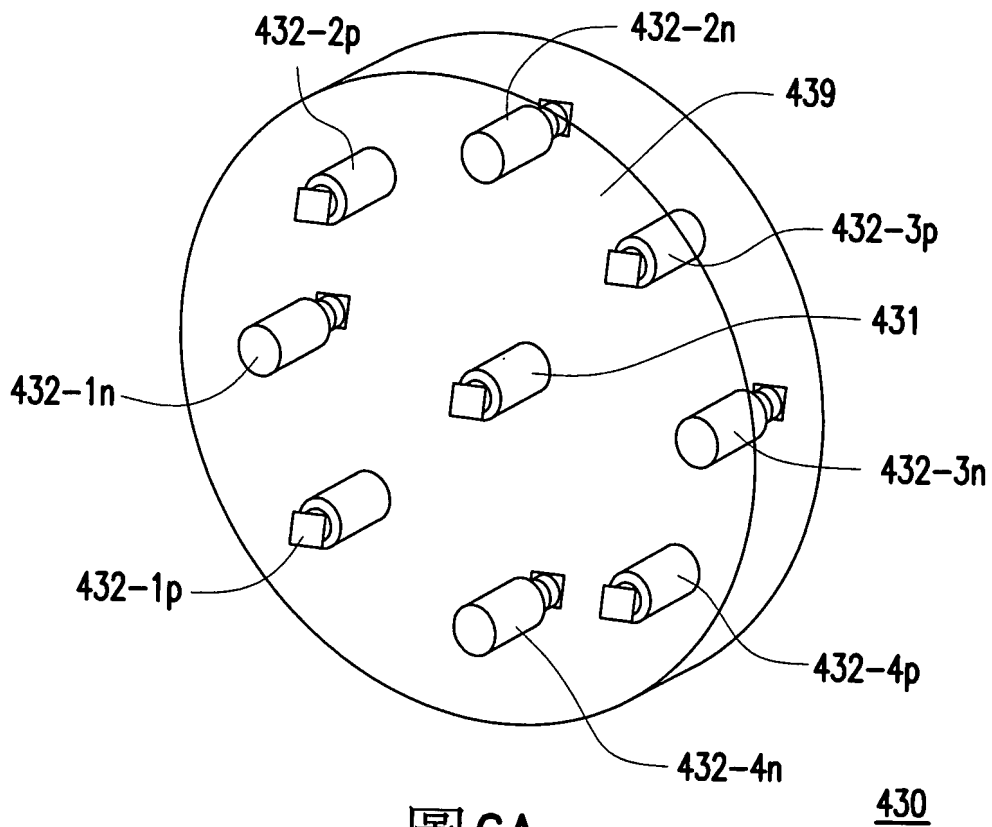


圖 6A

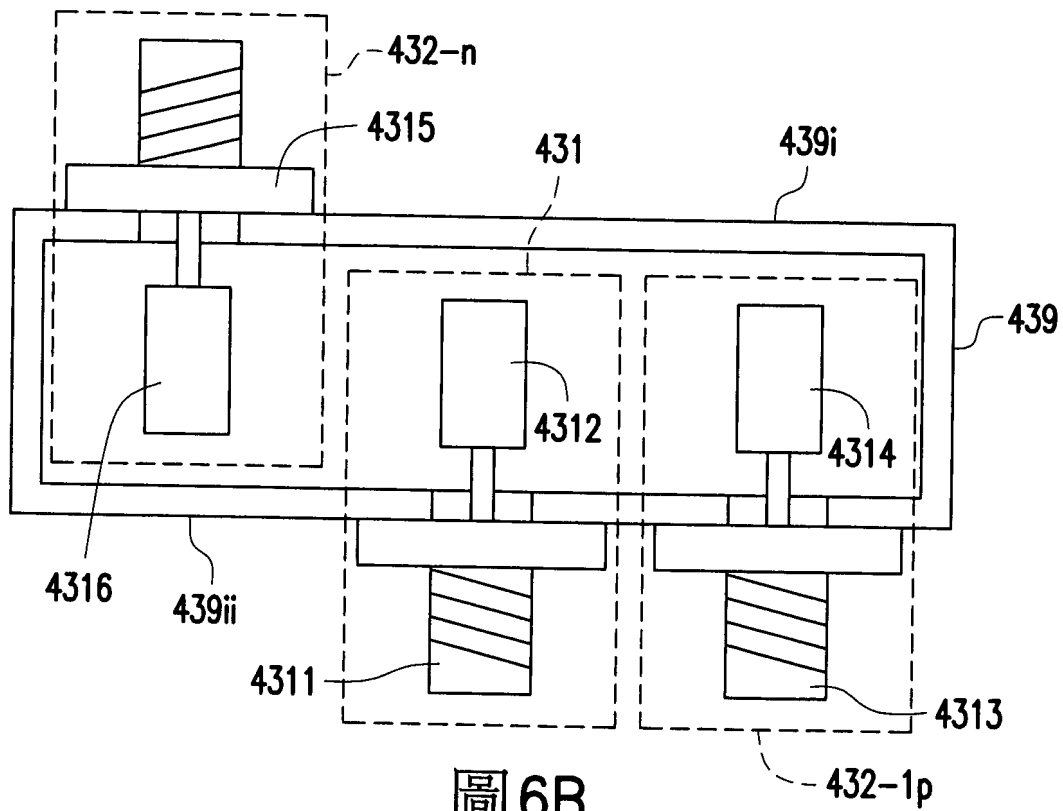


圖 6B