

(21) 申請案號：104139079

(22) 申請日：中華民國 104 (2015) 年 11 月 25 日

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

G01S13/06 (2006.01)

G01S13/00 (2006.01)

(71) 申請人：啟碁科技股份有限公司 (中華民國) WISTRON NEWEB CORPORATION (TW)
新竹科學園區園區二路二十號

(72) 發明人：黃國書 HUANG, GUO-SHU (TW)；李政達 LI, JENG-DA (TW)；蕭興隆 HSIAO, HSIN-LUNG (TW)

(74) 代理人：吳豐任；李俊陞；戴俊彥

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：7 共 19 頁

(54) 名稱

雷達天線系統

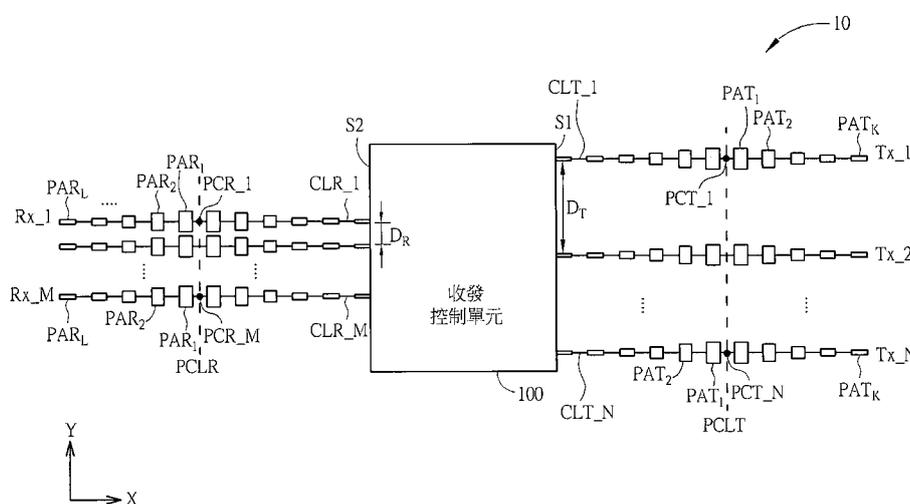
RADAR ANTENNA SYSTEM

(57) 摘要

一種雷達天線系統，包含有複數個傳送子陣列；複數個接收子陣列；以及一收發控制單元，耦接於該複數個傳送子陣列與該複數個接收子陣列，用來控制該複數個傳送子陣列與該複數個接收子陣列，使得該雷達天線系統切換操作於一比幅單脈衝模式以及一比相單脈衝模式。

A radar antenna system comprises a plurality of transmitting sub-arrays; a plurality of receiving sub-arrays; and a transceiving control unit coupled to the plurality of transmitting sub-arrays and the plurality of receiving sub-arrays, configured to control the plurality of transmitting sub-arrays and the plurality of receiving sub-arrays, such that the radar antenna system alternatively operates at an amplitude-comparison mono-pulse mode and a phase-comparison mono-pulse mode.

指定代表圖：



第1圖

符號簡單說明：

10 . . . 雷達天線系統

100 . . . 收發控制單元

Tx_1~Tx_N . . . 傳送子陣列

Rx_1~Rx_M . . . 接收子陣列

S1 . . . 第一側

S2 . . . 第二側

D_T、D_R . . . 間距

PCT₁~PCT_N、

PCR₁~PCR_M . . .

• 子陣列中心

PCLT、PCLR . . .

相位中線

PAT₁~PAT_K、

PAR₁~PAR_L . . . 輻

射體

CLT₁~CLT_N、

CLR₁~CLR_M . . .

• 子陣列中線

X、Y . . . 座標軸



201719191

【發明摘要】

申請日: 104. 11. 25

IPC分類:

G01S 13/44 (2006.01)

G01S 13/06 (2006.01)

G01S 13/00 (2006.01)

【中文發明名稱】 雷達天線系統

【英文發明名稱】 Radar Antenna System

【中文】

一種雷達天線系統，包含有複數個傳送子陣列；複數個接收子陣列；以及一收發控制單元，耦接於該複數個傳送子陣列與該複數個接收子陣列，用來控制該複數個傳送子陣列與該複數個接收子陣列，使得該雷達天線系統切換操作於一比幅單脈衝模式以及一比相單脈衝模式。

【英文】

A radar antenna system comprises a plurality of transmitting sub-arrays; a plurality of receiving sub-arrays; and a transceiving control unit coupled to the plurality of transmitting sub-arrays and the plurality of receiving sub-arrays, configured to control the plurality of transmitting sub-arrays and the plurality of receiving sub-arrays, such that the radar antenna system alternatively operates at an amplitude-comparison mono-pulse mode and a phase-comparison mono-pulse mode.

【指定代表圖】第（ 1 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

10	雷達天線系統
100	收發控制單元
Tx_1~Tx_N	傳送子陣列
Rx_1~Rx_M	接收子陣列
S1	第一側
S2	第二側
D _T 、D _R	間距
PCT_1~PCT_N、PCR_1~PCR_M	子陣列中心
PCLT、PCLR	相位中線
PAT ₁ ~PAT _K 、PAR ₁ ~PAR _L	輻射體
CLT_1~CLT_N、CLR_1~CLR_M	子陣列中線
X、Y	座標軸

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】雷達天線系統

【英文發明名稱】Radar Antenna System

【技術領域】

【0001】 本發明係指一種雷達天線系統，尤指一種可切換操作於比幅單脈衝模式與比相單脈衝模式的雷達天線系統。

【先前技術】

【0002】 雷達（Radar，Radio Detection and Ranging）已廣泛使用於軍事設備及地形探測中，亦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，距離及速度，並且可以探測物體的形狀。隨著雷達技術的不斷發展，而單脈衝（Mono-Pulse）技術已被廣泛地應用在雷達相關領域。相較於傳統雷達，單脈衝雷達僅需要一個脈衝訊號，就可獲得目標物的方向、距離等資訊，單脈衝雷達已成為現代雷達系統的主流之一。

【0003】 詳細來說，單脈衝雷達是透過分析天線接收到的回波訊號來偵測出目標物位置的資訊，單脈衝雷達操作於一比幅單脈衝模式

（Amplitude-Comparison Mono-Pulse）以及一比相單脈衝模式（Phase-Comparison Mono-Pulse），據此單脈衝雷達可將接收到的回波訊號進行振幅比較或相位比較，以偵測目標物的位置資訊。然而，比幅單脈衝模式具有較佳的角度解析度，而其掃描角度範圍較窄；相反地，比相單脈衝模式具有較寬的掃描角度範圍，而其角度解析度較差。因此，習知技術實有改善之必要。

【發明內容】

【0004】 因此，本發明之主要目的即在於提供一種雷達天線系統，其可切換操作於比幅單脈衝模式與比相單脈衝模式，以改善習知技術的缺點。

【0005】 本發明揭露一種雷達天線系統，包含有複數個傳送子陣列；複數個接收子陣列；以及一收發控制單元，耦接於該複數個傳送子陣列與該複數個傳送子陣列之間，用來控制該複數個傳送子陣列與該複數個傳送子陣列，使得該雷達天線系統切換操作於一比幅單脈衝模式（Amplitude-Comparison Mono-Pulse）以及一比相單脈衝模式（Phase-Comparison Mono-Pulse）。

【圖式簡單說明】

【0006】

第1圖為本發明實施例一雷達天線系統之示意圖。

第2圖為本發明實施例一雷達天線系統之示意圖。

第3圖為第2圖之雷達天線系統之天線場型圖之示意圖。

第4圖為第2圖之雷達天線系統操作於比幅單脈衝模式之差和比示意圖。

第5圖為第2圖之雷達天線系統操作於比幅單脈衝模式之訊雜比場型示意圖。

第6圖為第2圖之雷達天線系統操作於比相單脈衝模式之訊雜比場型示意圖。

第7圖為第2圖之雷達天線系統操作於比相單脈衝模式之相位差與角度變化關係示意圖。

【實施方式】

【0007】 請參考第1圖，第1圖為本發明實施例一雷達天線系統10之示意圖，為了方便說明，第1圖標示有X、Y軸之座標系統。雷達天線系統10可操作於77GHz，也可以操作於一頻段中，例如：76GHz~78GHz。雷達天線系統10為一N發M收之天線系統，雷達天線系統10包含有一收發控制單元100、傳送子陣列Tx_1~Tx_N以及接收子陣列Rx_1~Rx_M。傳送子陣列Tx_1~Tx_N耦接於收發控制單元100並設置於收發控制單元100之一第一側S1，接收子陣列Rx_1~Rx_M

耦接於收發控制單元100並設置於收發控制單元100之一第二側S2，第一側S1 相對於第二側S2。接收子陣列Rx_1~Rx_M中任一接收子陣列Rx_r與其相鄰之接收子陣列Rx_{r+1}（或接收子陣列Rx_{r-1}）之間相隔一接收間距D_R，接收間距D_R大致為雷達天線系統10所傳輸之無線訊號波長的二分之一。同樣地，傳送子陣列Tx_1~Tx_N中任一傳送子陣列Tx_t與其相鄰之傳送子陣列Tx_{t+1}（或傳送子陣列Tx_{t-1}）之間相隔一傳送間距D_T，傳送間距D_T為接收間距D_R的M倍，其中整數M為接收子陣列Rx_1~Rx_M之一個數。收發控制單元100控制傳送子陣列Tx_1~Tx_N及接收子陣列Rx_1~Rx_M，使得雷達天線系統10切換操作於一比幅單脈衝模式（Amplitude-Comparison Mono-Pulse）與一比相單脈衝模式

（Phase-Comparison Mono-Pulse）。當雷達天線系統10操作於比幅單脈衝模式時，雷達天線系統10可形成一虛擬陣列天線（Virtual Array Antenna），並形成N*M個不同角度的波束，以進行不同方向之角度辨識，而當目標物相對於雷達天線系統10之角度大於一特定值時，雷達天線系統10可自比幅單脈衝模式切換操作於比相單脈衝模式。換句話說，雷達天線系統10可視情況操作於比幅單脈衝模式或是比相單脈衝模式，其可同時達到寬廣掃描角度範圍以及精準角度解析度。

【0008】 另外，接收間距D_R相對於雷達天線系統10之一掃描角度範圍，詳細來說，掃描角度範圍隨接收間距D_R遞減而遞增，即當接收間距D_R愈大，掃描角度愈小；當接收間距D_R愈小，掃描角度愈大。具體來說，請參考第7圖，第7圖為雷達天線系統10操作於比相單脈衝模式之相位差與角度變化關係示意圖，實線代表當接收間距D_R為一間距d₁時之相位差與角度變化關係，虛線代表當接收間距D_R為一間距d₂時之相位差與角度變化關係，其中，間距d₁小於間距d₂。由第7圖可知，當接收間距D_R為較小之間距d₁時，掃描角度範圍可達正負80度，當接收間距D_R為較大之間距d₂時，掃描角度範圍小於正負60度，即雷達天線系統10之掃描角度範圍隨接收間距D_R遞減而遞增。

【0009】 當雷達天線系統10操作於比幅單脈衝模式時，收發控制單元100利用傳送子陣列Tx₁~Tx_N中至少二傳送子陣列進行無線單脈衝訊號之傳送，並利用接收子陣列Rx₁~Rx_M中至少二接收子陣列進行無線訊號之接收。較佳地，當雷達天線系統10操作於比幅單脈衝模式時，雷達天線系統10可形成虛擬陣列天線，收發控制單元100利用全部的傳送子陣列Tx₁~Tx_N進行無線單脈衝訊號之傳送，並利用全部的接收子陣列Rx₁~Rx_M進行無線訊號之接收，以達到精準的角度解析度。而當雷達天線系統10操作於比相單脈衝模式時，收發控制單元100利用傳送子陣列Tx₁~Tx_N中至少一傳送子陣列進行無線單脈衝訊號之傳送，並利用接收子陣列Rx₁~Rx_M中至少二接收子陣列進行無線訊號之接收。較佳地，當雷達天線系統10操作於比相單脈衝模式時，收發控制單元100利用相鄰的接收子陣列Rx_r與其相鄰之接收子陣列Rx_{r+1}（或接收子陣列Rx_{r-1}）進行無線訊號之接收，以增加掃描角度範圍。

【0010】 另一方面，傳送子陣列Tx₁~Tx_N分別具有傳送子陣列中心PCT₁~PCT_N，傳送子陣列中心PCT₁~PCT_N相互對齊，於一實施例中，傳送子陣列中心PCT₁~PCT_N相互對齊於一傳送相位中線PCLT。同樣的，接收子陣列Rx₁~Rx_M分別具有接收子陣列中心PCR₁~PCR_M，接收子陣列Rx₁~Rx_M相互對齊，於一實施例中，接收子陣列中心PCR₁~PCR_M相互對齊於一接收相位中線PCLR。

【0011】 詳細來說，傳送子陣列Tx₁~Tx_N中每一傳送子陣列Tx_t皆包含有傳送輻射體PAT₁~PAT_k，傳送子陣列Tx_t透過平行於X軸之一傳送子陣列中線CLT_t將傳送輻射體PAT₁~PAT_k串接成一序列，傳送間距D_T即為傳送子陣列Tx_t之傳送子陣列中線CLT_t與相鄰之傳送子陣列Tx_{t+1}之一傳送子陣列中線CLT_{t+1}（或傳送子陣列Tx_{t-1}之一傳送子陣列中線CLT_{t-1}）之間間距。同樣的，接收子陣列Rx₁~Rx_M中每一接收子陣列Rx_r皆包含有接收輻射體

$PAR_1 \sim PAR_L$ ，接收子陣列 Rx_r 透過平行於X軸之一接收子陣列中線 CLR_r 將接收輻射體 $PAR_1 \sim PAR_L$ 串接成一序列。接收間距 D_R 即為接收子陣列 Rx_r 之接收子陣列中線 CLR_r 與相鄰之接收子陣列 Rx_{r+1} 之一接收子陣列中線 CLR_{r+1} （或接收子陣列 Rx_{r-1} 之一接收子陣列中線 CLR_{r-1} ）之間間距。

【0012】 更進一步地，為了抑制旁波瓣（Sidelobe）的影響，傳送輻射體 $PAT_1 \sim PAT_K$ 與接收輻射體 $PAR_1 \sim PAR_L$ 在平行於Y軸方向上可具有不完全相同的長度。於一實施例中，傳送輻射體 $PAT_1 \sim PAT_K$ 在平行於Y軸方向的長度分別隨傳送輻射體 $PAT_1 \sim PAT_K$ 與其所在之傳送子陣列之傳送子陣列中心的距離遞增而遞減，以傳送子陣列 Tx_1 為例，傳送輻射體 PAT_1 與傳送子陣列中心 PCT_1 之間的距離最短，傳送輻射體 PAT_1 在平行於Y軸方向的長度最長，而傳送輻射體 PAT_K 與傳送子陣列中心 PCT_1 之間的距離最長，傳送輻射體 PAT_K 在平行於Y軸方向的長度最短；同樣地，接收輻射體 $PAR_1 \sim PAR_L$ 在平行於Y軸方向的長度分別隨接收輻射體 $PAR_1 \sim PAR_L$ 與其所在之接收子陣列之接收子陣列中心的距離遞增而遞減，以接收子陣列 Rx_1 為例，接收輻射體 PAR_1 與接收子陣列中心 PCR_1 之間的距離最短，傳送輻射體 PAT_1 在平行於Y軸方向的長度最長，而接收輻射體 PAR_L 與接收子陣列中心 PCR_1 之間的距離最長，傳送輻射體 PAT_K 在平行於Y軸方向的長度最短。

【0013】 另一方面，收發控制單元100可根據一目標物TG相對於雷達天線系統10之一角度AG，來決定雷達天線系統10操作於比幅單脈衝模式或比相單脈衝模式。例如，當角度AG大於一特定值TH時，收發控制單元100控制傳送子陣列 $Tx_1 \sim Tx_N$ 及接收子陣列 $Rx_1 \sim Rx_M$ ，使得雷達天線系統10操作於具有寬廣掃描角度範圍的比相單脈衝模式；相反地，當角度AG小於特定值TH時，收發控制單元100控制傳送子陣列 $Tx_1 \sim Tx_N$ 及接收子陣列 $Rx_1 \sim Rx_M$ ，使得雷達天線系統10操作於具有精準角度解析度的比幅單脈衝模式。其中，雷達天線系統

10不限於利用特定方式來取得角度AG，於一實施例中，當雷達天線系統10操作於比幅單脈衝模式時，雷達天線系統10可透過推遲發送時間（Time Division）的方式，將N發M收之天線系統形成為一發N*M收之虛擬陣列天線（Virtual Array Antenna），而形成具有不同指向方向的波束（Beam） $BM_1 \sim BM_{N*M}$ ，其中，波束 BM_1 、 BM_{N*M} 為角度偏移最大之波束。當對應於目標物TG之回波訊號於波束 BM_1 或波束 BM_{N*M} 中具有最大能量時，代表目標物TG之角度AG可能已超過比幅單脈衝模式所能提供的掃描角度範圍，即角度AG大於特定值TH，此時雷達天線系統10應操作於比相單脈衝模式。相反地，當對應於目標物TG之回波訊號於波束 $BM_2 \sim BM_{N*M-1}$ 其中之一波束中具有最大能量時，代表目標物TG之角度AG仍位於比幅單脈衝模式所能提供的掃描角度範圍內，即角度AG小於特定值TH，此時雷達天線系統10應操作於比幅單脈衝模式。

【0014】 具體來說，請參考第2圖至第6圖，第2圖為本發明實施例一雷達天線系統20之示意圖，第3圖為雷達天線系統20所形成之天線場型圖之示意圖，第4圖為雷達天線系統20操作於比幅單脈衝模式之一差和比（Delta-Sum Ratio， Δ/Σ ）之示意圖，第5圖為當雷達天線系統20操作於比幅單脈衝模式且訊雜比（Signal-to-Noise Ratio，SNR）為20dB之天線場型示意圖，第6圖為當雷達天線系統20操作於比相單脈衝模式且訊雜比為20dB之天線場型示意圖，其中，第5圖及第6圖之天線場型繪示於由座標軸 X_1 、 Y_1 所構成之一平面。雷達天線系統20與雷達天線系統10結構類似，故相同元件沿用相同符號，與雷達天線系統10不同之處在於，雷達天線系統20為一三發四收之天線系統，故雷達天線系統20可等效成為一發十二收之虛擬陣列，也就是說，雷達天線系統20可於不同指向方向上形成波束 $BM_1 \sim BM_{12}$ ，如第3圖所示，其中，波束 BM_1 、 BM_{12} 為角度偏移最大之波束，波束 BM_1 、 BM_{12} 因受到旁波瓣與光柵波瓣（Grating Lobe）的因素而無法準確計算出目標物TG之角度AG，使得雷達天線系統20操作於比幅單脈衝模式

時的掃描角度範圍僅在正負55度之內，而雷達天線系統20操作於比相單脈衝模式時的掃描角度範圍可達到正負80度。當雷達天線系統20偵測對應於目標物TG之回波訊號於波束 BM_1 或波束 BM_{12} 中具有最大能量時，此時收發控制單元100控制雷達天線系統20操作於比相單脈衝模式；而當雷達天線系統20偵測對應於目標物TG之回波訊號於波束 $BM_2 \sim BM_{11}$ 其中之一波束中具有最大能量時，此時收發控制單元100控制雷達天線系統20操作於比幅單脈衝模式。如此一來，雷達天線系統20可同時達到寬廣掃描角度範圍以及精準角度解析度。

【0015】 由上述可知，本發明之雷達天線系統可根據目標物TG之角度AG，切換操作於比幅單脈衝模式與比相單脈衝模式，以達到寬廣掃描角度範圍以及精準角度解析度。需注意的是，前述實施例係用以說明本發明之概念，本領域具通常知識者當可據以做不同之修飾，而不限於此。舉例來說，雷達天線系統傳送子陣列之個數與接收子陣列之個數並未有所限，只要傳送子陣列之個數與接收子陣列之個數皆大於一，即滿足本發明之需求。另外，傳送子陣列及接收子陣列所串接之傳送輻射體及接收輻射體之個數並未有所限，可視系統需求調整輻射體之個數，只要傳送子陣列中心之間相互對齊且接收子陣列中心之間相互對齊，即滿足本發明之需求。

【0016】 綜上所述，本發明之雷達天線系統可切換操作於比幅單脈衝模式與比相單脈衝模式，相較於習知技術，本發明之雷達天線系統可同時達到寬廣掃描角度範圍以及精準角度解析度。

以上所述僅為本發明之較佳實施例，凡依本發明申請專利範圍所做之均等變化與修飾，皆應屬本發明之涵蓋範圍。

【符號說明】

【0017】

10、20

雷達天線系統

第 7 頁，共 8 頁(發明說明書)

100	收發控制單元
Tx ₁ ~Tx _N	傳送子陣列
Rx ₁ ~Rx _M	接收子陣列
S1	第一側
S2	第二側
D _T 、D _R	間距
PCT ₁ ~PCT _N 、PCR ₁ ~PCR _M	子陣列中心
PCLT、PCLR	相位中線
PAT ₁ ~PAT _K 、PAR ₁ ~PAR _L	輻射體
CLT ₁ ~CLT _N 、CLR ₁ ~CLR _M	子陣列中線
X、Y、X ₁ 、Y ₁	座標軸
BM ₁ ~BM ₁₂	波束

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種雷達天線系統，包含有：

複數個傳送子陣列；

複數個接收子陣列；以及

一收發控制單元，耦接於該複數個傳送子陣列與該複數個接收子陣列，用來控制該複數個傳送子陣列與該複數個接收子陣列，使得該雷達天線系統切換操作於一比幅單脈衝模式（Amplitude-Comparison Mono-Pulse）以及一比相單脈衝模式（Phase-Comparison Mono-Pulse）。

【第2項】 如請求項1所述之雷達天線系統，其中該複數個傳送子陣列中一傳送子陣列與另一傳送子陣列相隔一傳送間距，該複數個接收子陣列中一接收子陣列與另一接收子陣列相隔一接收間距，該傳送間距為該接收間距之一特定整數倍，且該特定整數為該複數個接收子陣列之一個數。

【第3項】 如請求項2所述之雷達天線系統，其中該接收間距大致為該雷達天線系統所傳輸之無線訊號波長的二分之一。

【第4項】 如請求項2所述之雷達天線系統，其中雷達天線系統之一掃描角度範圍隨該接收間距遞減而遞增。

【第5項】 如請求項1所述之雷達天線系統，其中該每一傳送子陣列具有一傳送子陣列中心，該複數個傳送子陣列之該傳送子陣列中心相互對齊；該每一接收子陣列具有一接收子陣列中心，該複數個接收子陣列之該接收子陣列中心相互對齊。

【第6項】 如請求項1所述之雷達天線系統，其中當該雷達天線系統操作於該比相單脈衝模式時，該雷達天線系統利用該複數個傳送子陣列中至少一傳送子陣列進行無線訊號之傳送，並利用該複數個接收子陣列中至少二接收子陣列進行無線訊號之接收。

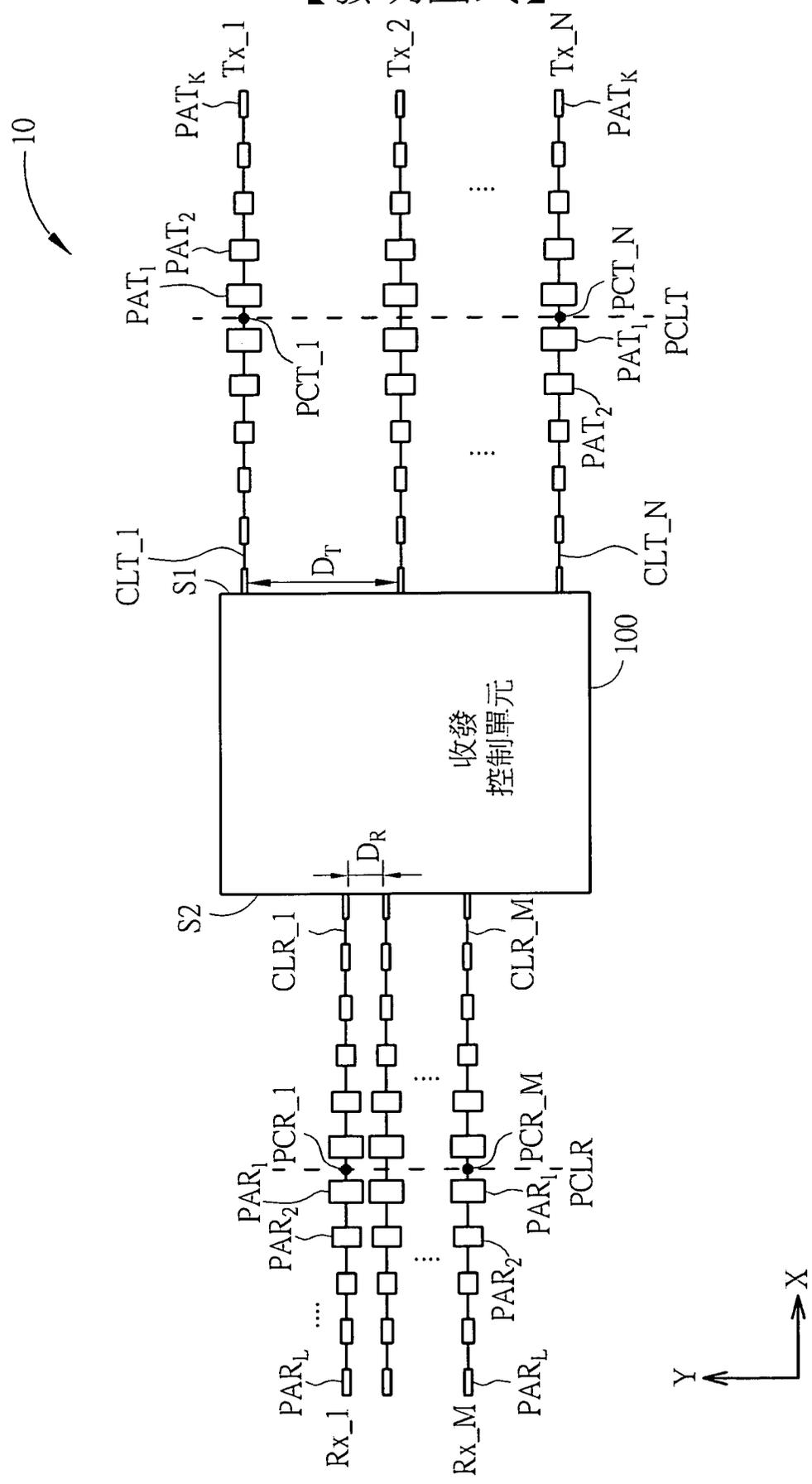
【第7項】 如請求項1所述之雷達天線系統，其中當該雷達天線系統操作於該比幅單脈衝模式時，該雷達天線系統利用該複數個傳送子陣列中至少二傳送子陣列進行無線訊號之傳送，並利用該複數個接收子陣列中至少二接收子陣列進行無線訊號之接收。

【第8項】 如請求項1所述之雷達天線系統，其中該收發控制單元根據一目標物相對於該雷達天線系統之一角度，決定該雷達天線系統操作於該比幅單脈衝模式或該比相單脈衝模式。

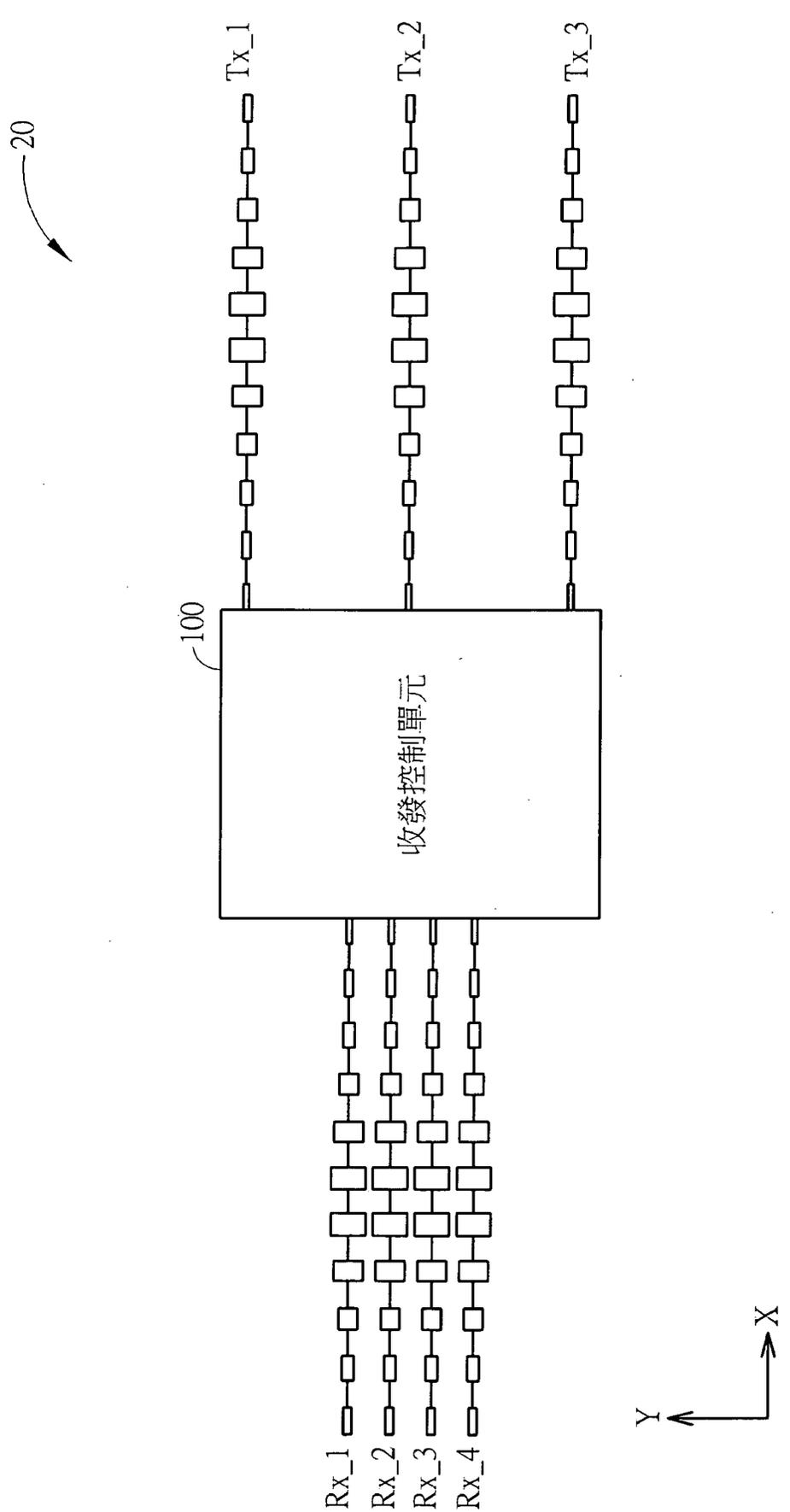
【第9項】 如請求項8所述之雷達天線系統，其中當該角度大於一特定值時，該雷達天線系統操作於該比相單脈衝模式；當該角度小於該特定值時，該雷達天線系統操作於該比幅單脈衝模式。

【第10項】 如請求項9所述之雷達天線系統，其中該雷達天線系統操作於該比幅單脈衝模式時，該雷達天線系統形成指向不同角度的複數個波束，該收發控制單元根據對應於該目標物之一回波訊號於該複數個波束的能量，決定該角度是否大於該特定值並決定是否自該比幅單脈衝模式切換至該比相單脈衝模式。

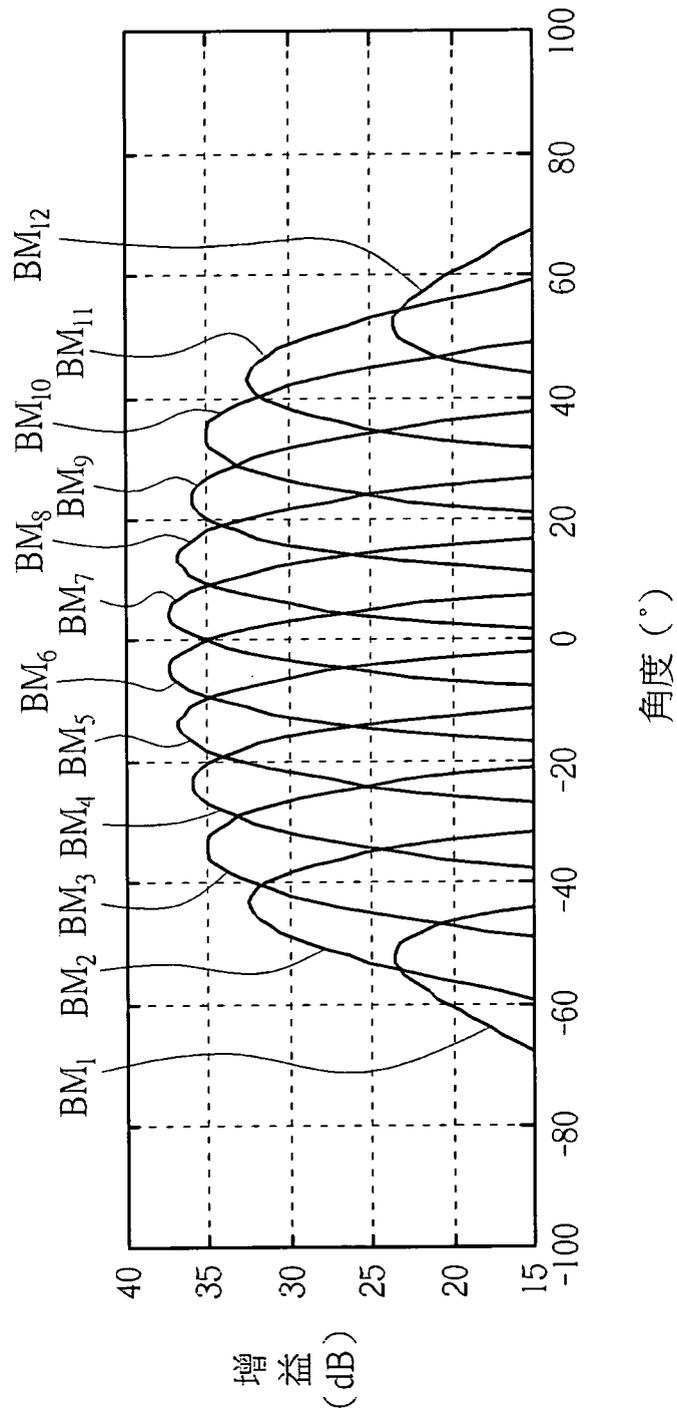
【發明圖式】



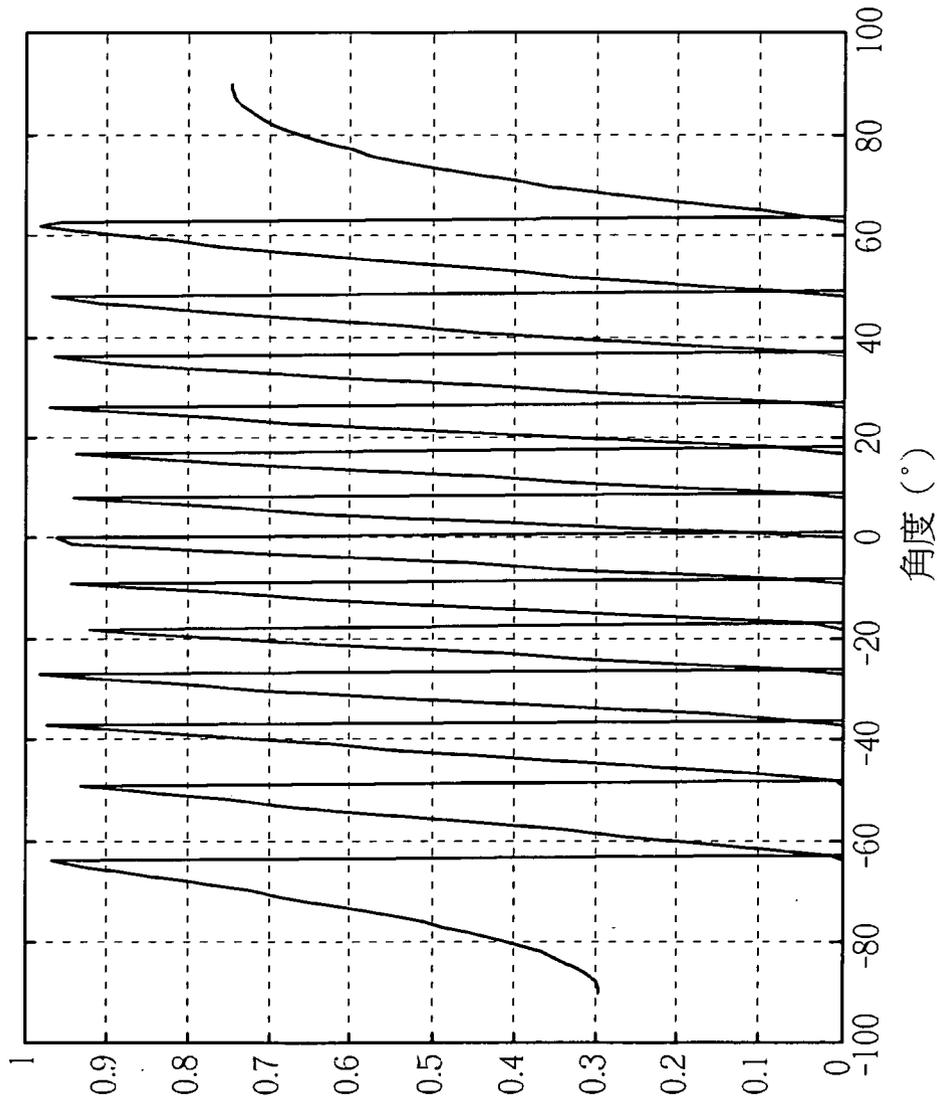
第1圖



第2圖

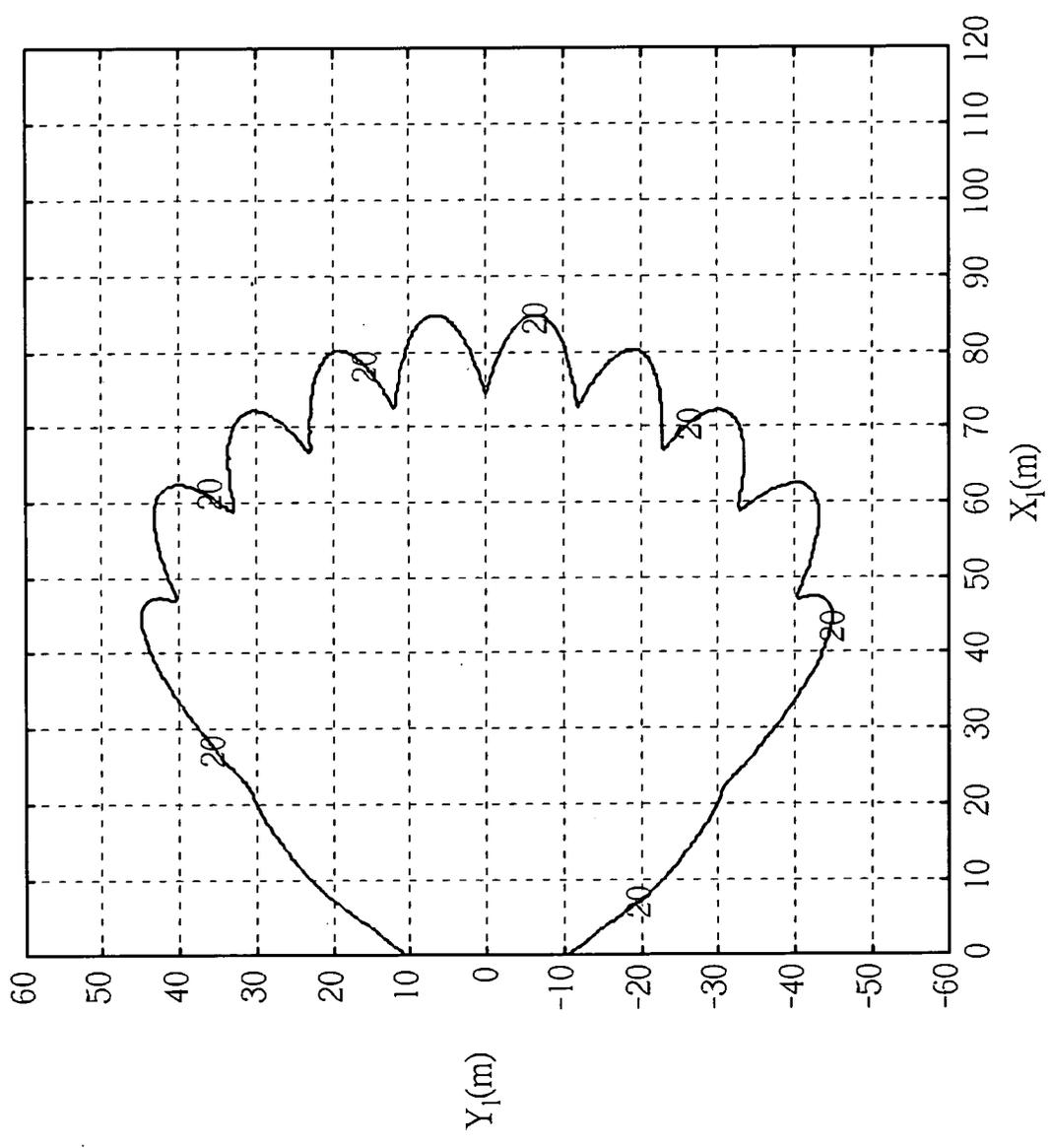


第3圖

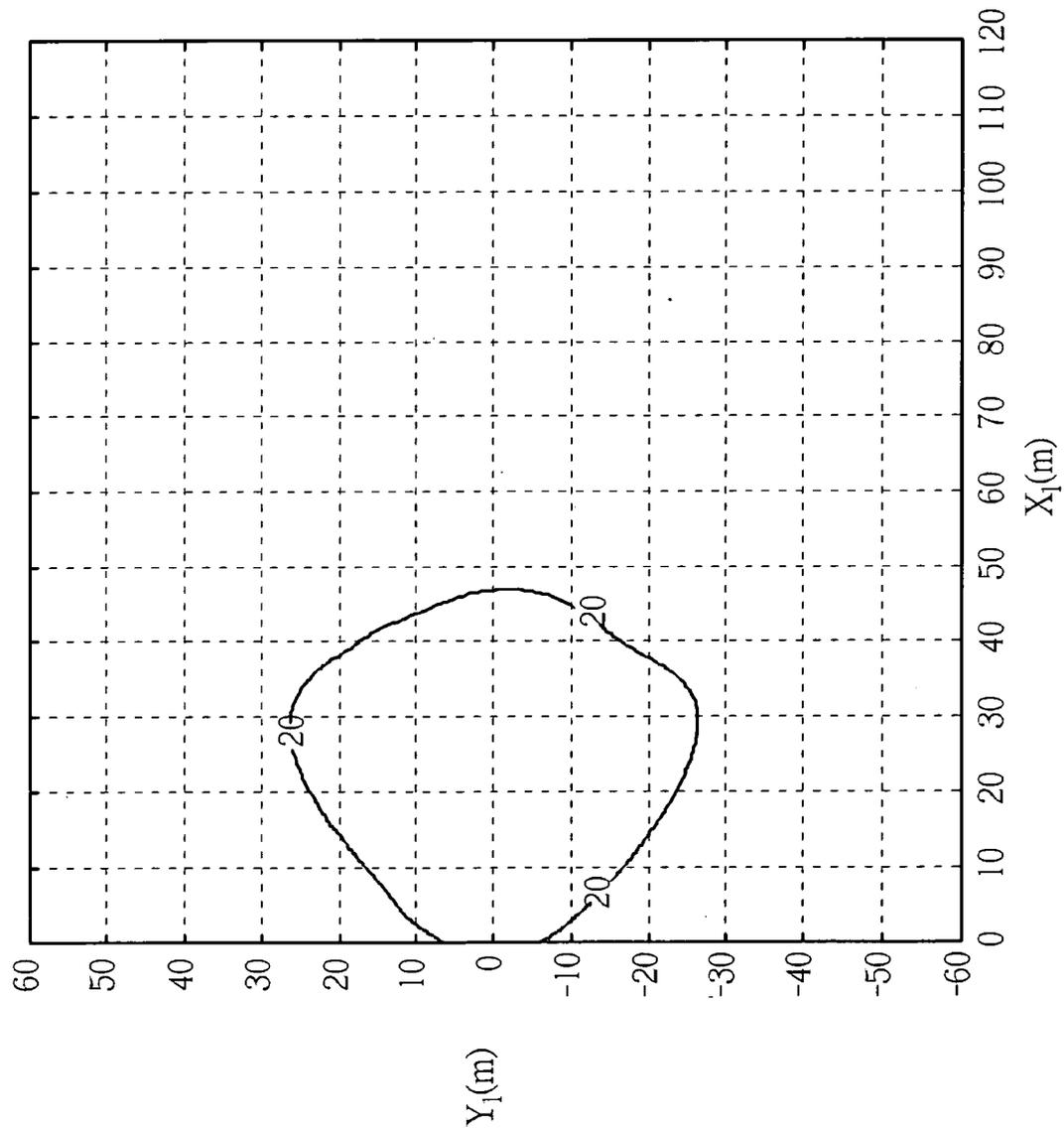


第4圖

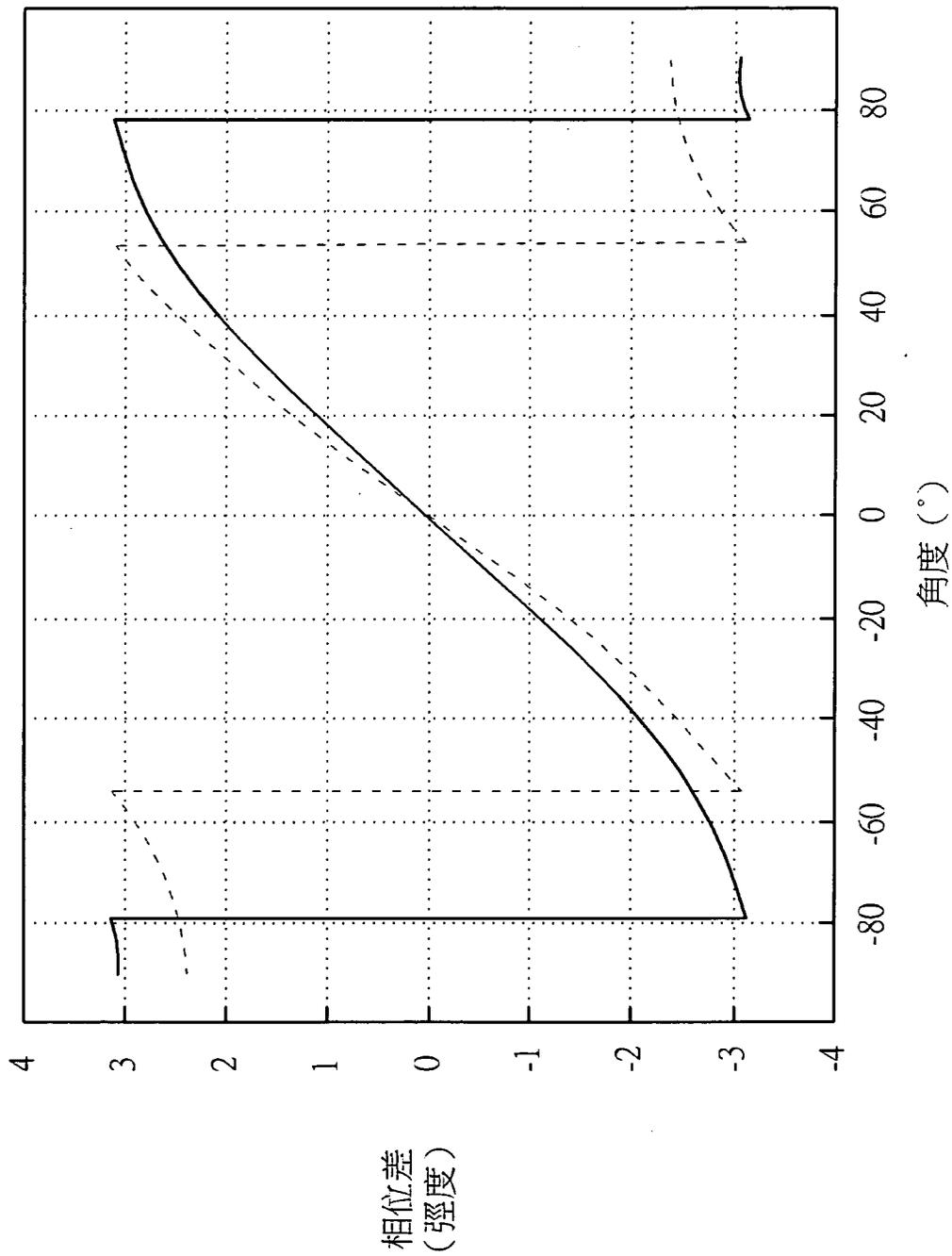
$\Delta \quad \Sigma$



第5圖



第6圖



第7圖

【發明說明書】

【中文發明名稱】雷達天線系統

【英文發明名稱】Radar Antenna System

【技術領域】

【0001】 本發明係指一種雷達天線系統，尤指一種可切換操作於比幅單脈衝模式與比相單脈衝模式的雷達天線系統。

【先前技術】

【0002】 雷達（Radar，Radio Detection and Ranging）已廣泛使用於軍事設備及地形探測中，亦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，距離及速度，並且可以探測物體的形狀。隨著雷達技術的不斷發展，而單脈衝（Mono-Pulse）技術已被廣泛地應用在雷達相關領域。相較於傳統雷達，單脈衝雷達僅需要一個脈衝訊號，就可獲得目標物的方向、距離等資訊，單脈衝雷達已成為現代雷達系統的主流之一。

【0003】 詳細來說，單脈衝雷達是透過分析天線接收到的回波訊號來偵測出目標物位置的資訊，習知單脈衝雷達可具有較佳的角度解析度，但其掃描角度範圍較窄；另一方面，習知單脈衝雷達可具有較寬的掃描角度範圍，但其角度解析度較差。因此，如何兼顧角度解析度及掃描角度範圍即為本領域待解決之課題。

【發明內容】

【0004】 因此，本發明之主要目的即在於提供一種雷達天線系統，其可切換操作於比幅單脈衝模式與比相單脈衝模式，以改善習知技術的缺點。

【0005】 本發明揭露一種雷達天線系統，包含有複數個傳送子陣列；複數個接收子陣列；以及一收發控制單元，耦接於該複數個傳送子陣列與該複數個傳

送子陣列之間，用來控制該複數個傳送子陣列與該複數個傳送子陣列，使得該雷達天線系統切換操作於一比幅單脈衝模式（Amplitude-Comparison Mono-Pulse）以及一比相單脈衝模式（Phase-Comparison Mono-Pulse）。

【圖式簡單說明】

【0006】

第1圖為本發明實施例一雷達天線系統之示意圖。

第2圖為本發明實施例一雷達天線系統之示意圖。

第3圖為第2圖之雷達天線系統之天線場型圖之示意圖。

第4圖為第2圖之雷達天線系統操作於比幅單脈衝模式之差和比示意圖。

第5圖為第2圖之雷達天線系統操作於比幅單脈衝模式之訊雜比場型示意圖。

第6圖為第2圖之雷達天線系統操作於比相單脈衝模式之訊雜比場型示意圖。

第7圖為第2圖之雷達天線系統操作於比相單脈衝模式之相位差與角度變化關係示意圖。

【實施方式】

【0007】 請參考第1圖，第1圖為本發明實施例一雷達天線系統10之示意圖，為了方便說明，第1圖標示有X、Y軸之座標系統。雷達天線系統10可操作於77GHz，也可以操作於一頻段中，例如：76GHz~77GHz。雷達天線系統10為一N發M收之天線系統，雷達天線系統10包含有一收發控制單元100、傳送子陣列Tx_1~Tx_N以及接收子陣列Rx_1~Rx_M。傳送子陣列Tx_1~Tx_N耦接於收發控制單元100並設置於收發控制單元100之一第一側S1，接收子陣列Rx_1~Rx_M耦接於收發控制單元100並設置於收發控制單元100之一第二側S2，第一側S1相對於第二側S2。接收子陣列Rx_1~Rx_M中任一接收子陣列Rx_r與其相鄰之接收

子陣列 Rx_{r+1} （或接收子陣列 Rx_{r-1} ）之間相隔一接收間距 D_R ，接收間距 D_R 大致為雷達天線系統10所傳輸之無線訊號波長的二分之一。同樣地，傳送子陣列 $Tx_1 \sim Tx_N$ 中任一傳送子陣列 Tx_t 與其相鄰之傳送子陣列 Tx_{t+1} （或傳送子陣列 Tx_{t-1} ）之間相隔一傳送間距 D_T ，傳送間距 D_T 為接收間距 D_R 的 M 倍，其中整數 M 為接收子陣列 $Rx_1 \sim Rx_M$ 之一個數。收發控制單元100控制傳送子陣列 $Tx_1 \sim Tx_N$ 及接收子陣列 $Rx_1 \sim Rx_M$ ，使得雷達天線系統10切換操作於一比幅單脈衝模式（Amplitude-Comparison Mono-Pulse）與一比相單脈衝模式

（Phase-Comparison Mono-Pulse）。當雷達天線系統10操作於比幅單脈衝模式時，雷達天線系統10可形成一虛擬陣列天線（Virtual Array Antenna），並形成 $N * M$ 個不同角度的波束，以進行不同方向之角度辨識，而當目標物相對於雷達天線系統10之角度大於一特定值時，雷達天線系統10可自比幅單脈衝模式切換操作於比相單脈衝模式。換句話說，雷達天線系統10可視情況操作於比幅單脈衝模式或是比相單脈衝模式，其可同時達到寬廣掃描角度範圍以及精準角度解析度。

【0008】 另外，接收間距 D_R 相對於雷達天線系統10之一掃描角度範圍，詳細來說，掃描角度範圍隨接收間距 D_R 遞減而遞增，即當接收間距 D_R 愈大，掃描角度愈小；當接收間距 D_R 愈小，掃描角度愈大。具體來說，請參考第7圖，第7圖為雷達天線系統10操作於比相單脈衝模式之相位差與角度變化關係示意圖，實線代表當接收間距 D_R 為一間距 d_1 時之相位差與角度變化關係，虛線代表當接收間距 D_R 為一間距 d_2 時之相位差與角度變化關係，其中，間距 d_1 小於間距 d_2 。由第7圖可知，當接收間距 D_R 為較小之間距 d_1 時，掃描角度範圍可達正負80度，當接收間距 D_R 為較大之間距 d_2 時，掃描角度範圍小於正負60度，即雷達天線系統10之掃描角度範圍隨接收間距 D_R 遞減而遞增。

【0009】 當雷達天線系統10操作於比幅單脈衝模式時，收發控制單元100利用傳送子陣列 $Tx_1 \sim Tx_N$ 中至少二傳送子陣列進行無線單脈衝訊號之傳送，並利

用接收子陣列Rx₁~Rx_M中至少二接收子陣列進行無線訊號之接收。較佳地，當雷達天線系統10操作於比幅單脈衝模式時，雷達天線系統10可形成虛擬陣列天線，收發控制單元100利用全部的傳送子陣列Tx₁~Tx_N進行無線單脈衝訊號之傳送，並利用全部的接收子陣列Rx₁~Rx_M進行無線訊號之接收，以達到精準的角度解析度。而當雷達天線系統10操作於比相單脈衝模式時，收發控制單元100利用傳送子陣列Tx₁~Tx_N中至少一傳送子陣列進行無線單脈衝訊號之傳送，並利用接收子陣列Rx₁~Rx_M中至少二接收子陣列進行無線訊號之接收。較佳地，當雷達天線系統10操作於比相單脈衝模式時，收發控制單元100利用相鄰的接收子陣列Rx_r與其相鄰之接收子陣列Rx_{r+1}（或接收子陣列Rx_{r-1}）進行無線訊號之接收，以增加掃描角度範圍。

【0010】 另一方面，傳送子陣列Tx₁~Tx_N分別具有傳送子陣列中心PCT₁~PCT_N，傳送子陣列中心PCT₁~PCT_N相互對齊，於一實施例中，傳送子陣列中心PCT₁~PCT_N相互對齊於一傳送相位中線PCLT。同樣的，接收子陣列Rx₁~Rx_M分別具有接收子陣列中心PCR₁~PCR_M，接收子陣列Rx₁~Rx_M相互對齊，於一實施例中，接收子陣列中心PCR₁~PCR_M相互對齊於一接收相位中線PCLR。

【0011】 詳細來說，傳送子陣列Tx₁~Tx_N中每一傳送子陣列Tx_t皆包含有傳送輻射體PAT₁~PAT_k，傳送子陣列Tx_t透過平行於X軸之一傳送子陣列中線CLT_t將傳送輻射體PAT₁~PAT_k串接成一序列，傳送間距D_T即為傳送子陣列Tx_t之傳送子陣列中線CLT_t與相鄰之傳送子陣列Tx_{t+1}之一傳送子陣列中線CLT_{t+1}（或傳送子陣列Tx_{t-1}之一傳送子陣列中線CLT_{t-1}）之間間距。同樣的，接收子陣列Rx₁~Rx_M中每一接收子陣列Rx_r皆包含有接收輻射體PAR₁~PAR_l，接收子陣列Rx_r透過平行於X軸之一接收子陣列中線CLR_r將接收輻射體PAR₁~PAR_l串接成一序列。接收間距D_R即為接收子陣列Rx_r之接收子陣

列中線 CLR_r 與相鄰之接收子陣列 Rx_{r+1} 之一接收子陣列中線 CLR_{r+1} （或接收子陣列 Rx_{r-1} 之一接收子陣列中線 CLR_{r-1} ）之間間距。

【0012】 更進一步地，為了抑制旁波瓣（Sidelobe）的影響，傳送輻射體 $PAT_1 \sim PAT_k$ 與接收輻射體 $PAR_1 \sim PAR_L$ 在平行於Y軸方向上可具有不完全相同的長度。於一實施例中，傳送輻射體 $PAT_1 \sim PAT_k$ 在平行於Y軸方向的長度分別隨傳送輻射體 $PAT_1 \sim PAT_k$ 與其所在之傳送子陣列之傳送子陣列中心的距離遞增而遞減，以傳送子陣列 Tx_1 為例，傳送輻射體 PAT_1 與傳送子陣列中心 PCT_1 之間的距離最短，傳送輻射體 PAT_1 在平行於Y軸方向的長度最長，而傳送輻射體 PAT_k 與傳送子陣列中心 PCT_1 之間的距離最長，傳送輻射體 PAT_k 在平行於Y軸方向的長度最短；同樣地，接收輻射體 $PAR_1 \sim PAR_L$ 在平行於Y軸方向的長度分別隨接收輻射體 $PAR_1 \sim PAR_L$ 與其所在之接收子陣列之接收子陣列中心的距離遞增而遞減，以接收子陣列 Rx_1 為例，接收輻射體 PAR_1 與接收子陣列中心 PCR_1 之間的距離最短，傳送輻射體 PAT_1 在平行於Y軸方向的長度最長，而接收輻射體 PAR_L 與接收子陣列中心 PCR_1 之間的距離最長，傳送輻射體 PAT_k 在平行於Y軸方向的長度最短。

【0013】 另一方面，收發控制單元100可根據一目標物TG相對於雷達天線系統10之一角度AG，來決定雷達天線系統10操作於比幅單脈衝模式或比相單脈衝模式。例如，當角度AG大於一特定值TH時，收發控制單元100控制傳送子陣列 $Tx_1 \sim Tx_N$ 及接收子陣列 $Rx_1 \sim Rx_M$ ，使得雷達天線系統10操作於具有寬廣掃描角度範圍的比相單脈衝模式；相反地，當角度AG小於特定值TH時，收發控制單元100控制傳送子陣列 $Tx_1 \sim Tx_N$ 及接收子陣列 $Rx_1 \sim Rx_M$ ，使得雷達天線系統10操作於具有精準角度解析度的比幅單脈衝模式。其中，雷達天線系統10不限於利用特定方式來取得角度AG，於一實施例中，當雷達天線系統10操作於比幅單脈衝模式時，雷達天線系統10可透過推遲發送時間（Time Division）的

方式，將N發M收之天線系統形成為一發N*M收之虛擬陣列天線（Virtual Array Antenna），而形成具有不同指向方向的波束（Beam） $BM_1 \sim BM_{N*M}$ ，其中，波束 BM_1 、 BM_{N*M} 為角度偏移最大之波束。當對應於目標物TG之回波訊號於波束 BM_1 或波束 BM_{N*M} 中具有最大能量時，代表目標物TG之角度AG可能已超過比幅單脈衝模式所能提供的掃描角度範圍，即角度AG大於特定值TH，此時雷達天線系統10應操作於比相單脈衝模式。相反地，當對應於目標物TG之回波訊號於波束 $BM_2 \sim BM_{N*M-1}$ 其中之一波束中具有最大能量時，代表目標物TG之角度AG仍位於比幅單脈衝模式所能提供的掃描角度範圍內，即角度AG小於特定值TH，此時雷達天線系統10應操作於比幅單脈衝模式。

【0014】 具體來說，請參考第2圖至第6圖，第2圖為本發明實施例一雷達天線系統20之示意圖，第3圖為雷達天線系統20所形成之天線場型圖之示意圖，第4圖為雷達天線系統20操作於比幅單脈衝模式之一差和比（Delta-Sum Ratio， Δ/Σ ）之示意圖，第5圖為當雷達天線系統20操作於比幅單脈衝模式且訊雜比（Signal-to-Noise Ratio，SNR）為20dB之天線場型示意圖，第6圖為當雷達天線系統20操作於比相單脈衝模式且訊雜比為20dB之天線場型示意圖，其中，第5圖及第6圖之天線場型繪示於由座標軸 X_1 、 Y_1 所構成之一平面。雷達天線系統20與雷達天線系統10結構類似，故相同元件沿用相同符號，與雷達天線系統10不同之處在於，雷達天線系統20為一三發四收之天線系統，故雷達天線系統20可等效成為一發十二收之虛擬陣列，也就是說，雷達天線系統20可於不同指向方向上形成波束 $BM_1 \sim BM_{12}$ ，如第3圖所示，其中，波束 BM_1 、 BM_{12} 為角度偏移最大之波束，波束 BM_1 、 BM_{12} 因受到旁波瓣與光柵波瓣（Grating Lobe）的因素而無法準確計算出目標物TG之角度AG，使得雷達天線系統20操作於比幅單脈衝模式時的掃描角度範圍僅在正負55度之內，而雷達天線系統20操作於比相單脈衝模式時的掃描角度範圍可達到正負80度。當雷達天線系統20偵測對應於目標物TG

之回波訊號於波束 BM_1 或波束 BM_{12} 中具有最大能量時，此時收發控制單元100控制雷達天線系統20操作於比相單脈衝模式；而當雷達天線系統20偵測對應於目標物TG之回波訊號於波束 $BM_2 \sim BM_{11}$ 其中之一波束中具有最大能量時，此時收發控制單元100控制雷達天線系統20操作於比幅單脈衝模式。如此一來，雷達天線系統20可同時達到寬廣掃描角度範圍以及精準角度解析度。

【0015】 由上述可知，本發明之雷達天線系統可根據目標物TG之角度AG，切換操作於比幅單脈衝模式與比相單脈衝模式，以達到寬廣掃描角度範圍以及精準角度解析度。需注意的是，前述實施例係用以說明本發明之概念，本領域具通常知識者當可據以做不同之修飾，而不限於此。舉例來說，雷達天線系統傳送子陣列之個數與接收子陣列之個數並未有所限，只要傳送子陣列之個數與接收子陣列之個數皆大於一，即滿足本發明之需求。另外，傳送子陣列及接收子陣列所串接之傳送輻射體及接收輻射體之個數並未有所限，可視系統需求調整輻射體之個數，只要傳送子陣列中心之間相互對齊且接收子陣列中心之間相互對齊，即滿足本發明之需求。

【0016】 綜上所述，本發明之雷達天線系統可切換操作於比幅單脈衝模式與比相單脈衝模式，相較於習知技術，本發明之雷達天線系統可同時達到寬廣掃描角度範圍以及精準角度解析度。

以上所述僅為本發明之較佳實施例，凡依本發明申請專利範圍所做之均等變化與修飾，皆應屬本發明之涵蓋範圍。

【符號說明】

【0017】	
10、20	雷達天線系統
100	收發控制單元
$Tx_1 \sim Tx_N$	傳送子陣列

$Rx_1 \sim Rx_M$	接收子陣列
S1	第一側
S2	第二側
D_T, D_R	間距
$PCT_1 \sim PCT_N, PCR_1 \sim PCR_M$	子陣列中心
PCLT、PCLR	相位中線
$PAT_1 \sim PAT_K, PAR_1 \sim PAR_L$	輻射體
$CLT_1 \sim CLT_N, CLR_1 \sim CLR_M$	子陣列中線
X、Y、 X_1 、 Y_1	座標軸
$BM_1 \sim BM_{12}$	波束