

(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

公告本

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：97109786

※ 申請日期：97.3.20.

※IPC 分類：G01S 13/50 (2006.01)

G08G 1/123 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

多車道車輛偵測裝置

MULTI-LANE VEHICLE DETECTION APPARATUS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)(簽章)

國立交通大學/ National Chiao Tung University

指定 為應受送達人

代表人：(中文/英文)(簽章) 吳妍華/ Lee Wu, Yan-Hwa

住居所或營業所地址：(中文/英文)

300 新竹市大學路 1001 號/1001 Ta Hsueh Road, Hsinchu, Taiwan 300,
R. O. C.

國 籍：(中文/英文) 中華民國 / R.O.C.

電話/傳真/手機：(03)5712121

E-MAIL：

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 莊晴光 / Ching-Kuang C. Tzuang

2. 張繼禾/Chi-Ho Chang

國 籍：(中文/英文)

1. 中華民國 / R.O.C.

2. 中華民國 / R.O.C.

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明提供一種車輛偵測裝置，其採遠端交通微波偵測方式，可用於進行多車道之偵測。藉由本發明之設計，偵測裝置所偵測到之回波能量並不因車輛所在位置的遠近而產生明顯變化，因而本發明之車輛偵測裝置能夠在不同的目標距離下仍維持相當之偵測準確度，可實現現有微波偵測方式之偵測裝置所無法達到的多車道準確偵測。

六、英文發明摘要：

A vehicle detection apparatus adopting microwave sensing schemes for performing the multi-lane vehicle detection is provided in the present invention. According to the present invention, the signal-to-noise ratio (SNR) of the detected reflecting wave is varied within an inconsiderable range so that the provided apparatus may exhibit a unique property which is adoptable for the multi-lane vehicle detection and the precision is unachievable by the existing detectors.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(一)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1	微波式車輛偵測裝置
11	接收天線陣列
12	發射天線陣列
13	射頻收發單元
131	訊號輸入端
132	訊號輸出端
14	中頻及數位訊號處理器

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明與車輛偵測器有關，特別是與微波雷達式車輛偵測器有關。

【先前技術】

車輛偵測器係根據交通管理監控之需求而佈設於道路上，以收集交通資訊，供車流判斷與號誌時制計畫運算之用，並配合自動評估模式，整體系統將進行運算以產生所需之路況訊息。

在多種車輛偵測器中，目前國內交控系統工程廣為使用的是環路線圈式車輛偵測器，其藉由車輛在通過埋設於車道路面下之金屬環路線圈時所造成的線圈電感量之改變，來偵測該車道之流量及佔有率，利用車輛通過兩組環路線圈所耗時間來求得車速及車長，進而進行車種判別；然其於施工維護時必須長時間封閉車道，因而造成用路不便。

在其他偵測方式中，使用都卜勒雷達進行車輛偵測之系統，可獲得精確的速度資訊；然而，此種雷達之雷達波的特性，在於其具有方向專一性以獲得最大的回波能量，因此一組都卜勒雷達僅適用於單一車道之偵測。此外，當以單一都卜勒雷達偵測系統進行所有車道的偵測時，由於各別車輛所在車道與偵測系統之間的距離不同，回波能量因而有所差異，進而對偵測準確度造成影響；因此，如欲同時收集到來自多個車道的車流資料，則必須在每一車道上都架設一部偵測器，不僅耗費物力，後續維護成本更是十分可觀。

除此之外，採用都卜勒雷達之車輛偵測系統僅適用於偵測精確車速，無法藉其取得如車種、車道佔有率與車流密度等參數。

採用調頻連續波調變（Frequency-Modulation Continuous-Wave, FMCW）技術之遠端交通微波式偵測器，係一種低成本、通用型之全天候交通偵測器，其以固定的扇形波束連續發射低功率的變頻微波訊號；其微波波束會在道路表面形成看不見的長橢圓形印跡，而任何非背景之物體都會將反射訊號傳回偵測器，以供目標檢測與距離測量之用，是一種極具應用潛力的車輛偵測裝置。

然而，現有的微波式車輛偵測裝置，其中頻及數位訊號處理器，必須針對來自不同距離之目標物的回波能量，進行對應的後段訊號處理，以供後續辨識相關的車流參數之用，因此在實際應用上，限制較大，且成本亦因後段訊號處理的不同設計而較為高昂。

由上述說明可知，目前亟需一種成本較低且可同時偵測多車道之車輛偵測裝置。

鑑於上述需求，申請人係經悉心研究，提出本案「多車道車輛偵測裝置」，以克服習知車輛偵測裝置之上述缺失。

【發明內容】

本發明之第一構想在於提供一種微波式車輛偵測裝置，其無須針對不同回波而進行不同的後段訊號處理，可用於進行多車道之偵測。

根據上述構想，本發明之微波式車輛偵測裝置包括一射頻

收發單元、至少兩洩漏波天線以及一中頻及數位訊號處理單元；其中該射頻收發單元包括一訊號輸入端與一訊號輸出端，兩洩漏波天線係彼此緊密靠合並分別耦合至該訊號輸入端與該訊號輸出端，而該中頻及數位訊號處理單元係連接於該射頻收發單元以響應該射頻收發單元所產生之一差頻訊號而產生分別與至少一車道對應之至少一車流參數。

根據上述構想，該等洩漏波天線係配置以於接收一目標區域之反射微波訊號時，使所接收之該反射微波訊號之訊雜比變化量小於 32 dB，而該微波式車輛偵測裝置係藉以進行所述多車道偵測。

根據上述構想，該微波式車輛偵測裝置更包括一調整裝置，其與該等天線耦合以調整該等天線之一提升角與一高度其中之一。

根據上述構想，其中該射頻收發單元更包括一壓控震盪器、耦接至該壓控放大器之一緩衝放大器、耦接至該緩衝放大器之一功率分配器、一第一驅動放大器與一第二驅動放大器、一混波器與一低雜訊放大器，其中該第一驅動放大器係耦接至該功率分配器之一第一端，而該第二驅動放大器係耦接至該功率分配器之一第二端；該混波器係耦接至該第一驅動放大器，而該低雜訊放大器係耦接至該混波器。

根據上述構想，其中該射頻收發單元之該壓控震盪器、該緩衝放大器、該功率分配器、該第一與第二驅動器、該混波器與該低雜訊放大器係整合於一晶片上。

根據上述構想，其中該等天線之一靠合距離係低於 5 mm。

根據上述構想，其中該等天線之一隔離度係大於 40 dB。

根據上述構想，其中該車流參數係車速、車種、車道佔有率、車流密度與車流量其中之一。

本發明之一第二構想在於提供一種嵌入式車輛偵測裝置，用於進行多車道偵測，該嵌入式車輛偵測裝置的特徵在於包括一系統晶片、一天線模組以及一中頻及數位訊號處理單元，其中該系統晶片上係整合有一射頻訊號收發模組，而該天線模組與該中頻及數位訊號處理單元係耦合至該射頻訊號收發模組。

根據上述構想，其中該中頻及數位訊號處理單元係響應該射頻訊號產生模組所產生之一調頻調變連續波（Frequency-Modulation Continuous-Wave, FMCW）訊號而產生一差頻訊號，其中該差頻訊號係與至少一車道之至少一車流參數對應。

根據上述構想，該天線模組係配置以於接收一目標區域之反射微波訊號時，使所接收之該反射微波訊號之訊雜比變化量係小於 32 dB，以供該嵌入式車輛偵測裝置進行所述多車道偵測。

根據上述構想，其中該天線模組包括至少一對洩漏波天線。

根據上述構想，其中該嵌入式車輛偵測裝置更包括一調整裝置，其與該等天線耦合以調整該等天線之一提升角與一高度其中之一。

根據上述構想，其中該對洩漏波天線之間之一靠合距離係低於 5 mm。

根據上述構想，其中該對洩漏波天線之一隔離度係大於

40 dB。

根據上述構想，其中該車流參數係車速、車種、車道佔有率、車流密度與車流量其中之一。

本案得藉由下列圖式及詳細說明，俾得以令讀者更深入了解：

【實施方式】

請參閱第一圖，其係一系統方塊圖，用以說明根據本發明之一較佳實施例之微波式車輛偵測裝置。本發明之微波式車輛偵測裝置 1 係利用調頻連續波來進行多車道的車流參數之偵測。本發明之微波式車輛偵測裝置 1 包括接收天線陣列 11 與發射天線陣列 12，其分別耦接至微波式車輛偵測裝置 1 之射頻收發單元 13 的訊號輸入端 131 與訊號輸出端 132；此外，微波式車輛偵測裝置 1 還包括一中頻及數位訊號處理器 14，其與射頻收發單元 13 耦接以進行場量測之即時評估，其可響應射頻收發單元 13 所產生之一差頻訊號而產生所需之車速、車種、車道佔有率、車流密度與車流量等車流參數。

在本發明中，接收天線陣列 11 與發射天線陣列 12 係緊密靠合以減少微波式車輛偵測裝置 1 所需的配置空間；在一較佳實施例中，接收天線陣列 11 與發射天線陣列 12 之間的靠合距離 d 係小於 5 mm，且其於不同頻率（9~11 GHz）下之隔離度仍達 40 dB 以上，可有效避免兩個天線陣列之間近場耦合干擾，如第二圖之量測結果所示，其中縱軸 S_{21} 係接收天線陣列 11 對發射天線陣列 12 之耦合量，耦合量越低表示兩天線陣列之間近場干擾效應越少，即隔離度越佳。

在上述實施例中，該射頻收發單元 13 係一 $0.18\ \mu\text{m}$ 之 1P6M CMOS 完全整合之系統晶片，第三圖即說明了同由本案發明人所發展之此種系統晶片 3 的佈局方式，其中所述系統晶片 3 係由壓控振盪器 (VCO) 31、緩衝放大器 32、功率分配器 33、低雜訊放大器 (LNA) 34、以及兩個驅動放大器 (Amp_LO) 35、(Amp_TX) 36 與混波器 37 等整合而成，以執行訊號偵測過程中所需之大部分射頻訊號處理程序。此外，亦可於系統晶片 3 外部另設一功率放大器，以進一步提升系統晶片 3 所輸出之訊號的功率。

在根據本發明之一較佳實施例中，係利用互補式波導微帶傳輸線 (Complementary-Conducting-Strip Transmission Line, CCS TL) 技術來設計所述系統晶片 3，藉由 CCS TL 技術所實現之晶片內區塊連接，可提高 FMCW 雷達所需之隔離度；較佳為，功率分配器 33 係由 $70.7\ \Omega$ 之兩 CCS TL 與一 $100\ \Omega$ 之絕緣電阻器所組成，並具有兩個輸出埠，其分別經由長度為 $670\ \mu\text{m}$ 與 $320\ \mu\text{m}$ 之 CCS TL 而連接至兩個驅動放大器 (Amp_LO) 35 與 (Amp_TX) 36。

在本發明中，由晶片外部之數位訊號處理器所控制的三角波係饋入晶片上之 VCO 31，而功率分配器 33 在分配所傳輸之訊號後，分別經由兩輸出埠而將分配之訊號饋送至驅動放大器 (Amp_LO) 35、(Amp_TX) 36。

第四圖係一示意圖，其說明了本發明之較佳實施例的多車道車輛偵測裝置的架設方式，所示之多車道車輛偵測裝置 4 即使用上述微波式車輛偵測方式來進行車輛偵測；其中，多車道車輛偵測裝置 4 係架設在路側離地面高度為 h 處，其進行距離為 D 之場量測以偵測多車道中的車輛佔有率，距離 D 即多車

道之寬度，藉以辨別多車道之車流參數，且其表示此偵測裝置之最大涵蓋範圍 (maximum coverage)；其中範圍 E 係表示偵測裝置中天線之能量場形。在本實施例中，微波式車輛偵測裝置係建置在一金屬外殼 41 內，且其中整合有一射頻收發單元之系統晶片與中頻及數位訊號處理單元，而兩天線陣列係配置在金屬外殼的上表面並覆以天線罩 (圖中未示)，天線陣列的 H 平面係與車道垂直，並由一調整裝置 42 調整其提升角 (elevation angle) 以助於抑制因車輛移動所產生之都卜勒效應，並調整各車道回波訊號的訊雜比；偵測裝置的架設高度 h 以及其與目標車輛之間的水平距離 D 分別為 3 公尺與 30 公尺。在本發明之較佳實施方式中，係以洩漏波天線陣列來建構上述之車輛偵測裝置，而其量測結果如第五圖所示。

請參閱第五圖，其係第四圖所示之多車道車輛偵測裝置在不同提升角下 (35° 與 50°)，其訊雜比 (Signal-to-Noise Ratio, SNR) 與目標車輛距架設位置之水平距離 D 的關係圖。由圖可知，本發明之多車道車輛偵測裝置在接收位於 5 公尺至 30 公尺之不同水平距離處 (其中 D 為 30 公尺即相當於 6 至 8 個車道寬度) 之目標車輛的反射微波訊號時，由於洩漏波天線之設計，其於不同距離處所接收之反射微波訊號的訊雜比 (Signal-to-Noise Ratio, SNR) 變化量為 28 dB 至 34 dB。

此外，請參閱第六圖，其進一步說明了在不同的架設高度下多車道車輛偵測裝置之回波能量差與水平距離 D 的關係，其中曲線 (A)、(B)、(C) 與 (D) 分別表示架設高度 h 為 2、3、4 與 5 公尺之測量結果。由圖可知，當多車道車輛偵測裝置與目標車輛之間的水平距離為 30 m 且架設高度 5 m 時，其最大回波能量差約為 30~35 dB；整體而言，本發明之多車道

車輛偵測裝置的回波能量差變化範圍並不大，一般皆在 32 dB 的變化範圍內。

換言之，在利用本發明之車輛偵測裝置進行多車道偵測時，並不會因為個別車輛所在車道與偵測器之間的距離不同而導致不同的回波能量，即車輛偵測裝置的偵測準確度並不因此而受到影響；僅需配合簡單之後端中頻及數位訊號處理單元中演算法的設計，即可轉換成車速、車種、車道佔有率、密度與車流量等車流資料。因此，本發明之車輛偵測器可用於準確收集來自多個車道的車流資料。

在本發明中，首度提出了以射頻 (RF) 電路模組或 CMOS 射頻訊號收發單元之系統晶片、兩平面洩漏波天線陣列以及中頻及訊號處理單元所組成之微波式車輛偵測裝置，並將其應用於交通管理系統中以進行多車道車輛偵測。藉由本發明之設計，可使所偵測之回波能量不因車輛所在位置的遠近而產生明顯變化，其訊雜比係變化於一可忽略之範圍，因而本發明之車輛偵測器能夠在不同的目標距離下仍維持相當之偵測準確度，可實現現有微波式偵測器所無法達到的多車道偵測。此外，本發明中採用了雙洩漏波天線陣列之設計，相較於傳統微波偵測器之單一天線架構，其於緊密排列下仍具有絕佳之隔離度，且不需使用高價之循環器 (circulator) 來銜接發射器輸出端、天線接頭與接收機輸入端，並可製作於印刷電路基板而進行量產，因此具有體積小、準確度高、製作成本低等優勢，深具應用潛力與產業推廣價值。

綜合上述說明可知，本發明實為一新穎、進步且具產業實用性之發明，深具發展價值。本發明得由熟悉技藝之人任施匠思而為諸般修飾，然不脫如附申請範圍所欲保護者。

【圖式簡單說明】

第一圖係一系統方塊圖，用以說明根據本發明之一較佳實施例之微波式車輛偵測裝置；

第二圖係本發明之車輛偵測裝置中接收天線陣列與發射天線陣列間之電磁耦合量 (S_{21}) 隨載波頻率變化關係圖；

第三圖係用以說明在本發明之微波式車輛偵測裝置中所使用之系統晶片的佈局方式；

第四圖係一示意圖，用以說明本發明之多車道車輛偵測裝置的架設方式；

第五圖係用以說明第四圖所示之多車道車輛偵測裝置在不同提升角下，其訊雜比 (SNR) 與目標車輛距架設點之水平距離 D 的關係；以及

第六圖係進一步說明了在不同的架設高度下，第四圖所示之多車道車輛偵測裝置之回波能量差 (Echo Power) 與目標車輛距架設點之水平距離 D 的關係。

【主要元件符號說明】

1	微波式車輛偵測裝置
11	接收天線陣列
12	發射天線陣列
13	射頻收發單元
131	訊號輸入端
132	訊號輸出端

14	中頻及數位訊號處理器
3	系統晶片
31	壓控震盪器
32	緩衝放大器
33	功率分配器
34	低雜訊放大器
35	驅動放大器
36	驅動放大器
37	混波器
4	車輛偵測系統
41	外殼
42	調整裝置

十、申請專利範圍：

101年8月7日修正本

1. 一種微波式車輛偵測裝置，具有接收天線陣列與發射天線陣列，其所接收之反射微波訊號的訊雜比變化量為28dB至34dB，係用於進行多車道且可偵測之距離約在5公尺至30公尺間，至少包含：

一射頻收發單元，具有一訊號輸入端與一訊號輸出端且具有產生一差頻訊號的功能；

一接收天線陣列與一發射天線陣列，其中該接收天線陣列與該發射天線陣列具有一隔離度達至少 40 dB，該接收天線陣列與該發射天線陣列之間的一靠合距離係小於 5 mm，可避免一近場耦合干擾，且該發射天線陣列接收對應於該多車道線之一不同距離處所接收之一反射微波訊號的一訊雜比變化量為 28 dB 至 34 dB；

一調整裝置，耦合該接收天線陣列與該發射天線陣列，具有調整一提升角與一高度以調整該多車道的一回波訊號的一訊雜比的功能；

一中頻及數位訊號處理單元，其與該射頻收發單元耦接以進行一場量測之一即時評估，其可響應該射頻收發單元所產生之一差頻訊號而產生所需之一車流參數，其中該車流參數係由一車速、一車種、一車道佔有率、一車流密度與一車流量群組中所選出，故而該微波式車輛偵測裝置藉以進行該多車道偵測。

2. 如申請專利範圍第1項所述之微波式車輛偵測裝置，其中該射頻收發單元，係由一標準0.18 μm 製程所製成1P6M CMOS完全整合的系統晶片，至少包含：

一壓控震盪器；

一緩衝放大器，其耦接至該壓控放大器；

一功率分配器，其耦接至該緩衝放大器；

一第一驅動放大器與一第二驅動放大器，其中該第一驅動放大器係耦接至該功率分配器之一第一端，而該第二驅動放大器係耦接至該功率分配器之一第二端；

一混波器，其耦接至該第一驅動放大器；以及

一低雜訊放大器，其耦接至該混波器。

3. 一種微波式車輛偵測裝置，具有接收天線陣列與發射天線陣列，其所接收之反射微波訊號的訊雜比變化量為28dB至34dB，係用於進行多車道且可偵測之距離約在5公尺至30公尺間，至少包含：

一射頻收發單元，係由一標準 0.18 μm 製程所製成 1P6M CMOS 完全整合的系統晶片，至少包含：

一壓控震盪器；

一緩衝放大器，其耦接至該壓控放大器；

一功率分配器，其耦接至該緩衝放大器；

一第一驅動放大器與一第二驅動放大器，其中該第一驅動放大器係耦接至該功率分配器之一第一端，而該第二驅動放大器係耦接至該功率分配器之一第二端；

一混波器，其耦接至該第一驅動放大器；以及

一低雜訊放大器，其耦接至該混波器；

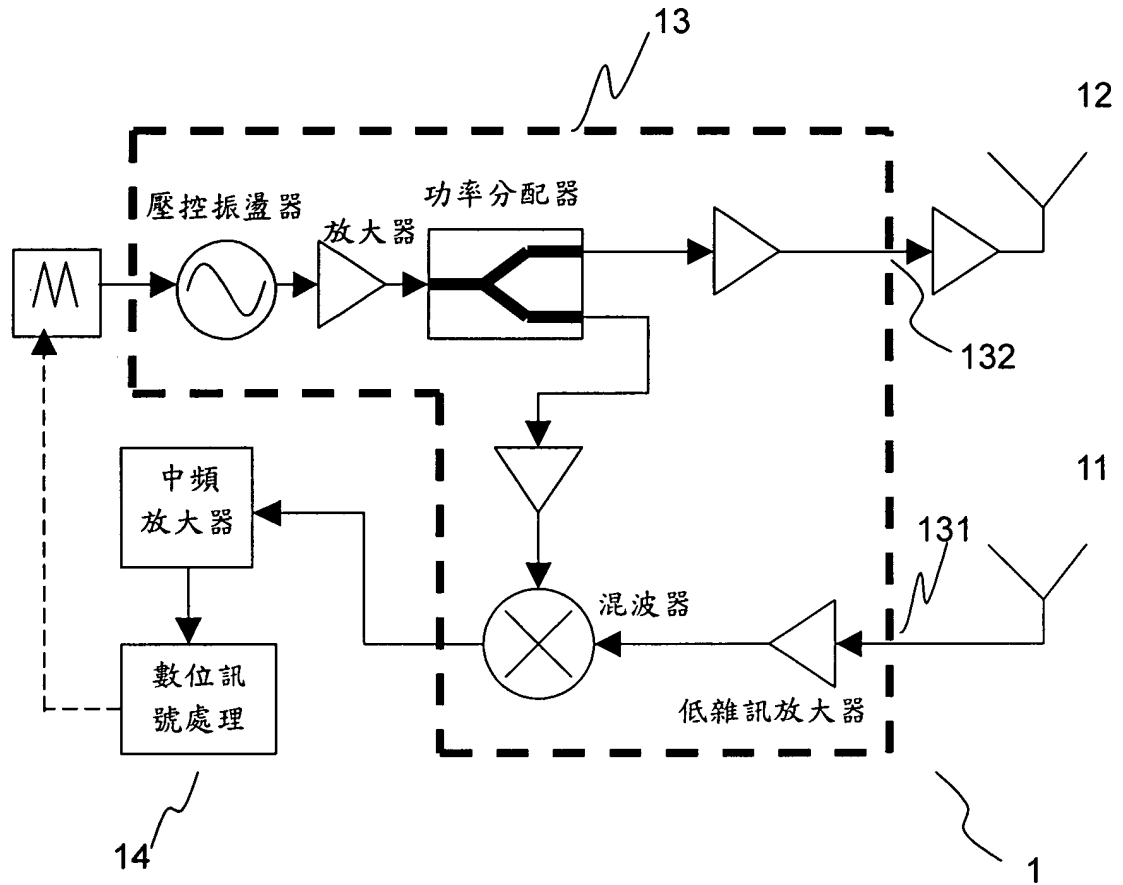
一接收天線陣列與一發射天線陣列，其中該接收天線陣

列與該發射天線陣列具有一隔離度達至少 40 dB，該接收天線陣列與該發射天線陣列之間的一靠合距離係小於 5 mm，可避免一近場耦合干擾，且該發射天線陣列接收對應於該多車道線之一不同距離處所接收之一反射微波訊號的一訊雜比變化量為 28 dB 至 34 dB；

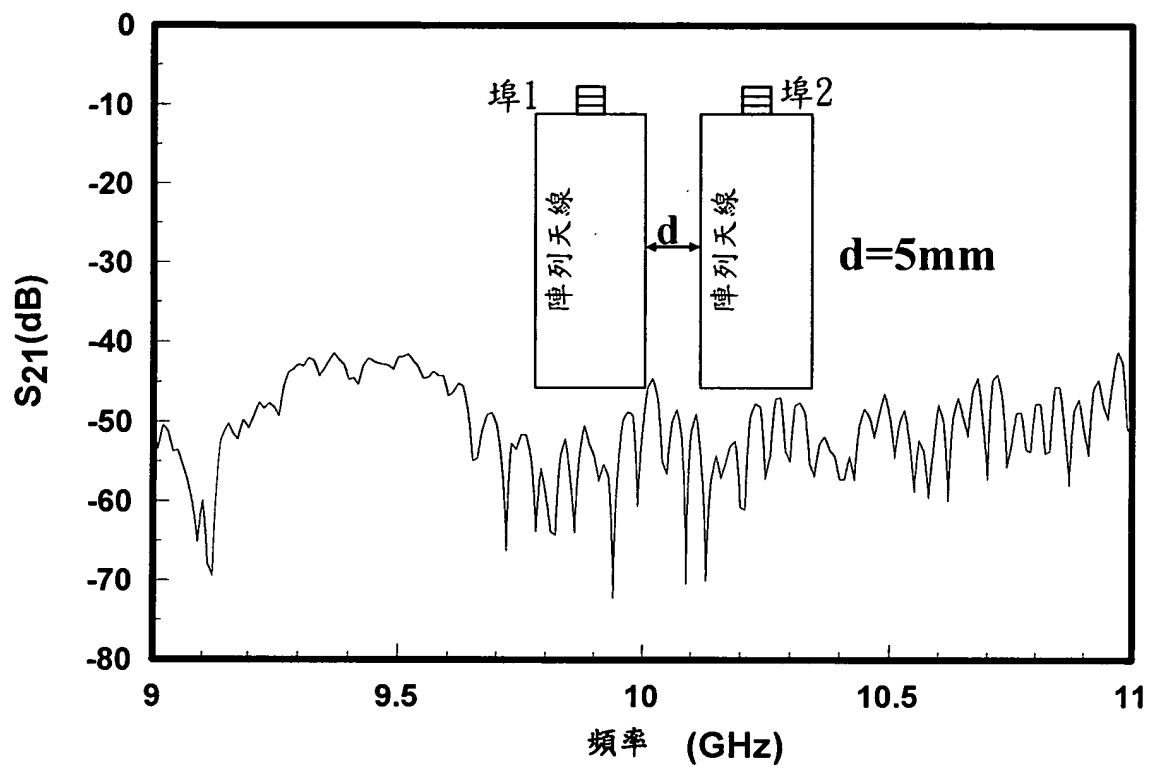
一調整裝置，耦合該接收天線陣列與該發射天線陣列，具有調整一提升角與一高度以調整該多車道的一回波訊號的一訊雜比的功能；以及

一 中頻及數位訊號處理單元，其與該射頻收發單元耦接以進行一場量測之一即時評估，其可響應該射頻收發單元所產生之一差頻訊號而產生所需之一車流參數，其中該車流參數係由一車速、一車種、一車道佔有率、一車流密度與一車流量群組中所選出，故而該微波式車輛偵測裝置藉以進行該多車道偵測。

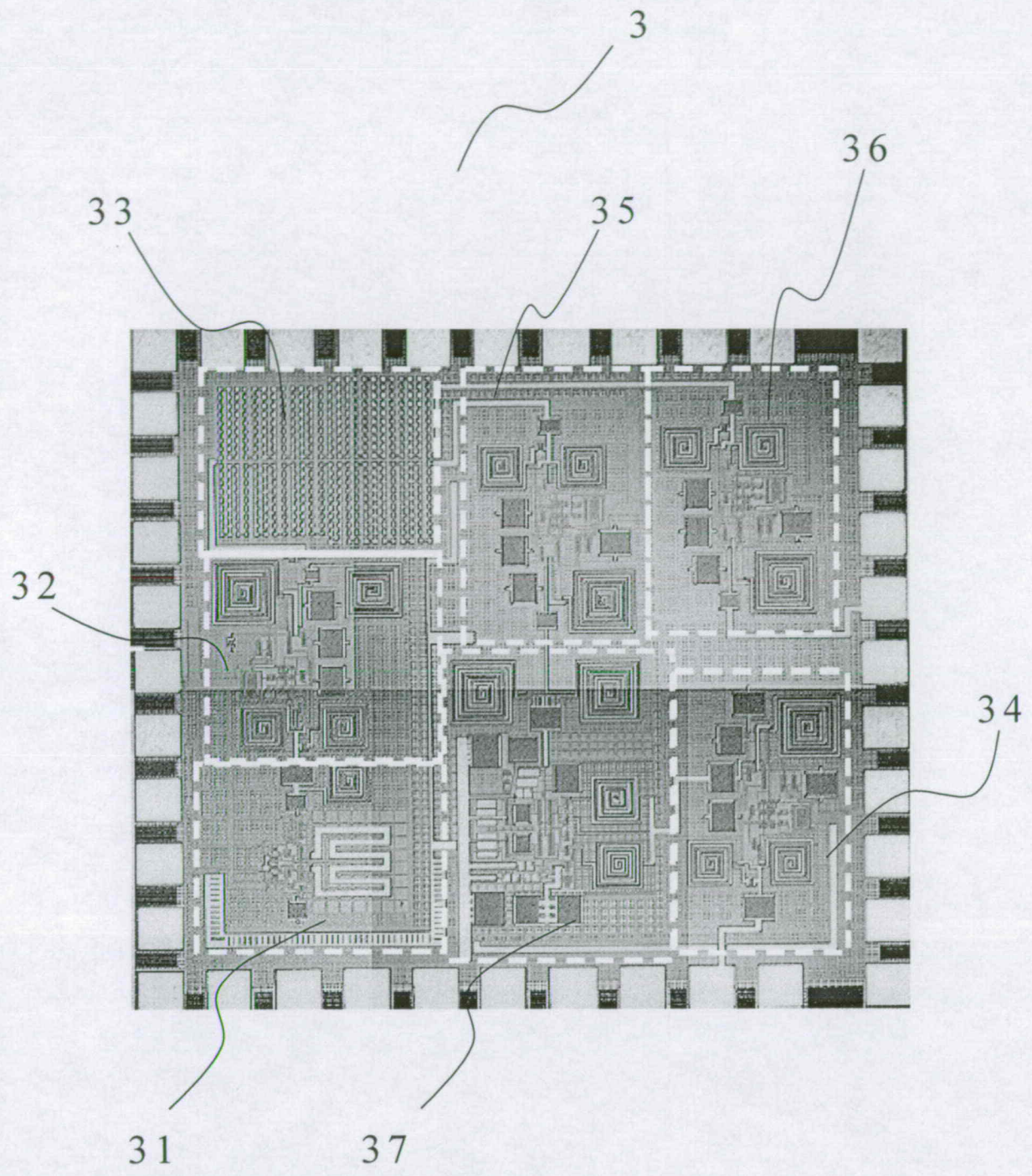
十一、圖式：



第一圖

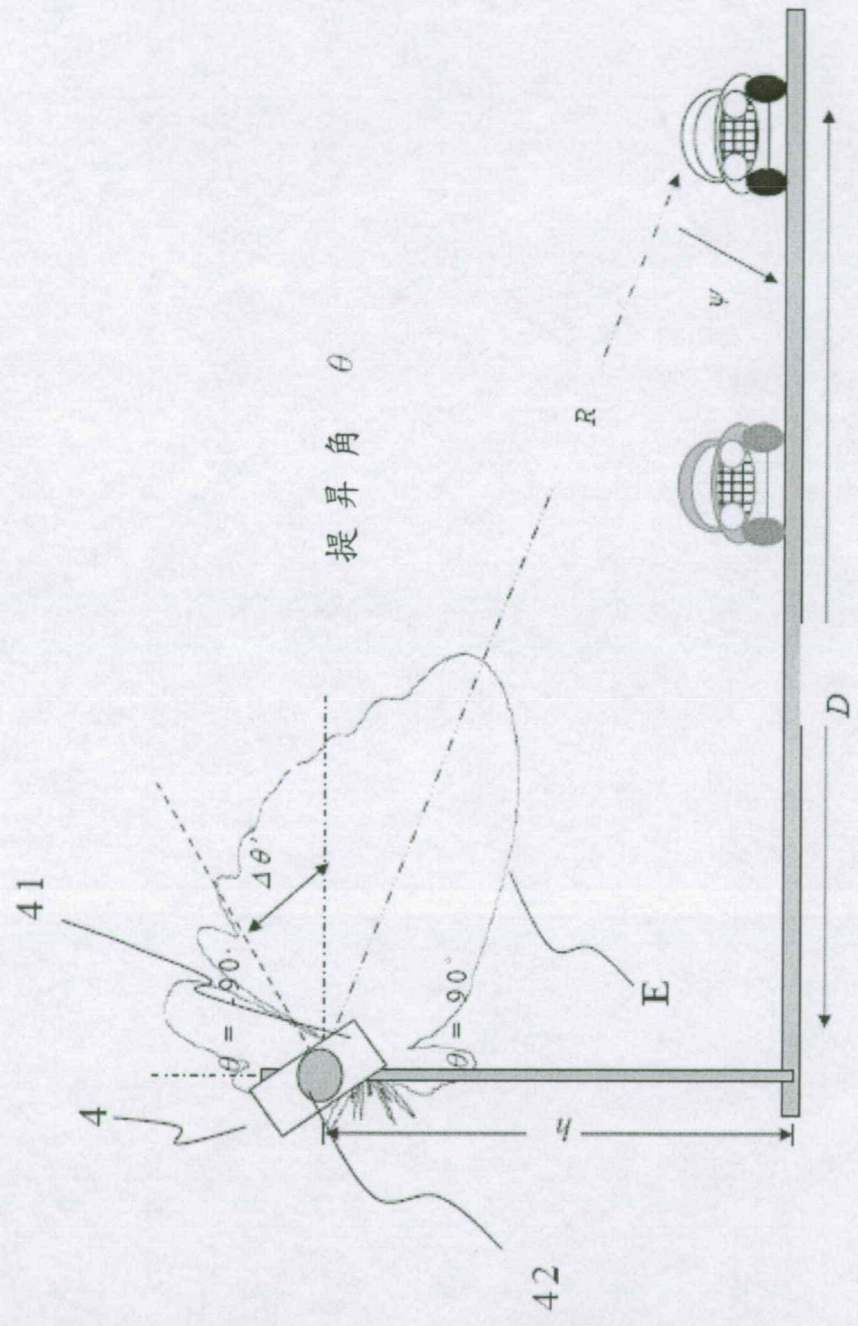


第二圖



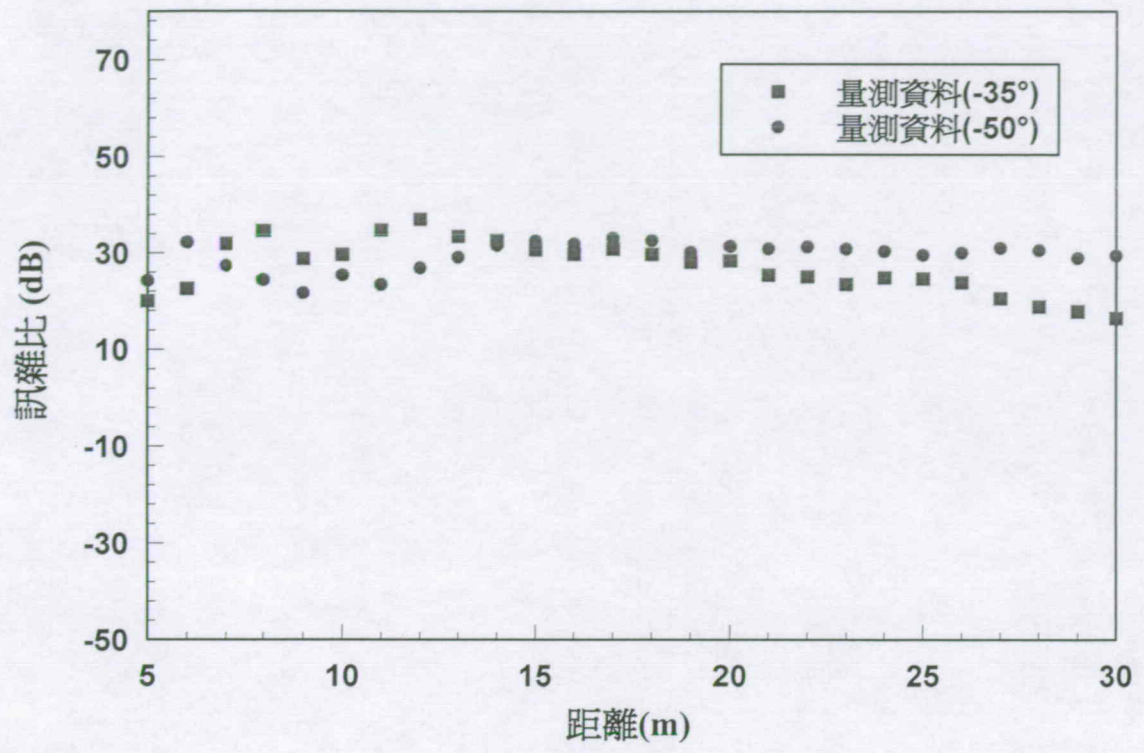
第三圖



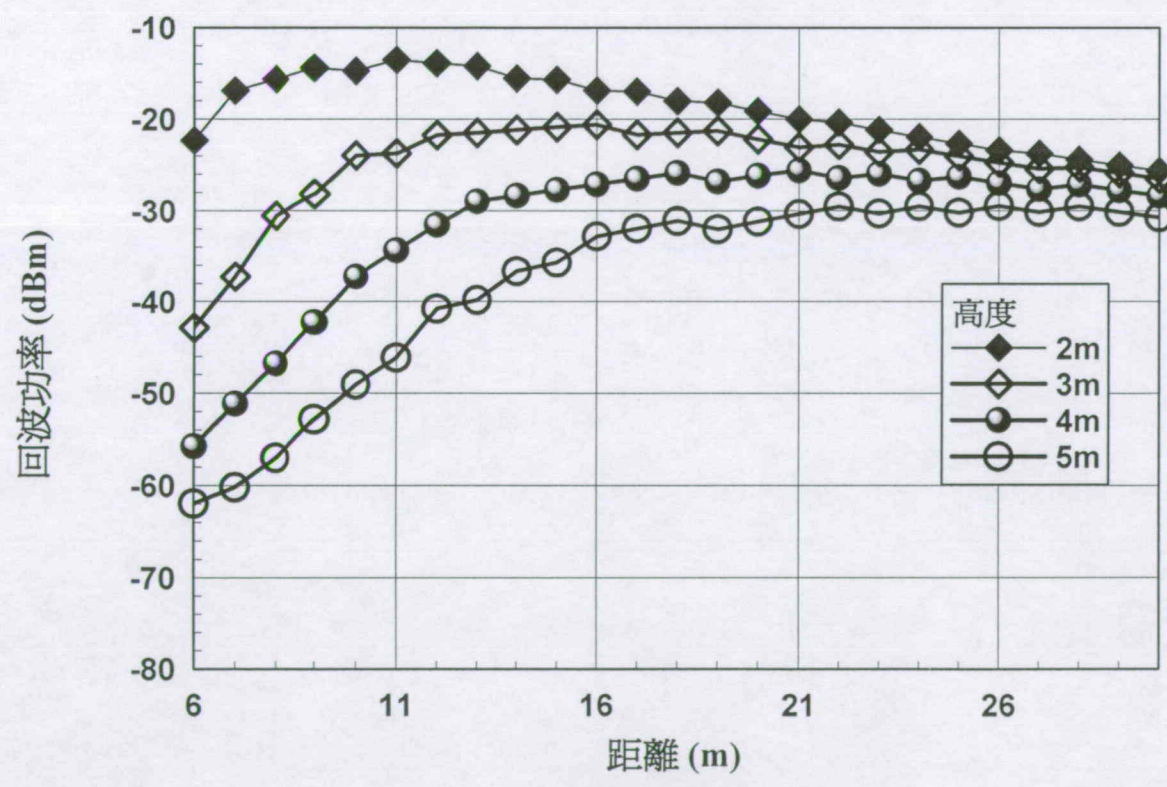


第四圖





第五圖



第六圖