

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：96113660

※ 申請日期：96.4.18

※IPC 分類：

G01R33/34 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

具高速線圈模式切換的磁振

MAGNETIC RESONANCE WITH HIGH SPEED COIL MODE
SWITCHING

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

荷蘭商皇家飛利浦電子股份有限公司

KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.

代表人：(中文/英文)

J L 凡 德 渥

VAN DER VEER, J. L.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

荷蘭愛因和文市格羅尼渥街1號

GROENEWOUDSEWEG 1, 5621 BA EINDHOVEN,

THE NETHERLANDS

國 籍：(中文/英文)

荷蘭 THE NETHERLANDS

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 翟志永
ZHAI, ZHIYONG
2. 葛登 D. 狄姆斯特
DEMEESTER, GORDON D.
3. 麥可 A. 默瑞奇
MORICH, MICHAEL A.
4. 保羅 R. 哈維
HARVEY, PAUL R.

國 籍：(中文/英文)

- | | |
|------------|--------|
| 1. 中華人民共和國 | P.R.C. |
| 2. 美國 | U.S.A. |
| 3. 美國 | U.S.A. |
| 4. 英國 | U.K. |

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：

1. 美國；2006年04月21日；60/745,305

2.

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

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。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於磁振技術。結合磁振成像之特定應用而對其進行描述。然而，發現在磁振處理中之更一般的應用，一般而言，其包括磁振成像、磁振光譜學等。

【先前技術】

正交體線圈通常係用於磁振掃描器中以提供與有關大區域(諸如軀幹、腿或人類成像物體之其他部分)耦合之有效射頻。正交體線圈通常大體為圓柱形的，且具有徑向對稱性。實例包括正交鳥籠體線圈及正交橫電磁(TEM)體線圈。正交體線圈包括I及Q通道輸入埠，其係由射頻能量以 90° 相位差驅動以產生用於激勵磁振之旋轉 B_1 場。驅動電路通常包括用於產生驅動信號之單個射頻放大器，該驅動信號由一混合電路而分裂成分別經指定用於I通道及Q通道之兩個分量。該混合電路亦將經指定用於Q通道之分量相移 90° 。

正交體線圈之徑向對稱性傳統地被視為實質優點，因為其可經組態以在大體積上產生大體均勻的 B_1 場。然而，當加載線圈時，輸入射頻能量與成像物體(在人類成像物體的狀況下，諸如組織、骨骼、血液等)之介電材料的相互作用可在片或其他成像區域上產生較大 B_1 場非均勻性。此係稱為線圈加載，且隨著成像物體之非對稱性增加(例如，在"肩部寬"或其他非對稱人類成像物體的狀況下)及隨著靜態(亦即， B_0)磁場增加而變得愈加有問題。因此，隨

著商業磁振掃描器已自低場(例如，0.23特斯拉、1.5特斯拉)發展至逐漸較高的靜態磁場(例如，3特斯拉、7特斯拉等)， B_1 場非均勻性已變得愈加有問題。

已使用各種方法來解決正交體線圈之 B_1 非均勻性，然而，此等方法之每一者具有特定缺陷。

在一些方法中，將局部傳輸線圈或線圈陣列用於磁振激勵。此等方法排除在產生磁振激勵時使用正交體線圈，此意味著丟失了使正交體線圈受歡迎的優點(諸如，大體積激勵、便利安裝於腔中作為固定物或安裝於可滑動地插入之環形線圈架上、輪廓分明之空載 B_1 場分佈、旋轉 B_1 場等)。

在其他方法中，使用兩個分離射頻放大器來驅動I及Q通道輸入埠。在一些變化之方法中，正交體線圈之橫檔及桿經組態以退化且係由不同射頻放大器分別或成組地驅動。此等方法允許 B_1 場分佈之相對精確的調整，但要花費額外射頻放大器。因為現有磁振掃描器通常包括單個射頻放大器，所以添加另一放大器或放大器組以及射頻電纜表示大體進一步之花費及複雜性。

【發明內容】

根據一態樣，混合電路經組態以操作地耦合一射頻驅動信號與一正交線圈以驅動具有一I通道輸入埠及一Q通道輸入埠之正交線圈。該混合電路可組態於選自由以下模式組成之群之至少兩種線圈模式的一者中：(i)線性I通道模式，其中驅動I通道輸入埠，而不驅動Q通道輸入埠；(ii)

線性Q通道模式，其中驅動該Q通道輸入埠，而不驅動該I通道輸入埠；(iii)正交模式，其中以選定正相位差驅動該I通道輸入埠與該Q通道輸入埠；及(iv)反正交模式，其中以選定負相位差驅動該I通道輸入埠與該Q通道輸入埠。

根據另一態樣，揭示一種結合前述段落之混合電路而執行之方法。確定產生射頻激勵之至少兩種線圈模式的時間序列，其補償由物體引起之正交線圈的 B_1 非均勻性。使用正交線圈在物體中激勵磁振。該激勵包括根據該至少兩種線圈模式之所確定時間序列而操作混合電路。

根據另一態樣，揭示一種磁振掃描器。主磁體至少在掃描區域中產生靜態磁場。正交線圈與掃描區域耦合。正交線圈具有I通道輸入埠及Q通道輸入埠。射頻放大器經組態成以約磁振頻率產生射頻驅動信號。混合電路操作地耦合該射頻驅動信號與該正交線圈，從而以選自由以下模式組成之群中之至少兩種線圈模式中的可選線圈模式驅動該正交線圈：(i)線性I通道模式，其中驅動I通道輸入埠，而不驅動Q通道輸入埠；(ii)線性Q通道模式，其中驅動該Q通道輸入埠，而不驅動該I通道輸入埠；(iii)正交模式，其中以選定正相位差驅動該I通道輸入埠與該Q通道輸入埠；及(iv)反正交模式，其中以選定負相位差驅動該I通道輸入埠與該Q通道輸入埠。

根據另一態樣，揭示一種使用具有I及Q通道輸入埠之正交線圈激勵磁振之方法。射頻驅動信號經分裂成兩個驅動信號分量。該等驅動信號分量中至少一者可選擇性地經修

改以產生操作驅動信號分量，該選擇性修改包括以下修改中至少一者：(i)將該等驅動信號分量中至少一者相移 90° 之正倍數或負倍數；及(ii)終止該等驅動信號分量中至少一者。將該等操作驅動信號分量應用於正交線圈之I通道及Q通道輸入埠以激勵磁振。

根據另一態樣，揭示一種用於操作具有I及Q通道輸入埠之正交線圈以激勵磁振之裝置。一電路經組態以將一射頻驅動信號分裂成兩個驅動信號分量。額外電路經組態以選擇性地修改該等驅動信號分量以產生離散數目之兩個或兩個以上線圈操作模式中之一者。

一優點在於提供用以解決正交體線圈之 B_1 非均勻性的增強之靈活性，而不會添加額外射頻放大器及相關聯射頻電纜之花費。

另一優點在於提供對現有磁振掃描器之便利及有效之改進。

另一優點在於簡化了磁振掃描器之組態以補償由各種體形狀強加之不同 B_1 非均勻性。

一般熟習此項技術者在閱讀並理解以下詳細描述之後將瞭解本發明之其他優點。

【實施方式】

參看圖1，磁振掃描器10包括掃描器外殼12，該掃描器外殼中至少部分地安置有病人16或其他物體。儘管參考腔型掃描器而描述，但應瞭解，掃描器亦可為開磁掃描器或其他類型之磁振掃描器。掃描器外殼12之保護性絕緣腔襯

墊18視情況裝襯掃描器外殼12之大體圓柱腔或開口，其中物體16安置於該掃描器外殼內部。安置於掃描器外殼12中之主磁體20由主磁體控制器22而控制，以在包括物體16之至少一部分的至少一掃描區域中產生靜態(B_0)磁場。通常，主磁體20為由冰封圈(cryoshrouding)24環繞之持久超導磁體。在一些實施例中，主磁體20產生至少約0.2特斯拉(諸如0.23特斯拉)、1.5特斯拉、3特斯拉、7特斯拉等之主磁場。磁場梯度線圈28經配置於外殼12中或外殼12上，以疊加至少掃描區域中之主磁場上的選定磁場梯度。通常，磁場梯度線圈包括用於產生三個正交磁場梯度(諸如x梯度、y梯度及z梯度)之線圈。

大體圓柱形之正交體線圈30係安裝成與磁振掃描器10之腔大體同軸。在一些實施例中，正交體線圈30為安裝於掃描器外殼12內部之永久固定物。在一些實施例中，正交體線圈30安裝於可滑動地插入磁振掃描器10之腔中及自該腔移除或可滑動地插入掃描器外殼12之環形容器中及自該環形容器移除的介電線圈架或其他固持物上。在一些實施例中，正交線圈30為用於局部解剖成像之局部正交體積線圈，諸如頭部正交線圈或膝蓋正交線圈。在一些實施例中，正交體線圈30為包括複數個橫檔之正交鳥籠式線圈，該複數個橫檔大體平行於腔之軸線而配置且係由安置於橫檔之相對末端處或附近的兩個或兩個以上端環、端蓋或其他終止結構而操作地互連。在一些實施例中，正交體線圈30為包括複數個桿之正交橫電磁(TEM)線圈，該複數個桿

大體平行於腔之軸線而配置且係由大體環繞該桿之大體環形的射頻屏蔽罩或螢幕而操作地互連。正交體線圈30視情況包括電容器、電感器、電阻器、抗流器、電晶體、繼電器，或用於提供射頻調諧、去耦合、電流阻斷或截獲或其他功能之其他組件。

在一些實施例中，正交體線圈30執行傳輸功能與接收功能。亦即，正交體線圈30經外部給予能量以激勵物體16中之磁振，且亦用於接收藉由激勵產生的磁振信號。在一些實施例中，正交體線圈30執行傳輸功能，且單獨接收線圈34接收藉由激勵產生之磁振信號。可選之單獨接收線圈34可為如所說明之表面線圈或表面線圈陣列，或臂線圈、腿線圈或其他局部線圈。亦涵蓋正交體線圈30執行傳輸功能，且單獨正交體線圈(未圖示)執行接收功能。在一些實施例中，掃描器10可組態，以使得在一些成像應用中，正交體線圈30執行傳輸功能與接收功能，同時在其他成像應用中，正交體線圈30執行執行傳輸功能且單獨接收線圈執行接收功能。可選之單獨接收線圈通常包括解調諧電路，其在傳輸階段期間解調諧接收線圈以避免使接收線圈過載。

繼續參看圖1，且進一步參看圖2及圖3，在磁振光譜學資料取得期間，射頻放大器38以約磁振頻率產生射頻驅動信號。該驅動信號係饋入至混合電路40中，接著又饋入至正交體線圈30之I及Q通道輸入埠42、44中。混合電路40包括習知混合電路46，其將射頻驅動信號分裂成兩個分量驅

動信號，且將所分裂之分量驅動信號中的一者相移一選定相移(諸如 90°)，以產生習知正交驅動信號分量。混合電路40進一步包括額外電路50，其視情況修改混合電路46之輸出以產生用於實施若干離散線圈操作模式中選定線圈操作模式的驅動信號，該等模式諸如：(i)線性I通道模式，其中以參考相位驅動I通道輸入埠42，而不驅動Q通道輸入埠44；(ii)線性Q通道模式，其中以參考相位驅動Q通道輸入埠44，而不驅動I通道輸入埠42；(iii)正交模式，其中以參考相位驅動I通道輸入埠42，且以參考相位加選定相移驅動Q通道輸入埠44；及(iv)反正交模式，其中以參考相位驅動I通道輸入埠42，且由射頻放大器以參考相位減去選定相移而驅動Q通道輸入埠44。在一些實施例中，選定相移為 90° 。

繼續參看圖1，磁場梯度控制器54視情況操作磁場梯度線圈28以在空間上將磁振激勵定位於平板或其他經定位區域。磁場梯度控制器54視情況操作磁場梯度線圈28以施加一或多個空間編碼磁場梯度脈衝。

在圖1之實施例中，射頻接收器56與所說明之局部線圈34操作地連接，以在磁振序列之讀出階段期間讀取磁振信號。或者，在一些實施例中，射頻接收器56在讀出階段期間操作地與正交體線圈30之I及Q通道輸入埠42、44耦合，其中適當之射頻電路經提供以在正交體線圈30於傳輸相位期間與混合電路的操作連接與於讀出階段期間與射頻接收器56之操作連接之間進行切換。視情況，磁場梯度控制器

54在讀取相位期間操作磁場梯度線圈28以提供對磁振信號之額外空間編碼(亦即，讀出編碼)。

在讀出期間取得之磁振樣本儲存在資料緩衝器58中。磁振資料處理器60執行對所取得磁振資料之處理以提取有用資訊。在成像應用中，資料處理器60使用快速傅立葉變換或與產生磁振資料期間所應用的選定空間編碼相稱的其他影像重建演算法來適當地執行影像重建。在光譜應用中，由資料處理器60執行之處理可包括(例如)執行頻譜快速傅立葉變換操作以恢復化學位移及J耦合資料。所得經處理資料(例如，影像、頻譜等)係適當地儲存於資料/影像記憶體62中、顯示於使用者介面64上、列印、經由網際網路或區域網路傳遞、儲存於非揮發性儲存媒體上或者予以使用。在圖1中所說明之實例組態中，使用者介面64亦使放射學家或其他操作者與掃描器控制器66建立介面以控制磁振掃描器10。在其他實施例中，可提供單獨掃描器控制器介面。

參看圖3，可切換混合電路40係基於習知混合電路46，其藉由將由檔射頻放大器38輸出之射頻驅動信號70分裂成兩個分量驅動信號72、74而輸出習知正交驅動信號分量，其中經指定以驅動Q通道之分量驅動信號74相移 90° 。額外電路50接收分量驅動信號72、74，且藉由在圖3中指定為"S1"、"S2"、"S3"及"S4"之四個高速切換器的適當設定而選擇性地實施四種線圈操作模式中的一者。切換器"S1"及"S3"對經指定用於I通道之驅動信號72進行操作，且選擇

性地應用 180° 移相器76中之一者，或藉由使用匹配I通道輸入埠42之習知50歐姆輸入阻抗的適當阻抗(諸如所說明之50歐姆阻抗78、80)而終止信號72及I通道輸入埠42。(可使用通常經選擇以匹配I通道輸入埠阻抗之其他阻抗)。切換器"S2"及"S4"對經指定用於Q通道之驅動信號74進行操作，且選擇性地應用 0° 移相器82(視情況由簡單有線連接而實施)及 180° 移相器86中之一者，或藉由使用匹配Q通道輸入埠44之習知50歐姆輸入阻抗的適當阻抗(諸如所說明之50歐姆阻抗88、90)而終止信號74及Q通道輸入埠44。

如表1所詳述，藉由選擇性操作四個高速切換器"S1"、"S2"、"S3"、"S4"，可選擇四個可選線圈模式中之任一者。輸入至額外電路50之分量驅動信號72、74分別具有相位 0° (亦即，參考相位)及 90° 。更一般而言，混合電路46給予在分量驅動信號72之參考相位與驅動信號74之相位之間的選定相移。表1之相位差假定混合電路46給予分量驅動信號之參考相位與驅動信號74的相位之間的選定相位差。更一般而言，若混合電路46給予在分量驅動信號72之參考相位與驅動信號74的相位之間的選定相位差，則正交模式將以選定相位差驅動I通道輸入埠與Q通道輸入埠，而反正交模式將以等於選定相位差減去 180° 之相位差驅動I通道輸入埠與Q通道輸入埠。

表 1-用於圖 3 之混合電路之線圈操作模式

模式	S1	S2	S3	S4	I通道相位	Q通道相位	相位差
線性I通道	180°	50Ω	180°	50Ω	180°	50Ω	---
線性Q通道	50Ω	180°	50Ω	180°	50Ω	270°	---
正交	180°	180°	180°	180°	180°	270°	+90°
反正交	180°	0°	180°	0°	180°	90°	-90°

視情況，混合電路46分別藉由第一及第二選定按比例調整因子 (scaling factor) 而按比例調整分量驅動信號 72、74。該按比例調整可(例如)解決有關非各向同性體積、物體之已知典型非對稱性(例如，位於水平腔內部之支撐件上的人類物體通常歸因於肩部而在沿水平方向比沿垂直方向具有多的質量)等。若第一及第二選定按比例調整因子相等，則在無線圈加載的情況下，通常在正交及反正交模式場中產生空間各向同性 B_1 場。與其在混合電路46中實施第一及第二選定按比例調整因子，不如在額外電路50中實施此等幅移。

圖3之可切換混合電路40為一實例。可產生其他電路以提供兩個或兩個以上可選線圈操作模式。圖3之可切換混合電路40併入有習知混合電路46，其為採用正交體線圈之典型習知射頻激勵系統之組件。因此，該現有系統易於被改進以藉由添加額外電路50而提供可選線性I通道、線性Q通道、正交及反正交線圈操作模式。然而，應瞭解，在其他實施例中，混合電路46可由不基於現有混合電路46之混合電路而替代。

參看圖4，例如，經修改可切換混合電路40'類似於圖3之混合電路40，不同的是，習知混合電路46已由不給予分

量驅動信號72、74'之間的 90° 相移(亦即，分量驅動信號74'與分量驅動信號72具有相同相位)之信號分裂器46'替代。為了適應此改變，經修改額外電路50'省略了 180° 移相器76(由提供標稱 0° 相移之直接有線連接替代此)，且藉由 -90° (亦即， 270°)及 90° 移相器82'、86'來替代圖3之 0° 及 180° 移相器82、86。表2中展示圖4之混合電路的線性I通道、線性Q通道、正交及反正交線圈操作模式之切換器設定。

表2-圖4之混合電路之線圈操作模式

模式	S1	S2	S3	S4	I通道相位	Q通道相位	相位差
線性I通道	0°	50Ω	0°	50Ω	0°	50Ω	---
線性Q通道	50Ω	90°	50Ω	90°	50Ω	90°	---
正交	0°	90°	0°	90°	0°	90°	$+90^\circ$
反正交	0°	-90°	0°	-90°	0°	-90°	-90°

參看圖5，其展示另一實例混合電路40''，其與圖3之混合電路40相同，不同的是，圖5中之額外電路經修改以產生額外電路50''，該額外電路50''省略 0° 移相器82，且由雙向切換器"S2''"及"S4''"替代三向切換器"S2"及"S4"。此等改變之效應為省略了反正交模式。亦即，圖5之混合電路40''的操作如表1中所陳述，不同的是，反正交模式為不可用的。

實例混合電路40、40'、40''說明存在用以實施提供複數個離散線圈操作模式之所揭示可切換混合電路的多種方式。此等實例並非為詳盡的，其他電路組態可經建構以提供相同線圈操作模式，一子組線性I通道、線性Q通道、正交及反正交操作模式，或額外或其他線圈操作模式。

在一些實施例中，混合電路40、40'、40''之切換器為高速切換器，例如以毫秒、亞毫秒或更快範圍操作以使得能夠在單個射頻激勵脈衝或脈衝組(pulse packet)內對可用線圈操作模式進行時間平均。一些適當的高速切換器為基於半導體之電啟動切換器，諸如切換FET元件。藉由對(例如)線性I通道、線性Q通道、正交及反正交線圈操作模式(其每一者以選定射頻功率或由射頻放大器38輸出之振幅而操作)進行適當地時間平均，可補償空間 B_1 之非均勻性。

參看圖6，其描述 B_1 之非均勻性之時間平均補償的原理。圖6展示用於由混合電路40實施之線性I通道、線性Q通道、正交及反正交線圈操作模式中每一者之傳輸 $|B_1^+|$ -場，其用於模型化置於3特斯拉靜態(B_0)磁場中之正交體線圈中的橢圓心臟幻象(縱橫比= 19 cm/35 cm=0.54，長度=34 cm，傳導率=0.5 S/m，且相對電容率=78)。在圖6之 $|B_1^+|$ -場圖以及圖7及圖8之經修改翻轉角分佈中，以較白灰度級值展示約平均 $|B_1^+|$ -場(翻轉角)強度之區域，而以較暗灰度級值展示低或高 $|B_1^+|$ -場(翻轉角)強度之區域。亦即，相對均勻之區域較白，同時大體為非均勻性作貢獻之區域較暗。對於線圈操作模式中之每一者而言，可看到大體空間非均勻性，此主要歸因於心臟幻象中之介電效應及渦電流效應。可藉由使用混合電路40、40'、40''在產生單個 B_1 脈衝或脈衝組期間於兩個或兩個以上的線圈操作模式之間進行切換而產生時間平均之 B_1 場。隨著時間的推移，

由給定 B_1 場提供之翻轉角由下式給出：

$$\theta = \int_0^{\tau} \gamma |B_1^+| dt \quad (1),$$

其中， γ 為旋磁比。對於由射頻放大器 38 輸出之恆定振幅而言，可將由線性 I 通道線圈操作模式產生之翻轉角適當地寫作： $\gamma |B_1^+|_{0^\circ} \cdot \tau_{0^\circ}$ ，其中 $|B_1^+|_{0^\circ}$ 為線性 I 通道模式之 B_1 場分佈，且 τ_{0° 為應用線性 I 通道模式之時間。類似地，可將由線性 Q 通道線圈操作模式產生之翻轉角適當地寫作： $\gamma |B_1^+|_{90^\circ} \cdot \tau_{90^\circ}$ ，其中 $|B_1^+|_{90^\circ}$ 為線性 Q 通道模式之 B_1 場分佈，且 τ_{90° 為應用線性 Q 通道模式之時間。可將由正交線圈操作模式產生之翻轉角適當地寫作： $\gamma |B_1^+|_q \cdot \tau_q$ ，其中 $|B_1^+|_q$ 為正交模式之 B_1 場分佈，且 τ_q 為應用正交模式之時間。可將由反正交線圈操作模式產生之翻轉角可適當地寫作： $\gamma |B_1^+|_{aq} \cdot \tau_{aq}$ ，其中 $|B_1^+|_{aq}$ 為反正交模式之 B_1 場分佈，且 τ_{aq} 為應用反正交模式之時間。由線性組合給出用於順序地對線性 I 通道、線性 Q 通道、正交及反正交線圈操作模式(忽視任何自旋鬆弛 (spin relaxation)，其為高速切換(亦即操作模式之間的亞毫秒切換)之良好近似)進行時間平均之時間平均輸出：

$$\theta = \gamma |B_1^+|_{0^\circ} \cdot \tau_{0^\circ} + \gamma |B_1^+|_{90^\circ} \cdot \tau_{90^\circ} + \gamma |B_1^+|_q \cdot \tau_q + \gamma |B_1^+|_{aq} \cdot \tau_{aq} \quad (2)。$$

實際上，等式(2)需要圖 6 中所展示之四個 B_1 場圖案之時間加權組合以產生翻轉角的有效脈衝或脈衝組。

參看圖 7，在一改良總翻轉角之均勻性之方法中，線性 I 通道及線性 Q 通道模式係以時間持續期 $\tau_{0^\circ} = 0.953 \tau$ 及

$\tau_{90^\circ}=0.753 \tau$ 而順序地時間平均，其中 τ 為經選定以達到所要射頻激勵脈衝持續期之按比例調整因子。經調變之翻轉角 $\theta=\gamma|B_1^+|_{0^\circ}\tau_{0^\circ}+\gamma|B_1^+|_{90^\circ}\tau_{90^\circ}$ 接著具有圖 7 所展示之分佈，其中具有 0.188 之無單位標準偏差。其相對於使用純正交模式操作而言標準差減少了 40%。

參看圖 8，其展示當以時間持續期 $\tau_a=0.492 \tau$ 及 $\tau_{aq}=0.815 \tau$ 順序地對正交及反正交模式進行時間平均時的結果。經調變之翻轉角 $\theta=\gamma|B_1^+|_a\tau_a+\gamma|B_1^+|_{aq}\tau_{aq}$ 接著具有圖 8 中所展示之分佈，其中具有 0.165 之無單位標準偏差。其相對於使用純正交模式操作而言標準差減少了 47%。

圖 7 及圖 8 之實例各自僅組合兩種線圈操作模式。藉由組合三種、四種或更多不同線圈操作模式而預期額外均勻性改良。

返回參看圖 1，可使用各種技術來確定用以達成給定物體中改良之空間自旋翻轉角均勻性之時間平均模式的適當組合。一般而言，切換器設定序列產生器 94 適當地確定參數：時間平均參數 τ_{0° 、 τ_{90° 、 τ_q 及 τ_{aq} (或某子組之參數 (若非對所有線圈操作模式進行平均)，或均等參數 (若混合電路經組態以提供其他操作模式))。在一做法中，切換器設定序列產生器 94 為預定且經儲存之加載查詢表，其規定用於混合電路 40、40'、40'' 之切換器設定序列，以校正歸因於各種不同大小及縱橫比之線圈加載的對應 B_1 非均勻性。可執行物體之磁振成像預掃描，以確定成像物件之大小及縱橫比，且可藉由查詢表而獲得每一離散模式之對應參數。

在其他實施例中，切換器設定序列產生器94可包括有限元素模擬器，其使用自預掃描物體而估計之介電圖而相對於均勻性參數來最佳化參數 τ_{0° 、 τ_{90° 、 τ_q 及 τ_{aq} 。在其他實施例中，與局部線圈34或專用探針相連接之分析器或磁場感測器可分析或量測複數個導頻脈衝中之每一者達成的實際 B_1 翻轉角。可動態地或重複地調整參數，直至實際達成目標翻轉角均勻性為止。

時間平均之射頻激勵脈衝定序(sequencing)中之線性I通道、線性Q通道、正交及/或反正交模式之應用的排次序(ordering)並非關鍵的。視切換操作之陡度而定，可存在使用允許自一模式逐漸或平滑轉變至另一模式之特定排次序的某一優點。舉例而言，參看表1，可看到線性I通道/反正交/正交/線性Q通道之模式定序對於每一轉變而言涉及僅改變四個切換器"S1"、"S2"、"S3"、"S4"中之兩個，此有利於減少瞬變現象。

已參看較佳實施例描述了本發明。一旦閱讀並理解了前文之詳細描述，便可發現其他修改及改變。希望將本發明建構成包括在附加申請專利範圍或其均等物之範疇之範圍內的所有該等修改及改變。

【圖式簡單說明】

圖1示意性展示包括用於在兩個或兩個以上不同模式中操作正交體線圈之可切換混合電路的磁振掃描器。

圖2示意性展示圖1之掃描器之射頻激勵系統，其包括單個射頻放大器、可切換混合電路及正交體線圈。

圖3示意性展示圖1及圖2之可切換混合電路之細節。

圖4示意性展示不基於現有習知混合電路之不同可切換混合電路。

圖5示意性展示僅提供線性I通道、線性Q通道及正交模式之不同可切換混合電路。

圖6展示用於線性I通道、線性Q通道、正交及反正交線圈操作模式中每一者之傳輸 $|B_1^+|$ -場，其用於模型化3特斯拉靜態(B_0)磁場中之橢圓心臟幻象。

圖7展示在時間平均射頻激勵脈衝的情況下橢圓心臟幻象之中心橫向經修改翻轉角分佈，其中分別以時間持續期 $\tau_{0^\circ}=0.953 \tau$ 及 $\tau_{90^\circ}=0.753 \tau$ 對線性I通道及線性Q通道模式順序地進行時間平均。

圖8展示在時間平均射頻激勵脈衝的情況下橢圓心臟幻象之中心橫向經修改翻轉角分佈，其中分別以時間持續期 $\tau_a=0.492 \tau$ 及 $\tau_{aq}=0.815 \tau$ 順序地對正交及反正交模式進行時間平均。

【主要元件符號說明】

10	磁振掃描器
12	掃描器外殼
16	物體
18	襯墊
20	主磁體
22	主磁體控制器
24	冰封圈

28	磁場梯度線圈
30	正交體線圈
34	局部線圈
38	射頻放大器
40、40'、40''	可切換混合電路
42	I通道輸入埠
44	Q通道輸入埠
46	習知混合電路
46'	信號分裂器
50、50''	額外電路
50'	經修改額外電路
54	梯度控制器
56	射頻接收器
58	資料緩衝器
60	磁振資料處理器
62	資料/影像記憶體
64	使用者介面
66	掃描器控制器
70	射頻驅動信號
72	驅動信號分量
74、74'	驅動信號分量
76	180°移相器
78	阻抗
80	阻抗

82	0°移相器
82'	-90°移相器
86	180°移相器
86'	90°移相器
88	阻抗
90	阻抗
94	切換器設定序列產生器

五、中文發明摘要：

本發明提供一種用於操作地耦合一射頻驅動信號(70)與一正交線圈(30)之混合電路(40、40'、40'')，其可以一由以下模式組成之群之至少兩種線圈模式中之一者而組態：(i)線性I通道模式，其中驅動I通道輸入埠(42)，而不驅動Q通道輸入埠(44)；(ii)線性Q通道模式，其中驅動該Q通道輸入埠，而不驅動該I通道輸入埠；(iii)正交模式，其中以一選定正相位差驅動該I通道輸入埠與該Q通道輸入埠；及(iv)反正交模式，其中以一選定負相位差驅動該I通道輸入埠與該Q通道輸入埠。可確定該至少兩種線圈模式之時間序列並將其用於補償。

六、英文發明摘要：

Hybrid circuitry (40, 40', 40'') for operatively coupling a radio frequency drive signal (70) with a quadrature coil (30) is configurable in one of at least two coil modes of a group consisting of: (i) a linear I-channel mode in which an I channel input port (42) is driven without driving a Q channel input port (44); (ii) a linear Q-channel mode in which the Q channel input port is driven without driving the I channel input port; (iii) a quadrature mode in which both the I and Q channel input ports are driven with a selected positive phase difference; and (iv) an anti-quadrature mode in which both the I and Q channel input ports are driven with a selected negative phase difference. A temporal sequence of the at least two coil modes may be determined and employed to compensate for.

十、申請專利範圍：

1. 一種混合電路(40、40'、40'')，其經組態以操作地耦合一射頻驅動信號(70)與一正交線圈(30)以驅動具有一I通道輸入埠(42)及一Q通道輸入埠(44)之該正交線圈，該混合電路可以選自一由以下模式組成之群之至少兩種線圈模式中之一者而組態：(i)一線性I通道模式，其中驅動該I通道輸入埠，而不驅動該Q通道輸入埠；(ii)一線性Q通道模式，其中驅動該Q通道輸入埠，而不驅動該I通道輸入埠；(iii)一正交模式，其中以一選定正相位差驅動該I通道輸入埠與該Q通道輸入埠；及(iv)一反正交模式，其中以一選定負相位差驅動該I通道輸入埠與該Q通道輸入埠。
2. 如請求項1之混合電路(40、40'、40'')，其中該正選定相位差及該負選定相位差分別為 $+90^\circ$ 及 -90° 。
3. 如請求項2之混合電路(40、40'、40'')，其中該至少兩種線圈模式包括所有四種線圈模式(i)、(ii)、(iii)及(iv)。
4. 如請求項1之混合電路(40、40'、40'')，其中該混合電路(40、40'、40'')可在線圈模式之間以一亞毫秒切換速度進行切換，以使得能夠定形一射頻激勵脈衝之一時間變化以補償線圈加載。
5. 如請求項1之混合電路(40、40'、40'')，其進一步包括：
 切換器(S_1 、 S_2 、 S_2' 、 S_3 、 S_4 、 S_4')，其用於在選自該群(i)、(ii)、(iii)、(iv)之該至少兩種線圈模式之間切換。

6. 如請求項1之混合電路(40、40'、40'')，其中該混合電路(40、40'、40'')藉由一第一預設按比例調整因子而按比例調整該I通道輸入埠(42)之該驅動，且該混合電路藉由一第二預設按比例調整因子而按比例調整該Q通道輸入埠(44)之該驅動。

7. 如請求項6之混合電路(40、40'、40'')，其中該第一預設按比例調整因子等於該第二預設按比例調整因子。

8. 一種結合如請求項1之混合電路(40、40'、40'')而執行之方法，該方法包含：

確定產生一射頻激勵之至少兩種線圈模式之一時間序列，其補償由一物體(16)引起之正交線圈(30)的 B_1 非均勻性；及

使用該正交線圈在該物體中激勵磁振，該激勵包括根據該至少兩種線圈模式之該所確定時間序列而操作該混合電路。

9. 如請求項8之方法，其中該正交線圈為一正交體線圈(30)及一正交頭線圈中之一者。

10. 一種磁振掃描器，其包含：

一主磁體(20、22)，其用於至少在一掃描區域中產生一靜態磁場；

一正交線圈(30)，其與該掃描區域耦合，該正交線圈具有一I通道輸入埠(42)及一Q通道輸入埠(44)；

一射頻放大器(38)，其經組態成以約一磁振頻率產生一射頻驅動信號(70)；及

混合電路(40、40'、40'')，其操作地耦合該射頻驅動信號與該正交線圈，從而以選自一由以下模式組成之群之至少兩種線圈模式中的一可選線圈模式驅動該正交線圈：(i)一線性I通道模式，其中驅動該I通道輸入埠，而不驅動該Q通道輸入埠；(ii)一線性Q通道模式，其中驅動該Q通道輸入埠，而不驅動該I通道輸入埠；(iii)一正交模式，其中以一選定正相位差驅動該I通道輸入埠與該Q通道輸入埠；及(iv)一反正交模式，其中以一選定負相位差驅動該I通道輸入埠與該Q通道輸入埠。

11. 如請求項10之磁振掃描器，其中該正交線圈為一正交體線圈(30)及一正交頭線圈中之一者。
12. 如請求項10之磁振掃描器，其中該至少兩種線圈模式包括所有四種線圈模式(i)、(ii)、(iii)及(iv)。
13. 如請求項10之磁振掃描器，其中該選定正相位差為 $+90^\circ$ ，且該選定負相位差為 -90° 。
14. 如請求項13之磁振掃描器，其中該混合電路(40、40'')包括：

一混合電路(46)，其將該射頻驅動信號(70)分裂成兩個分量驅動信號(72、74)，該兩個分量驅動信號(72、74)之間具有一 90° 相移；及

額外電路(50、50'')，其包括至少複數個切換器(S1、S2、S2'、S3、S4、S4')，該額外電路根據該選定線圈模式選擇性地修改該兩個分量驅動信號並將該兩個分量驅動信號傳遞至該正交線圈(30)之該等I及Q通道輸入埠

(42、44)。

15. 如請求項14之磁振掃描器，其中該額外電路(50、50'')額外包括一或多個移相器(76、82、86)。

16. 如請求項10之磁振掃描器，其進一步包括：

一切換器設定序列產生器(94)，其用於產生一可由該混合電路(40、40'、40'')執行以校正在磁振激勵期間之一對應 B_1 非均勻性之切換器設定序列。

17. 如請求項16之磁振掃描器，其中該切換器設定序列產生器(94)包括：

一加載查詢表，其用於規定供該混合電路(40、40'、40'')校正對應 B_1 非均勻性之切換器設定序列。

18. 一種使用一具有I及Q通道輸入埠(42、44)之正交線圈(30)激勵磁振之方法，該方法包含：

將一射頻驅動信號(70)分裂成兩個驅動信號分量(72、74、74')；

選擇性地修改該等驅動信號分量中至少一者以產生操作驅動信號分量，該選擇性修改包括以下修改中至少一者：(i)將該等驅動信號分量中至少一者相移 90° 之一正倍數或負倍數，及(ii)終止該等驅動信號分量中至少一者；及

將該等操作驅動信號分量應用於該正交線圈之該I通道及該Q通道輸入埠以激勵磁振。

19. 如請求項18之方法，其進一步包括：

確定一時間變化之切換器設定序列，該時間變化之切換器設定序列經組態以補償由一物體(16)引起之該正交

線圈(30)的加載；及

根據該確定之時間變化的切換器設定序列執行該選擇性修改及應用，以使用該正交線圈在該物體中激勵磁振。

20. 一種用於操作一具有I及Q通道輸入埠(42、44)之正交線圈(30)激勵磁振的裝置，該裝置包含：

一電路(46、46')，其經組態以將一射頻驅動信號(70)分裂成兩個驅動信號分量(72、74、74')；及

額外電路(50、50'、50'')，其經組態以選擇性地修改該等驅動信號分量以產生一離散數目之兩個或兩個以上線圈操作模式中之一者。

21. 如請求項20之裝置，其中該額外電路(50、50'、50'')包括：

一移相器(76、82、82'、86、86')，其用於將該等驅動信號分量(72、74、74')相移 90° 之一正倍數或負倍數；及

一可切換阻抗(78、88)，其用於選擇性地終止該等驅動信號分量中之一者。

22. 如請求項21之裝置，其中該移相器(76、82、82'、86、86')包括至少兩個移相器，其中至少一移相器選擇性地操作該兩個驅動信號分量(72、74、74')中之每一者，且該可切換阻抗(78、88)包括兩個可切換阻抗，其中一可切換阻抗選擇性地終止該等驅動信號分量中之每一者。

23. 如請求項20之裝置，其中該電路(46、46')包括：

一混合電路(46)，其經組態以將該射頻驅動信號(70)分

裂成 I 及 Q 驅動信號分量 (72、74)，該 I 驅動信號分量與該 Q 驅動信號分量之間具有一 90° 相移。

十一、圖式：

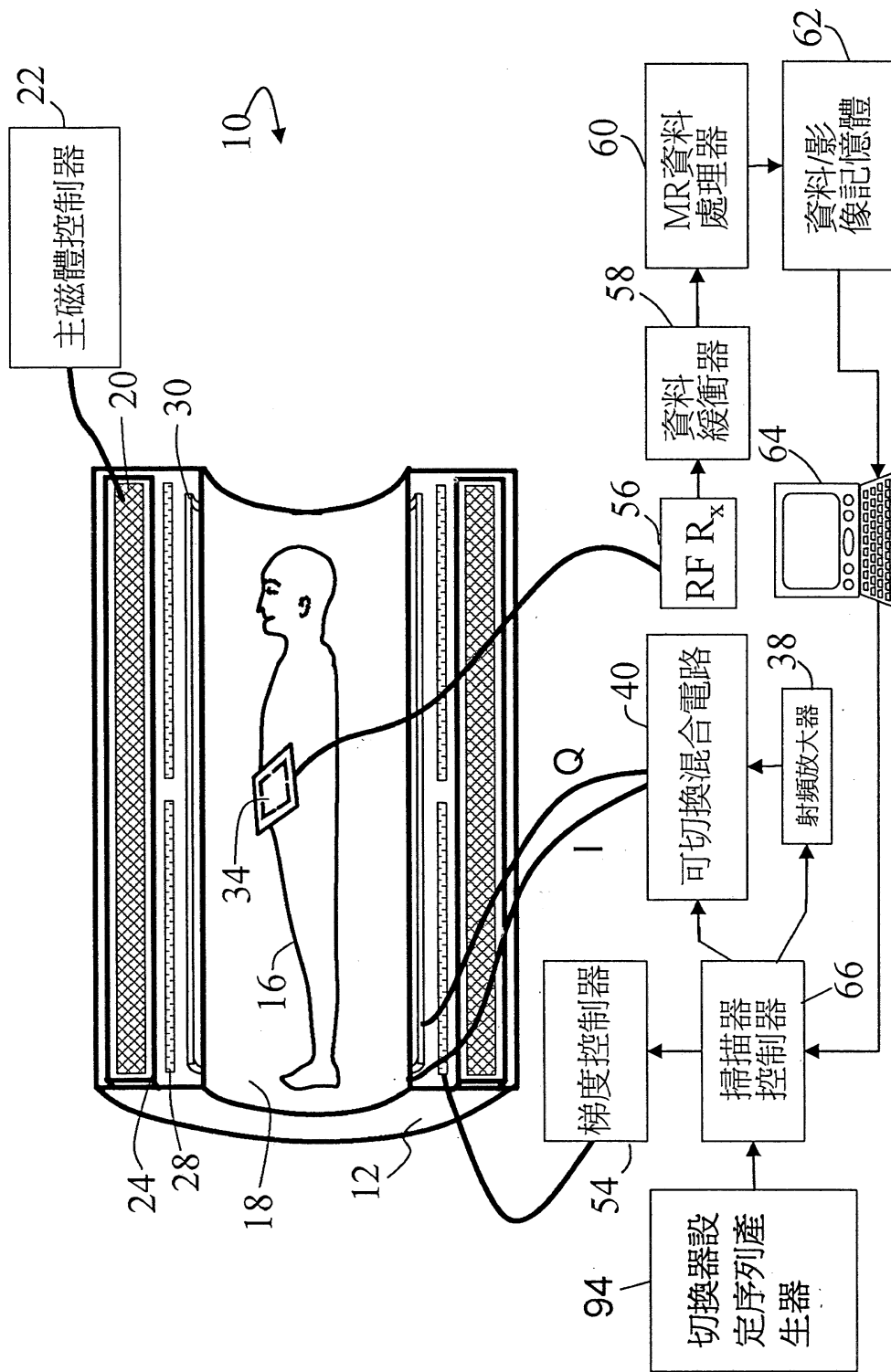


圖1

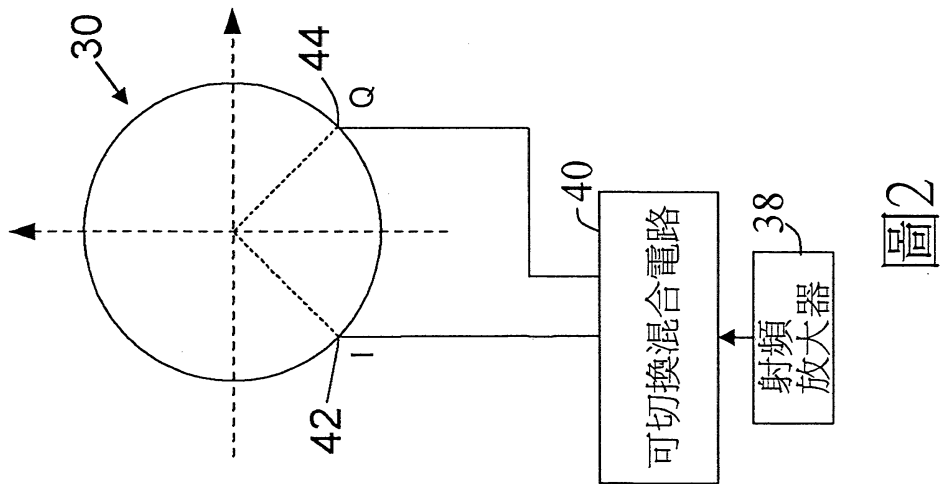


圖2

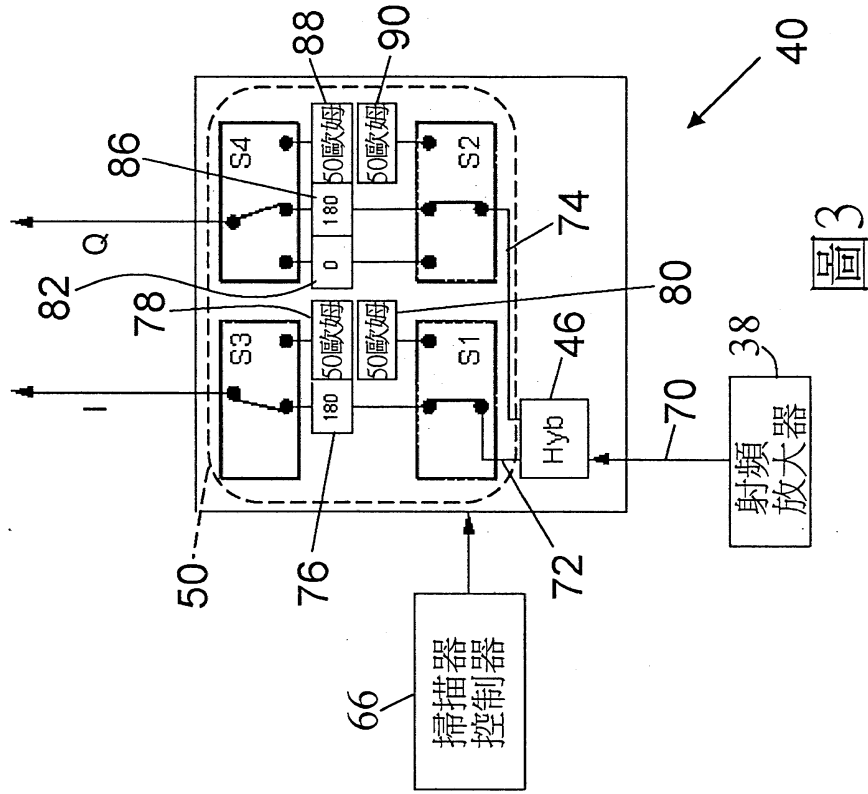


圖3

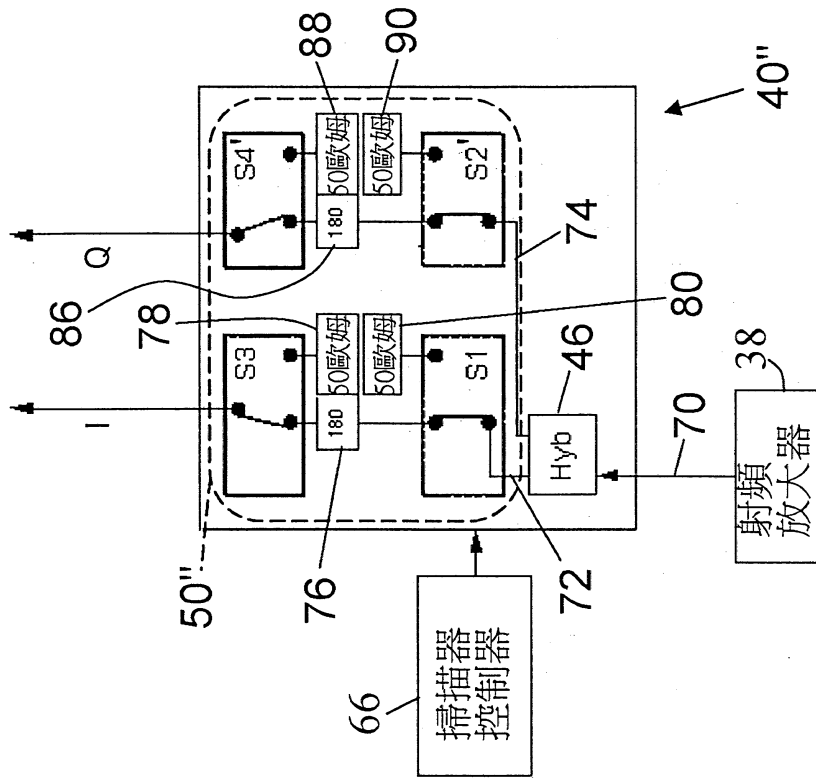


圖5

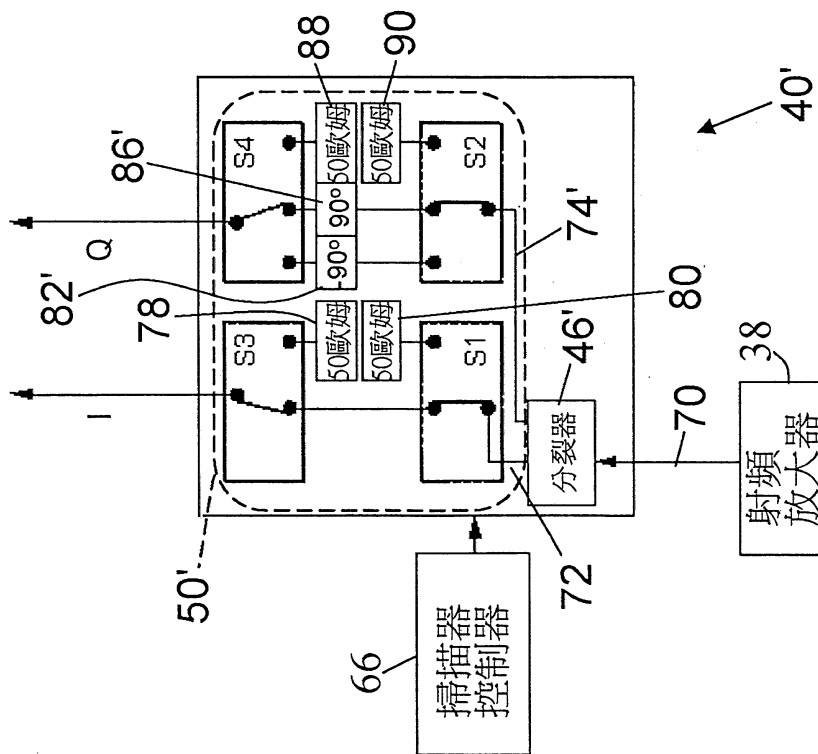


圖4

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(3)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

38	射頻放大器
40	可切換混合電路
46	習知混合電路
50	額外電路
66	掃描器控制器
70	射頻驅動信號
72	驅動信號分量
74	驅動信號分量
76	180°移相器
78	阻抗
80	阻抗
82	0°移相器
86	180°移相器
88	阻抗
90	阻抗

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)