

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：93106145

H04B 1/06

(2006.01)

※申請日期：93.3.9

※IPC 分類：H03D 1/00

壹、發明名稱：(中文/英文)

調幅接收器及解調器

AM RECEIVER AND DEMODULATOR

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

森得布利奇科技公司 / Sandbridge Technologies, Inc.

代表人：(中文/英文)

約翰 葛洛斯納 / GLOSSNER, JOHN

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國紐約 10601 白色平原北雷辛頓大道 1 號 10 樓

1 North Lexington Avenue, 10th Floor, White Plains, New York 10601,

U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國 / U.S.A.

參、發明人：(共 1 人)

姓名：(中文/英文)

丹尼爾 埃恩庫 / IANCU, DANIEL

住居所地址：(中文/英文)

美國紐約州 10570 愉悅市湖街 91 號

91 Lake Street, Pleasantville, New York 10570, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國 / U.S.A.

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項 ☐ 第一款但書或 ☐ 第二款但書規定之期間
，其日期為： 年 月 日。

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☒ 主張國際優先權
：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國；2003.03.28；10/400,506
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

☐ 主張國內優先權（專利法第二十五條之一）：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

[發明所屬之技術領域]

本發明大致上係關於調幅接收器。且尤其係關於一種能夠以軟體實施調幅接收器中許多不同元件之接收器。

[先前技術]

儘管調幅接收器係為幾乎已經存在一世紀之舊的技術，然而，軟體射頻實施方式係仍然成本相當貴。目前，調幅接收器係以硬體實施，其係採用目前最低成本之調幅／調頻晶片。一個傳統的接收器之簡化方塊圖係示於第1圖。然而，於一個複數個協定通訊手持裝置中，該硬體實施係因為額外的成本及消耗之個人電腦電路板面積而變成較不具吸引力。用於複數個協定通訊裝置之最吸引人之替代方案係由軟體定義射頻（Software Defined Radio, SDR）所提供。該軟體定義射頻係具有於相同的處理器之中執行複數個通訊協定之能力，然而，該些通訊協定之每一個係需要一個不同的射頻頭端。如該處理器之能力發展至較高之百萬指令／秒（MIPS）時，類比元件及數位元件之間之界線係向該天線靠近移動。

[發明內容]

本發明之調幅接收器之硬體結構係使用較少的硬體元件，且藉由減少所需之百萬指令／秒而允許一個有效率的軟體實施。其係提供彈性以及低的功率消耗。包含濾波及解調之一群調幅接收器之功能係以軟體實施。

該調幅接收器係包含：一個天線，其係用於接收一個

訊號；及一個輸入濾波器，其係連接至該天線。一個可變增益放大器係連接至該輸入濾波器且係回應於一個增益控制訊號。一個類比至數位轉換器係連接至該可變增益放大器，且其係回應於一個取樣訊號且提供一個取樣過的數位訊號。一個數位至類比轉換器係接收一個解調數位訊號，且提供一個類比輸出訊號。一個控制器係接收及解調由該類比至數位轉換器而來之該取樣過的數位訊號，產生用於該可變增益放大器之增益控制訊號，產生用於該類比至數位轉換器之該取樣訊號及提供該解調過的訊號至該數位至類比轉換器。

該控制器係可以為一個平行地實施該解調及訊號產生工作之多線程處理器。

該控制器係提供一個取樣訊號至一個鎖相迴路，該鎖相迴路之輸出係提供該取樣過的訊號至該類比至數位轉換器。由該控制器而來之該取樣訊號係被提供至該鎖相迴路之一個電壓控制振盪器。該控制器係控制一個可變取樣訊號之產生，該可變取樣訊號之速率係與該接收到之訊號的載波頻率同調。

該調幅接收器之解調器係於軟體中實施，其係包含：
 ✓ 一個輸入濾波器，其係用於濾波一個輸入訊號；一個取樣器及積分器解調器，其係用於解調該濾波過的輸入訊號；及一個輸出濾波器，其係用於濾波該解調過的訊號。該解調變器及該輸入濾波器係被調諧成該輸入訊號之該載波頻率，且該輸出濾波器係被調諧成該輸入訊號之該取樣載波

頻率。每一個載波頻率之濾波器的係數係儲存於該解調器之中。該濾波過的訊號係於一載波頻率下與一個解調訊號相乘，於一載波週期期間積分，且接著取樣。

當結合後附圖式而予以考慮時，由下列本發明之詳細說明，本發明之這些及其他觀點將變成顯明的。

[實施方式]

本發明之接收器係為一個傳統調幅接收器之減少的百萬指令／秒之軟體實施方式。藉由使用一個可變取樣速率機制，使得該取樣速率係與該接收到的載波頻率同調，包含向下轉換區塊之與該解調程序相關之數個調幅接收器區塊之複雜度係能夠被大幅減少且以軟體執行。該減少之複雜度的調幅接收器之優點係轉換成低成本以及低功率消耗，藉此使其能夠整合至諸如行動電話、數位個人助理或者多協定通訊裝置之手持裝置之中。於此結構中，包含大部分濾波及解調之所有與該調幅接收器相關之功能係以軟體執行，舉例而言，使用沙橋（Sandbridge）科技公司之多線程 SB9600 處理器之兩條線程。

設計用於軟體之一個調幅接收器之硬體元件係顯示於第 2 圖。於天線 10 所接收到之訊號係連接至一個帶通濾波器 12。該帶通濾波器 12 之輸出係透過一個低雜訊放大器 14 而提供至一個可變增益放大器 16。該可變增益放大器 16 之輸出係提供至一個類比至數位轉換器 18。接著，該數位訊號係提供至一個控制器 20，其係顯示為一個數位訊號處理器。該接收到之訊號係被解調且提供作

為一個至數位至類比轉換器 22 之一個輸出訊號。接著，該類比輸出係於元件符號 24 處被放大，且被提供至一個音頻裝置 26。該控制器 20 亦透過低通濾波器或者積分器 30 而提供用於該可變增益放大器 16 之增益控制。

該類比至數位轉換器 18 之取樣速率係亦受到該控制器 20 控制。一個分數鎖相迴路 32 係接收由該控制器 20 而來之控制訊號，其係決定該取樣時脈。由該數位訊號處理控制器 20 而來之該第一輸出係藉由線 34 而提供至該分數鎖相迴路 32。一個第二訊號係透過低通濾波器或者積分器 36 而提供至該電壓控制晶體振盪器 (VCXO) 38，該電壓控制晶體振盪器 38 係連接至該分數鎖相迴路 32。於線 34 上提供至該分數鎖相迴路 32 之訊號係為一個總體頻率訊號，該總體頻率訊號係由提供至該電壓控制晶體振盪器 38 透過積分器 36 而精細地調整。該控制器 20 係精細地調整該類比至數位轉換器 18 之該取樣時脈或速率與該接收到的訊號之載波頻率同調。此係允許該解調器及電壓增益放大器 16 及該類比至數位轉換器 32 之控制之有效率的軟體實施方式。

於該控制器 20 中所實施之該軟體實施係示於第 3 圖。由該類比至數位轉換器 18 而來之該輸入訊號係透過一個輸入濾波器 40 而被提供。該輸出訊號係被提供至解調器 42，該解調器 42 之輸出係再次由一個輸出濾波器 48 所濾波。該輸出濾波器 48 之該輸出係接著提供至該數位至類比轉換器 22。該解調器 42 係顯示為一個取樣積

分濾波器。其係包含一個乘法器部分 4 4 及一個積分／取樣部分 4 6。該輸入濾波器 4 0 及該解調器 4 2 係皆調諧至該接收到訊號之該取樣載波頻率。對於每一個載波頻率而言，該些濾波器之係數係儲存於記憶體之中，舉例而言一個非揮發性記憶體。

舉例而言，由該類比至數位轉換器 1 8 而來之取樣訊號係於該載波 8 倍之取樣頻率下，使用一個兩個極點及兩個零點之帶通濾波器 4 0 而被濾波，該帶通濾波器 4 0 之中心點係於具有於 5 千赫頻寬下 3 分貝衰減之載波頻率。該取樣頻率係可以於該載波之不同乘數下（舉例而言，4 或 1 6）。接著，該濾波過的訊號係藉由乘法器／取樣器 4 4 而與餘弦取樣之訊號（fc）相乘，且對 8 個樣本積分。於積分之後，該資料係經過一個 1：1 6 之取樣。該取樣比率係能夠為其他比率（舉例而言，1：8 或 1：3 2）。其次，使用一個 9 6 分接點 8 0 分貝之有限脈衝響應（Finite Impulse Response, FIR）之低通濾波器 4 8 而濾波，重新比例化及直流移除。最後，該資料係傳送至該數位至類比轉換器 2 2。該濾波器係可以為一個不同的數量之分接點，類似舉例而言 1 2 8。

由該輸入濾波器 4 0 而來之該取樣數位訊號亦係提供至一個自動增益控制軟體部分 5 0，該自動增益控制軟體部分 5 0 係提供一個輸出穿透低通濾波器 3 0 至該可變增益放大器 1 6。由該輸入濾波器 4 0 而來之該取樣過的數位訊號亦係提供至一個鎖相迴路軟體部分 5 2。此係產生

精細的取樣訊號，透過低通濾波器 3 6 而至該可變控制晶體振盪器 3 8。

使用於實施第 3 圖之該解調部分之演算法之範例係如下：

該調幅複合訊號係能夠被視為於頻帶中每一個被一個調變訊號 $\varphi_k(t)$ 所調變之 N 之加總。假如多路徑被忽略，則該調幅複合函數係能夠被寫成：

$$s(t) = \text{Re} \left[\sum_i^N \varphi_i(t) e^{-j\omega_i t} \right] + n(t) \quad (1)$$

其中， $n(t)$ 係為 AWGN， $N(0, \sigma)$ ，其係大部分由該接收器頭端而來。

使用一個矩形視窗函數之下，方程式 (1) 係能夠重寫為該時間視窗部分之總和：

$$s(t) = \sum_{m=-\infty}^{+\infty} g(t - mT_c) \text{Re} \left[\sum_i^N \varphi_i(t) e^{-j\omega_i t} \right] + n(t) \quad (2)$$

其中： $g(t - mT_c) = \sigma(t - mT_c) \sigma[(m+1)T_c - t]$ ，且

$\sigma(t) = 1$ 對於 $t \geq 0$

$\sigma(t) = 0$ 對於 $t < 0$

$\sigma(t)$ 係為一個實施視窗之單一步階函數。

首先，方程式 (1) 之該調幅複合訊號係被帶通濾波過。為了不喪失一般性，該矩形帶通濾波器之中心係於該載波頻率 f_c ，而在通帶頻率之外之衰減係為 α 。其次，該

濾波過的訊號係如同於方程式 (2) 作分段，且與 f_c 之一個解調函數相乘：

$$\begin{aligned} d(t) &= s(t) \operatorname{Re} \left[e^{-j\omega_k t} \right] = \\ &= \sum_{m=-\infty}^{+\infty} g(t-mT_c) \left[\varphi_k(t) \cos^2 \omega_k t + \alpha \left(\sum_{i \neq k}^N \varphi_i(t) \cos \omega_i t \cdot \cos(\omega_k(t) + n(t) \cos(\omega_k(t))) \right) \right] \end{aligned} \quad (3)$$

將方程式 (3) 乘上一個視窗函數 $g(t-lT_c)$ 以分段該解調過的段片段且於一個載波週期期間積分，其係在 $\varphi_k(t)$ 於一個週期 T_c 之下為常數之假設之下實施，其係如下：

$$\begin{aligned} \int_{-mT_c}^{(m+1)T_c} d(t) g(t-lT_c) dt &= \int_{-mT_c}^{(m+1)T_c} g(t-lT_c) s(t) \operatorname{Re} \left[e^{-j\omega_k t} \right] dt \\ &= \underbrace{\int_{-mT_c}^{(m+1)T_c} \left[\sum_{m=-\infty}^{+\infty} g(t-mT_c) g(t-lT_c) \right]}_I \left[\varphi_k(t) \cos^2 \omega_k t + \alpha \left(\sum_{i \neq k}^N \varphi_i(t) \cos \omega_i t \cdot \cos(\omega_k(t) + n(t) \cos(\omega_k(t))) \right) \right] dt \end{aligned} \quad (4)$$

於某些簡單計算之後，於方程式 (4) 中之積分係變成：

對於 $m \neq 1$, $I=0$

對於 $m=1$,

$$I = \varphi_k^{(l)} \int_{-lT_c}^{(l+1)T_c} \cos^2 w_k t \cdot dt + \frac{\alpha \varphi_k^{(l)}}{2} \int_{-lT_c}^{(l+1)T_c} \sum_{i \neq k}^N [\cos(w_i - w_k)t + \cos(w_i + w_k)t] dt + \alpha \int_{-lT_c}^{(l+1)T_c} n(t) \cos w_k t \cdot dt \quad (5)$$

於上述方程式 (5) 之中，於 5 千赫截止頻率之低通濾波之後，該第二積分將消失。該第三個積分係代表於濾波及積分係可忽略之後所剩下之雜訊，且其係能夠被進一步被忽略。I 之最後表示示將成為：

對於 $m \neq 1$, $I=0$

對於 $m=1$, $I=T_c \varphi_k^{(1)} / 2$

於刻度為 $2 / T_c$ 之下對於所有屬於 $(-\infty, +\infty)$ 範圍內之 l 相加之後，該調變函數之該取樣過的版本係成為：

$$\varphi_k(\tau) = \varphi_k[nT_c] \cong \frac{T_c}{2} \sum_{l=-\infty}^{+\infty} \varphi_k^{(l)} \Delta[(l-m)T_c] \quad (6)$$

其中： $\Delta[(l-m)T_c] = g(t-lT_c)g(t-mT_c)$ 係為 Delta 或視窗函數。

較佳的情況為，該控制器 20 係為一個能夠平行地執行該軟體程式之多線程處理器。可以由沙橋科技公司所取得之如此的處理器係進一步加強該軟體之效率。第 4 圖係代表作為上述不同的軟體區塊的線程分配的範例之流程圖。如示於第 4 圖，於 60 處，電源係打開，於 62 處，由該非揮發性記憶體而來之設定（舉例而言，頻率及量之水準）係被載入。此外，於 64 中，用於該兩個軟體濾波器

【圖式簡單說明】

(一) 圖式部分

第 1 圖係為一個以硬體實施之一個先前技術的調幅接收器的方塊圖；

第 2 圖係為一個根據本發明之原理之一個調幅接收器的方塊圖；

第 3 圖係為一個結合本發明之原理之第 2 圖的控制部分之軟體實施的方塊圖；

第 4 圖係為第 3 圖之該軟體實施的一個流程圖。

(二) 元件代表符號

1 0	天線
1 2	帶通濾波器
1 4	低雜訊放大器
1 6	可變增益放大器
1 8	類比至數位轉換器
2 0	控制器
2 2	數位至類比轉換器
2 6	音頻裝置
3 0	積分器
3 2	分數鎖相迴路
3 4	線
3 6	低通濾波器或者積分器
3 8	電壓控制晶體振盪器
4 0	輸入濾波器

4 2	解調器
4 4	乘法器部分
4 6	積分／取樣部分
4 8	輸出濾波器
5 0	自動增益控制軟體部分
5 2	鎖相迴路軟體部分

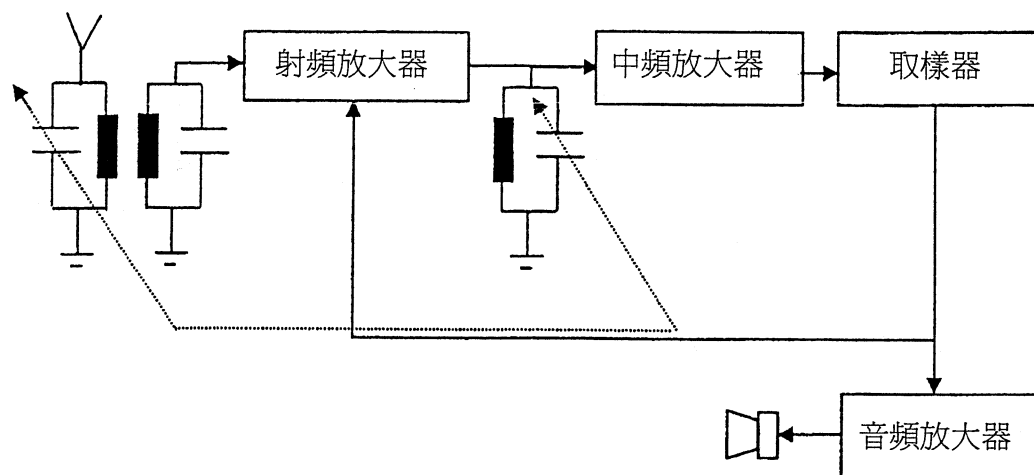
伍、中文發明摘要：

一種調幅接收器係包含：一個天線，其係用於接收一個訊號；及一個輸入濾波器，其係連接至該天線。一個可變增益放大器係連接至該輸入濾波器且係回應於一個增益控制訊號。一個類比至數位轉換器係連接至該可變增益放大器，且其係回應於一個取樣訊號且提供一個取樣過的數位訊號。一個數位至類比轉換器係接收一個解調數位訊號，且提供一個類比輸出訊號。一個控制器係接收及解調由該類比至數位轉換器而來之該取樣過的數位訊號，產生用於該可變增益放大器之增益控制訊號，產生用於該類比至數位轉換器之該取樣訊號及提供該解調過的訊號至該數位至類比轉換器。該增益控制訊號及取樣訊號之調變及產生係以軟體實施。

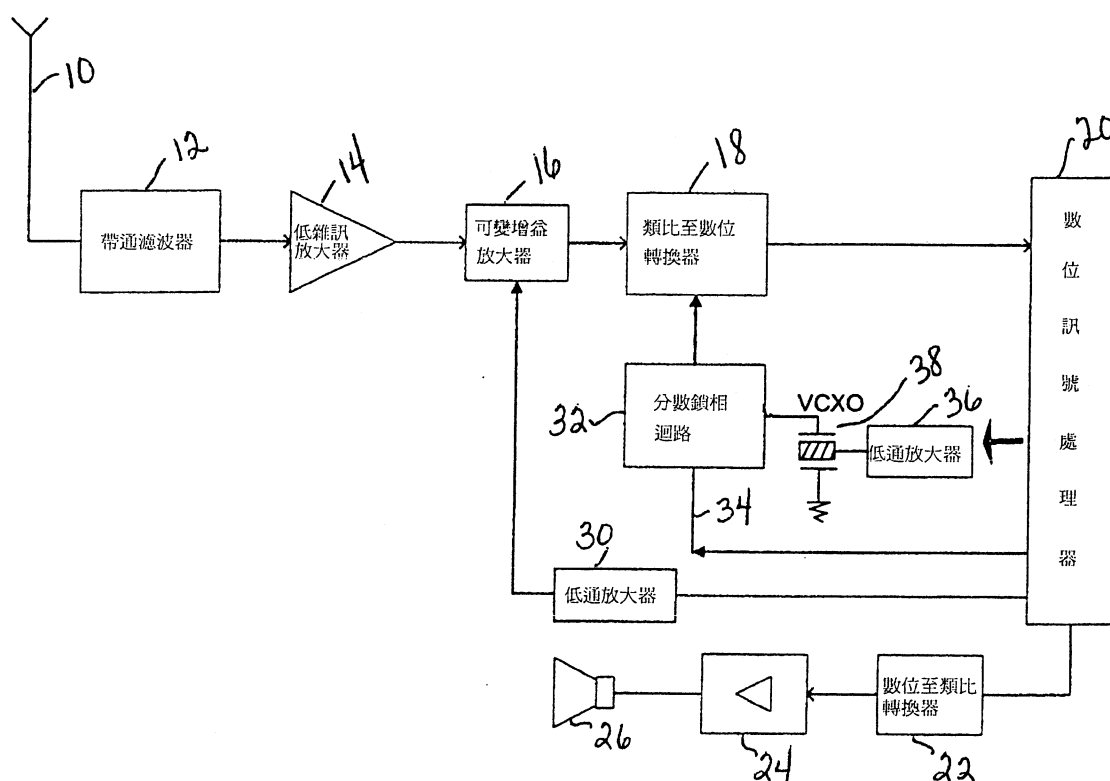
陸、英文發明摘要：

An amplitude modulation receiver including an antenna for receiving a signal and an input filter connected to the antenna. A variable gain amplifier is connected to the input filter and is responsive to a gain control signal. An A/D converter is connected to the variable gain amplifier and is responsive to a sampling signal and provides a sampled digital signal. A D/A converter receives a demodulated signal and provides an analog output signal.

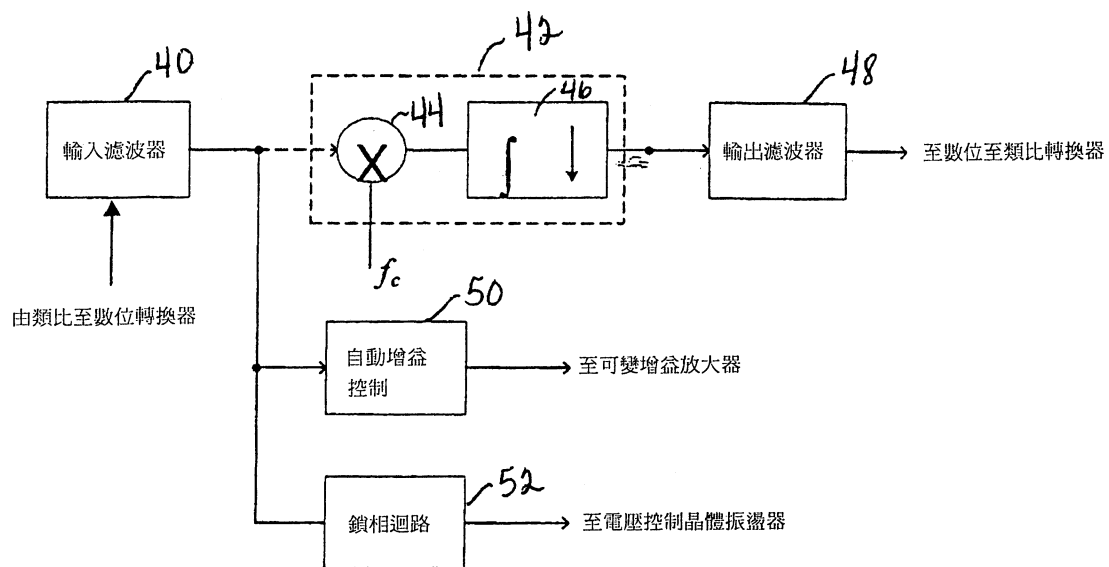
A controller receives and demodulates the sampled digital signal from the A/D converter, generates the gain control signal for the variable gain amplifier, generates the sampling signal for the A/D converter, and provides the demodulated signal to the D/A converter. The demodulation and generation of the gain control signal and the sampling signal are performed in software.



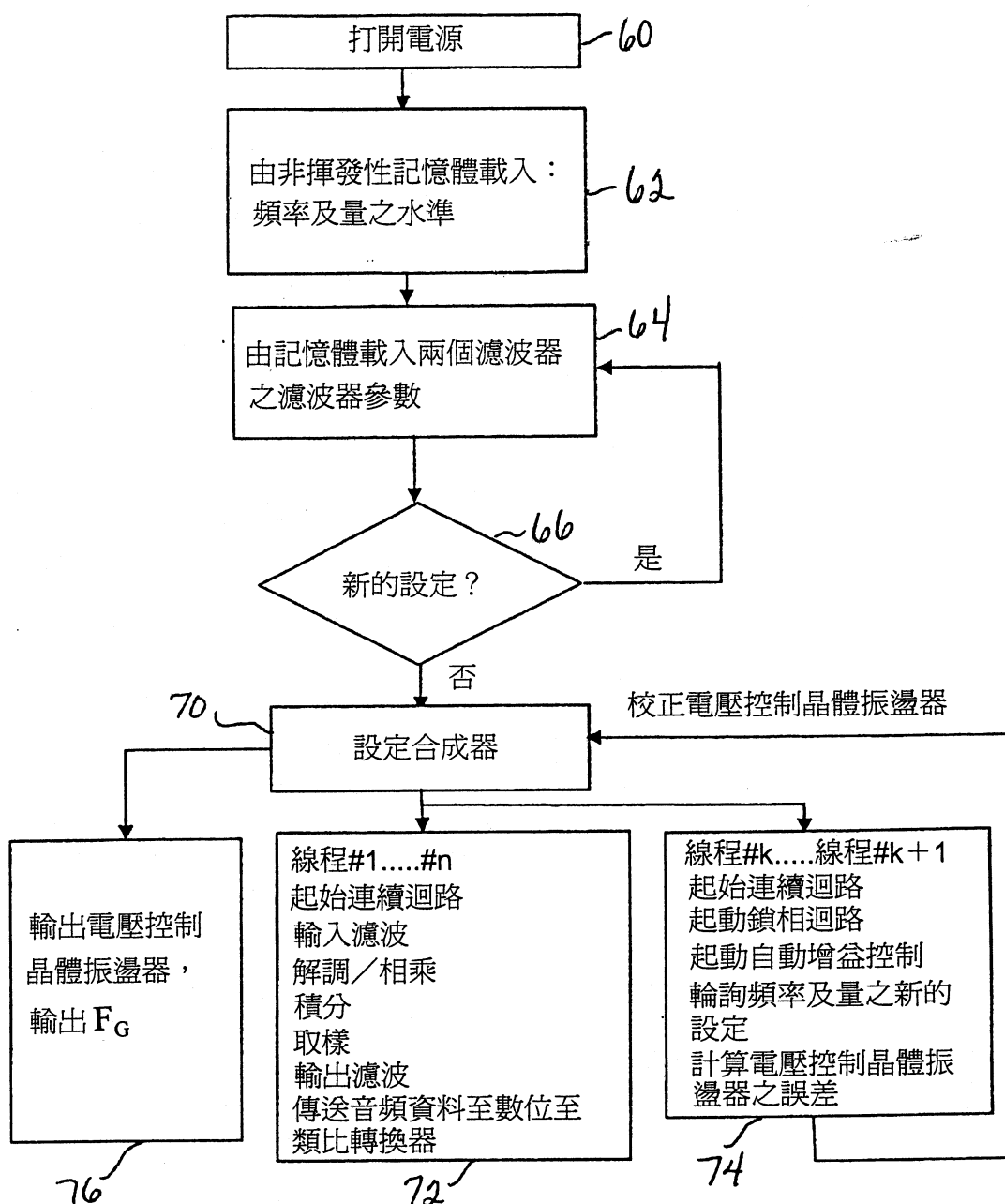
第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖

柒、指定代表圖：

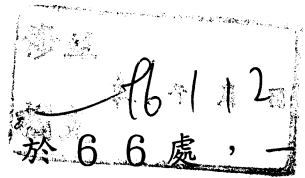
(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

1 0	天 線
1 2	帶 通 濾 波 器
1 4	低 雜 訊 放 大 器
1 6	可 變 增 益 放 大 器
1 8	類 比 至 數 位 轉 換 器
2 0	控 制 器
2 2	數 位 至 類 比 轉 換 器
2 6	音 頻 裝 置
3 0	積 分 器
3 2	分 數 鎖 相 迴 路
3 4	線
3 6	低 通 濾 波 器 或 者 積 分 器
3 8	電 壓 控 制 晶 體 振 盪 器

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)



4 0 及 4 2 之濾波參數係由記憶體載入。於 6 6 處，一個是否該些設定係為新的之決定係被實施。假如該些設定係為新的，則新的濾波參數係被載入。假如該些設定係不為新的，則於 7 0 中，第 3 圖之合成器係被設定。

用於該輸入濾波器 4 0 之該軟體區塊，該解調器 4 2 及該輸出濾波器 4 8 係顯示於方塊 7 2 中。下列連續的迴路係被設定：（1）輸入濾波；（2）相乘；（3）積分；（4）取樣；（5）輸出濾波；及（6）傳送音頻資料至該數位至類比轉換器 2 2。該第二群組之線程係顯示於方塊 7 4 中。下列連續的迴路係被設定：（1）起始該鎖相迴路 5 2；（2）起始該自動增益控制 5 0；（3）輪詢頻率及量之新的設定；及（4）根據該鎖相迴路 5 2 之結果而計算用於該電壓控制晶體振盪器 3 8 之誤差。該電壓控制晶體振盪器 3 8 之輸出係提供回到該設定之合成器步驟 7 0。此係透過該積分器 3 6 而提供該輸入至該電壓控制晶體振盪器 3 8。

方塊 7 6 係指示由該設定合成器 7 0 而來之輸出至該取樣電路。該些輸出之一係為用於該分數鎖相迴路 3 2 之總和頻率 F_G 。該總和頻率 F_G 係由頻率載入之設定而來。其他輸出係為用於該電壓控制晶體振盪器 3 8 之電壓控制振盪器，其係已經於方塊 7 4 之行程中被校正。

雖然本發明係已經被詳細地敘述及顯示，應清楚地瞭解的是，其係僅用於顯示及示範之用，且係不作為限制之用。本發明之範疇係僅受限於後附申請專利範圍。

拾、申請專利範圍：

1．一種調幅接收器，其係包含：

一個天線，其係用於接收一個訊號；

一個輸入濾波器，其係連接至該天線；

一個可變增益放大器，其係連接至該輸入濾波器且係回應於一個增益控制訊號；

一個類比至數位轉換器，其係連接至該可變增益放大器，且其係回應於一個取樣訊號且提供一個取樣過的數位訊號；

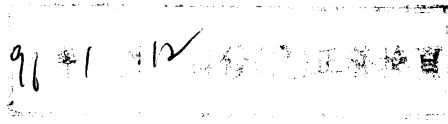
一個數位至類比轉換器，其係接收一個解調數位訊號，且提供一個類比輸出訊號；及

一個控制器，其係接收由該類比至數位轉換器而來之該取樣過的數位訊號，且其係包含軟體，用於產生用於該可變增益放大器之增益控制訊號，產生用於該類比至數位轉換器之該取樣訊號及提供該解調過的訊號至該數位至類比轉換器。

2．如申請專利範圍第1項之調幅接收器，其中，該控制器係提供一個數位增益控制訊號至一個連接到該可變增益放大器之第一積分器。

3．如申請專利範圍第1項之調幅接收器，其中，該控制器係提供一個數位取樣訊號至一個連接到一個鎖相迴路之第二積分器，該鎖相迴路之輸出係提供該取樣訊號至該類比至數位轉換器。

4．如申請專利範圍第3項之調幅接收器，其中，該



第二積分器係連接至該鎖相迴路之一個電壓控制振盪器。

5．如申請專利範圍第1項之調幅接收器，其中，該控制器係提供一個第一總和取樣訊號及一個精細取樣訊號至一個分數鎖相迴路，該分數鎖相迴路之輸出係提供該取樣訊號至該類比至數位轉換器。

6．如申請專利範圍第1項之調幅接收器，其中，該控制器係產生一個可變取樣訊號，該可變取樣訊號之速率係與該接收到的訊號之該載波頻率同調。

7．如申請專利範圍第1項之調幅接收器，其中，該軟體係包含用於該取樣過的數位訊號之一個輸入濾波器及一個用於該調變過的訊號之一個輸出濾波器。

8．如申請專利範圍第7項之調幅接收器，其中，該解調器及該輸入濾波器係調諧成該接收到訊號之載波頻率，且該輸出濾波器係調諧成一個取樣的載波頻率。

9．如申請專利範圍第8項之調幅接收器，其中，用於每一個載波頻率之濾波器之係數係儲存於該控制器之中。

10．如申請專利範圍第1項之調幅接收器，其中，該控制器係包含軟體取樣及積分解調器。

11．如申請專利範圍第10項之調幅接收器，其中，該取樣過的數位訊號係與於一載波頻率下之一個解調訊號相乘，且於一載波週期下積分。

12．如申請專利範圍第11項之調幅接收器，其中，該軟體係濾波該取樣過的數位訊號及積分過的解調訊號

，以帶通該載波頻率之訊號。

1 3 . 如申請專利範圍第 1 項之調幅接收器，其中，該控制器係包含一個軟體解調器，其中：

該取樣過的數位訊號 $s(t)$ 係由一個視窗函數 $g(t - mT_c)$ 所分段，其中， T_c 係為一個循環時間週期；

該取樣過的數位訊號 $s(t)$ 之片段係與該載波頻率 w_k 相乘，其係產生解調過的片段 $d(t)$ ；

該些解調過的片段 $d(t)$ 係由一個視窗函數 $g(t - lT_c)$ 分段；

該分段過的解調訊號係於每一個週期於週期 T_c 上積分；及

該積分過的解調片段係被加總，其係產生調變函數 $\varphi_k[nT_c]$ 。

1 4 . 如申請專利範圍第 1 3 項之調幅接收器，其中，該軟體係包含一個用於該取樣數位訊號之輸入濾波器及一個用於該加總過的解調片段之輸出濾波器。

1 5 . 如申請專利範圍第 1 項之調幅接收器，其中，該控制器係為一個多線程處理器，其係平行地實施：由該類比至數位轉換器而來之該取樣過的數位訊號之接收及解調，該可變增益放大器之增益控制訊號之產生，用於該類比至數位轉換器之該取樣訊號之產生，及提供該解調過的訊號至該數位至類比轉換器。

I296466

96-1-12

拾壹、圖式：

如次頁