【19】中華民國　　【12】專利公報　（B）

【11】證書號數：I941150
【45】公告日： 中華民國 115 (2026) 年 10 月 01 日
【51】Int. Cl.：　*H03M1/38　(2006.01)*　*H03M1/46　(2006.01)*
H03M3/00　(2006.01)

發明　　全 10 頁

【54】名　稱：類比／數位轉換器裝置以及將一類比訊號轉換為一數位訊號的方法

【21】申請案號：114113134　　【22】申請日： 中華民國 114 (2025) 年 04 月 08 日
【11】公開編號：202634761　　【43】公開日期： 中華民國 115 (2026) 年 08 月 16 日
【30】優 先 權： 2025/02/10　美國　19/049,490

【72】發 明 人： 金紐亞　馬丁 (KE) KINYUA, MARTIN
【71】申 請 人： 台灣積體電路製造股份有限公司 TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING COMPANY, LTD.
新竹市力行六路八號
【74】代 理 人： 洪澄文；洪茂

【56】參考文獻：
US　2023/0179214A1

審查人員：陳俊達

【57】申請專利範圍

1. 一種類比/數位轉換器裝置，包括：
一第一級，具有接收一第一類比輸入訊號的一第一輸入端和傳輸基於該第一類比輸入訊號的一第一數位輸出訊號的一輸出端，該第一級包括接收該第一類比輸入訊號並對該第一類比輸入訊號執行複數次逐次逼近的一逐次逼近暫存器以提供該第一數位輸出訊號，該逐次逼近暫存器包括一被動式開關電容積分器，該被動式開關電容積分器濾除低頻白雜訊，並對一第一殘餘訊號進行積分，該第一殘餘訊號基於該第一類比輸入訊號的該等逐次逼近與該第一類比輸入訊號的比較，以產生一第一級量化誤差；
一第二級，接收該第一級量化誤差，並將該第一級量化誤差轉換為一第二數位輸出訊號；以及
一數位濾波器，組合該第一數位輸出訊號和該第二數位輸出訊號，以提供一組合的數位輸出訊號，
其中該被動式開關電容積分器包括一第一取樣電容器和一第二取樣電容器；
其中該第一取樣電容器被配置為在一第一組訊號期間對該第一殘餘訊號進行取樣，並在一第二組訊號期間向一第一積分電容器提供該第一殘餘訊號的一第一樣本，該第二組訊號與該第一組訊號不同，並與該第一組訊號交替；以及
其中該第二取樣電容器被配置為在該第二組訊號期間對該第一殘餘訊號進行取樣，並在該第一組訊號期間向該第一積分電容器提供該第一殘餘訊號的一第二樣本。
2. 如請求項 1 所述之類比/數位轉換器裝置，其中該逐次逼近暫存器產生基於該逐次逼近暫存器所控制之該等逐次逼近的一類比訊號，並將該類比訊號與該第一類比輸入訊號進行比較以產生該第一殘餘訊號，其中該第一級包括接收一第二類比輸入訊號的一第二輸入端以及該逐次逼近暫存器取樣並保持該第一類比輸入訊號和該第二類比輸入訊號。
3. 如請求項 1 所述之類比/數位轉換器裝置，其中該被動式開關電容積分器更包括一第三取樣電容器以及一第四取樣電容器，

該第三取樣電容器被配置為在該第一組訊號期間對一第二殘餘訊號進行取樣，並在該第二組訊號期間向一第二積分電容器提供該第二殘餘訊號的一第一樣本；以及
該第四取樣電容器被配置為在該第二組訊號期間對該第二殘餘訊號進行取樣，並在該第一組訊號期間向該第二積分電容器提供該第二殘餘訊號的一第二樣本。

4. 如請求項 3 所述之類比/數位轉換器裝置，其中該第二級從該第一積分電容器接收一積分第一殘餘電壓和從該第二積分電容器接收一積分第二殘餘電壓；其中該第二級包括一電壓/時間轉換器，該電壓/時間轉換器接收來自該第一積分電容器的一積分第一殘餘電壓和來自該第二積分電容器的一積分第二殘餘電壓；其中該電壓/時間轉換器包括一過零點檢測器，該過零點檢測器接收來自該第一積分電容器的該積分第一殘餘電壓和來自該第二積分電容器的該積分第二殘餘電壓；其中該第二級包括連接至該電壓/時間轉換器的一時間/數位轉換器，該時間/數位轉換器被配置為提供該第二數位輸出訊號。

5. 一種類比/數位轉換器裝置，包括：
一第一級，具有接收一第一類比訊號的一第一輸入端、接收一第二類比訊號的一第二輸入端，以及基於該第一類比訊號和該第二類比訊號傳輸一第一數位輸出訊號的一輸出端，該第一級包括一逐次逼近暫存器，該逐次逼近暫存器對該第一類比訊號和該第二類比訊號執行複數次逐次逼近以提供該第一數位輸出訊號，該逐次逼近暫存器包括一被動式開關電容積分器，該被動式開關電容積分器對基於該第一類比訊號的該等逐次逼近的一第一殘餘訊號和基於該第二類比訊號的該等逐次逼近的一第二殘餘訊號進行積分，以提供一第一級量化誤差；
其中該被動式開關電容積分器包括一第一取樣電容器、一第二取樣電容器、一第三取樣電容器，以及一第四取樣電容器，
該第一取樣電容器被配置為在一第一組訊號期間對該第一殘餘訊號進行取樣，並在一第二組訊號期間向一第一積分電容器提供該第一殘餘訊號的一第一樣本，該第二組訊號與該第一組訊號不同，並與該第一組訊號交替；
該第二取樣電容器被配置為在該第二組訊號中對該第一殘餘訊號進行取樣，並在該第一組訊號期間向該第一積分電容器提供該第一殘餘訊號的一第二樣本；
該第三取樣電容器被配置為在該第一組訊號期間對該第二殘餘訊號進行取樣，並在該第二組訊號期間向一第二積分電容器提供該第二殘餘訊號的一第一樣本；以及
該第四取樣電容器被配置為在該第二組訊號期間對該第二殘餘訊號進行取樣，並在該第一組訊號期間向該第二積分電容器提供該第二殘餘訊號的一第二樣本。

6. 如請求項 5 所述之類比/數位轉換器裝置，其中在該第一組訊號和該第二組訊號期間，該逐次逼近暫存器被配置為在一第一脈衝期間對該第一類比訊號和該第二類比訊號進行取樣並保持，在一第二脈衝期間對該第一類比訊號和該第二類比訊號執行複數次逐次逼近，以及在一第三脈衝期間將該第一級量化誤差從一電壓轉換為一相應時間，並觸發從該相應時間轉換為該第二數位輸出訊號。

7. 如請求項 5 所述之類比/數位轉換器裝置，包括：
一第二級，接收該第一級量化誤差，並將該第一級量化誤差轉換為一第二數位輸出訊號，其中該第二級包括連接至一時間/數位轉換器的一電壓/時間轉換器，其中該電壓/時間轉換器包括一過零點檢測器，該過零點檢測器從該第一積分電容器接收一積分第一殘餘電壓和從該第二積分電容器接收一積分第二殘餘電壓，並且該時間/數位轉換器產生該第二數位輸出訊號；以及
一數位濾波器，組合該第一數位輸出訊號和該第二數位輸出訊號，以提供一組合的數位輸出訊號，其中該數位濾波器減少或消除該第一級量化誤差。

8. 一種將一類比訊號轉換為一數位訊號的方法，適用於一類比/數位轉換器裝置，該方法包括：

在一逐次逼近暫存器的一第一輸入端接收一第一類比訊號；
在該逐次逼近暫存器的一第二輸入端接收一第二類比訊號；
藉由該逐次逼近暫存器，對該第一類比訊號和該第二類比訊號執行複數次逐次逼近；
藉由該逐次逼近暫存器，基於該第一類比訊號和該第二類比訊號的該等逐次逼近產生一第一數位輸出訊號；
藉由一被動式開關電容積分器，對基於該第一類比訊號的該等逐次逼近的一第一殘餘訊號進行積分；
藉由該被動式開關電容積分器，對基於該第二類比訊號的該等逐次逼近的一第二殘餘訊號進行積分；以及
根據該第一殘餘訊號和該第二殘餘訊號的積分產生一經濾波的第一級量化誤差，
其中對該第一殘餘訊號進行積分的操作包括：
在一第一組訊號期間，藉由一第一取樣電容器對該第一殘餘訊號進行取樣，並在一第二組訊號期間向一第一積分電容器提供該第一殘餘訊號的一第一樣本，該第二組訊號與該第一組訊號不同，並與該第一組訊號交替；以及
在該第二組訊號期間，藉由一第二取樣電容器對該第一殘餘訊號進行取樣，並在該第一組訊號期間向該第一積分電容器提供該第一殘餘訊號的一第二樣本。

9. 如請求項 8 所述之方法，其中對該第二殘餘訊號進行積分的操作包括：
在該第一組訊號期間，藉由一第三取樣電容器對該第二殘餘訊號進行取樣，並在該第二組訊號期間向一第二積分電容器提供該第二殘餘訊號的一第一樣本；以及
在該第二組訊號期間，由一第四取樣電容器對該第二殘餘訊號進行取樣，並在該第一組訊號期間向該第二積分電容器提供該第二殘餘訊號的一第二樣本。

10. 如請求項 9 所述之方法，在該第一組訊號和該第二組訊號期間包括：
在一第一時間期間，藉由該逐次逼近暫存器對該第一類比訊號和該第二類比訊號進行取樣並保持；
在一第二時間期間，對該第一類比訊號和該第二類比訊號執行複數次逐次逼近；以及
在一第三時間期間，將該經濾波的第一級量化誤差從一電壓轉換為一相應時間，並觸發從該相應時間轉換為一第二數位輸出訊號。

圖式簡單說明

本揭露的各方面在閱讀以下詳細描述並參閱附圖時，能得到最佳理解。應當注意，依照業界的標準慣例，各種特徵並未按比例繪製。事實上，為了討論的清晰性，各種特徵的尺寸可能會被任意放大或縮小。此外，這些圖式僅為本揭露實施例的示例性說明，並非旨在限制本揭露的範圍。

圖 1 是根據一些實施例說明一多級類比/數位轉換器裝置的一示意圖。
圖 2 是根據一些實施例說明一第一級的一示意圖。
圖 3 是根據一些實施例說明一被動式開關電容積分器的一示意圖。
圖 4 是根據一些實施例說明一第二級的一示意圖。
圖 5 是根據一些實施例說明一電壓/時間轉換器的一示意圖。
圖 6 是根據一些實施例說明一時間/數位轉換器的一示意圖。
圖 7 是根據一些實施例說明一數位濾波器的一示意圖。
圖 8 是根據一些實施例說明一類比/數位轉換器裝置的快速傅立葉轉換(FFT)頻譜的一示意圖。
圖 9 是根據一些實施例說明一雜訊移頻逐次逼近暫存器的一示意圖，雜訊移頻逐次逼近暫存器是類比/數位轉換器裝置之一第一級的一部分。
圖 10 是根據一些實施例說明具有被動式開關電容積分器的雜訊移頻逐次逼近暫存器的一示意圖。

圖 11 是根據一些實施例說明具有被動式開關電容積分器的雜訊移頻逐次逼近暫存器之操作的一時序圖。

圖 12 是根據一些實施例說明一第二級的一示意圖。

圖 13 是根據一些實施例說明在一類比/數位轉換器裝置中將類比訊號轉換為數位訊號之一方法的一示意圖。

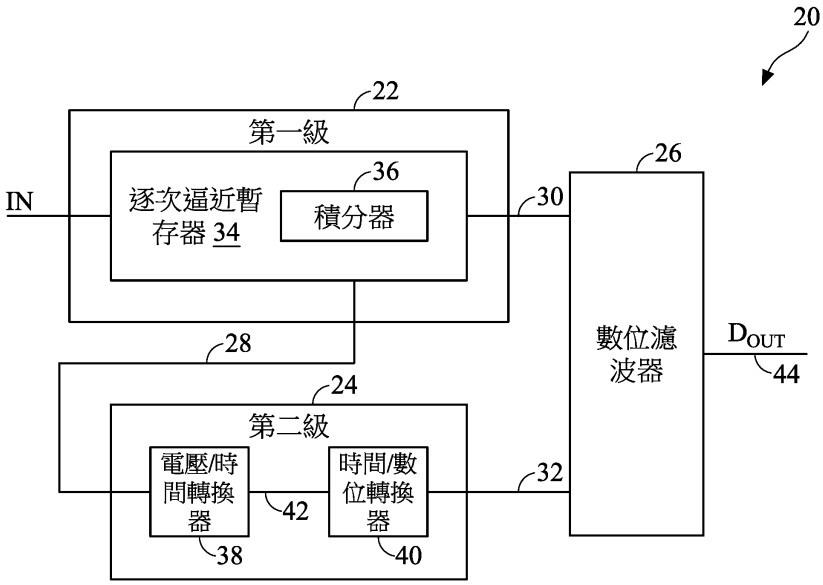


圖 1

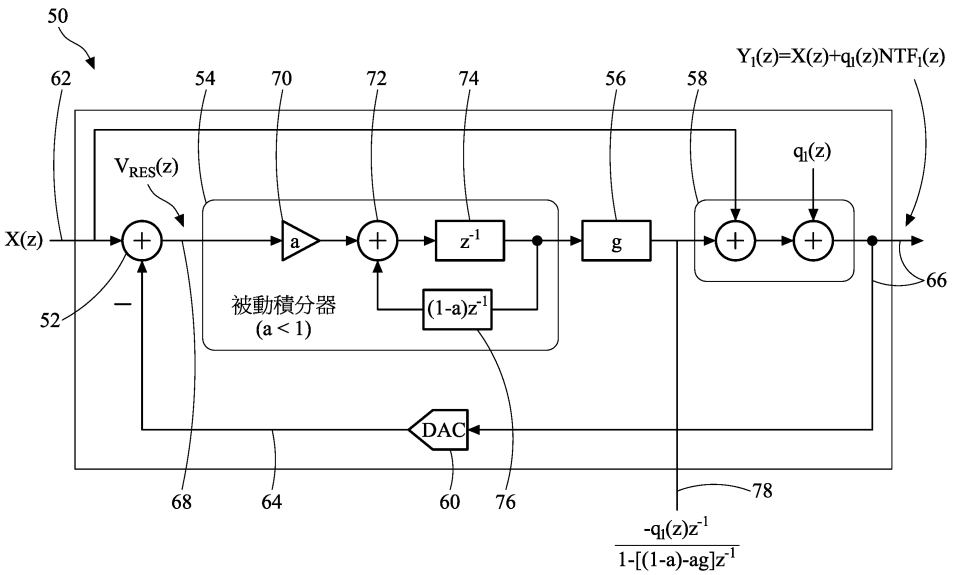


圖 2

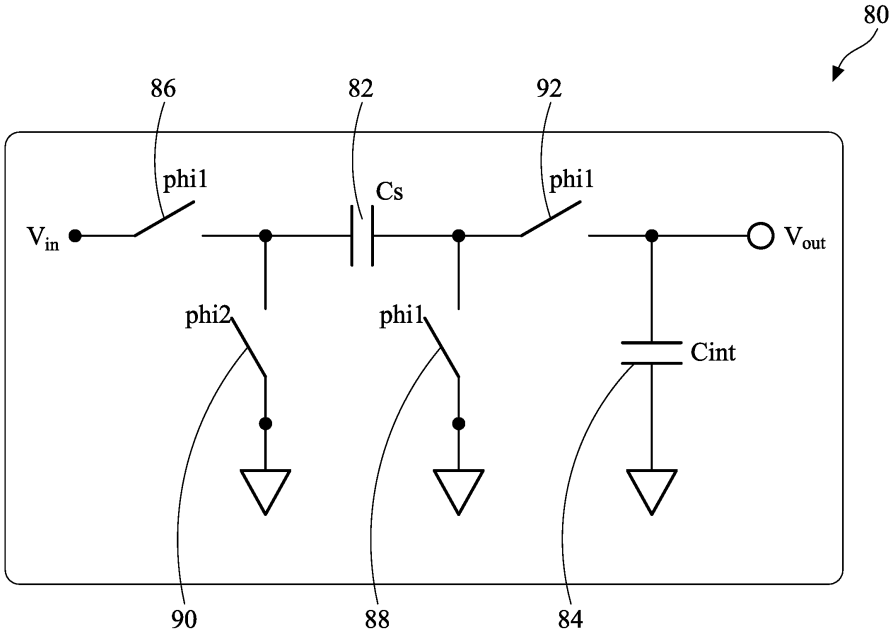

80
86
82
92
phi1
Cs
phi1
V_{in}
V_{out}
phi2
phi1
Cint
90
88
84

圖 3

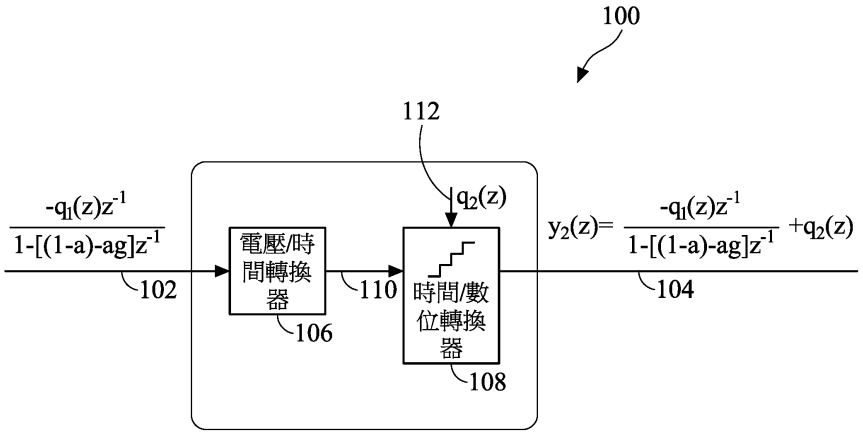

100
112
$q_2(z)$
$\frac{-q_1(z)z^{-1}}{1-[(1-a)-ag]z^{-1}}$
電壓/時間轉換器
時間/數位轉換器
$y_2(z)=\frac{-q_1(z)z^{-1}}{1-[(1-a)-ag]z^{-1}}+q_2(z)$
102
106
110
108
104

圖 4

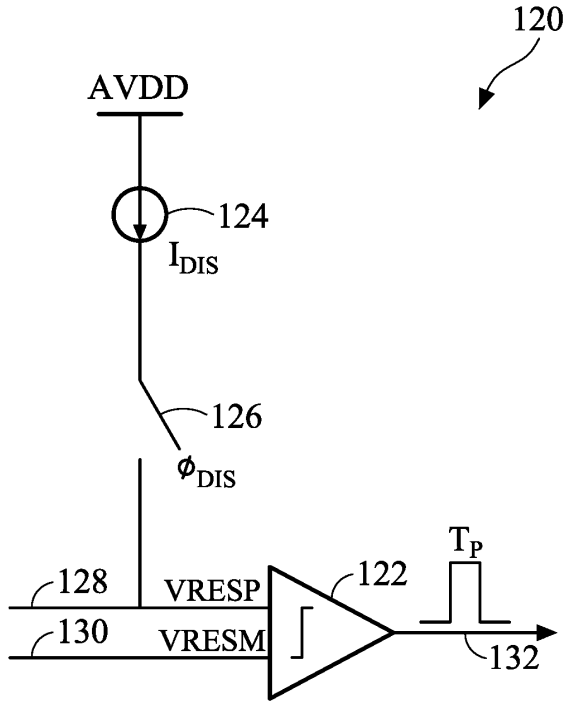

120
AVDD
124
I_{DIS}
126
ϕ_{DIS}
128
VRESP
130
VRESM
122
T_P
132

圖 5

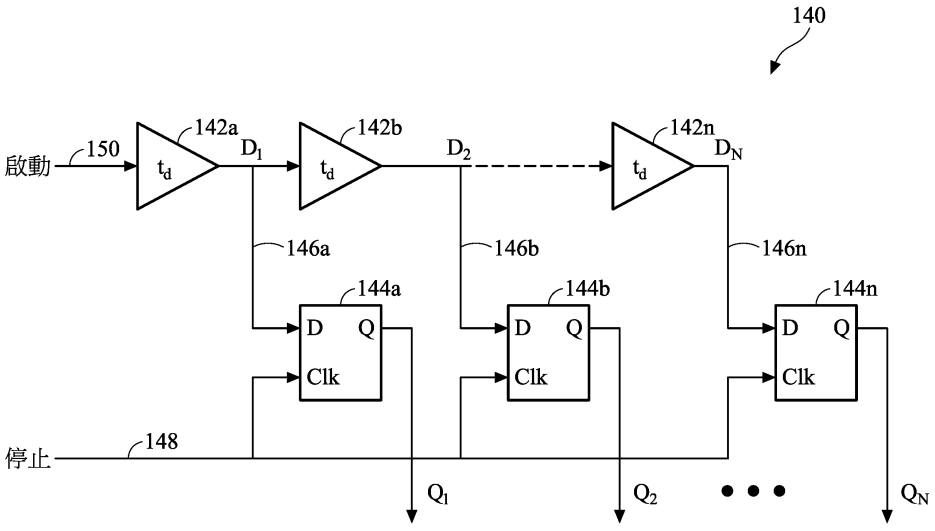

140
啟動
150
142a
142b
142n
t_d
D_1
D_2
D_N
146a
146b
146n
144a
144b
144n
D
Q
Clk
停止
148
Q_1
Q_2
Q_N

圖 6

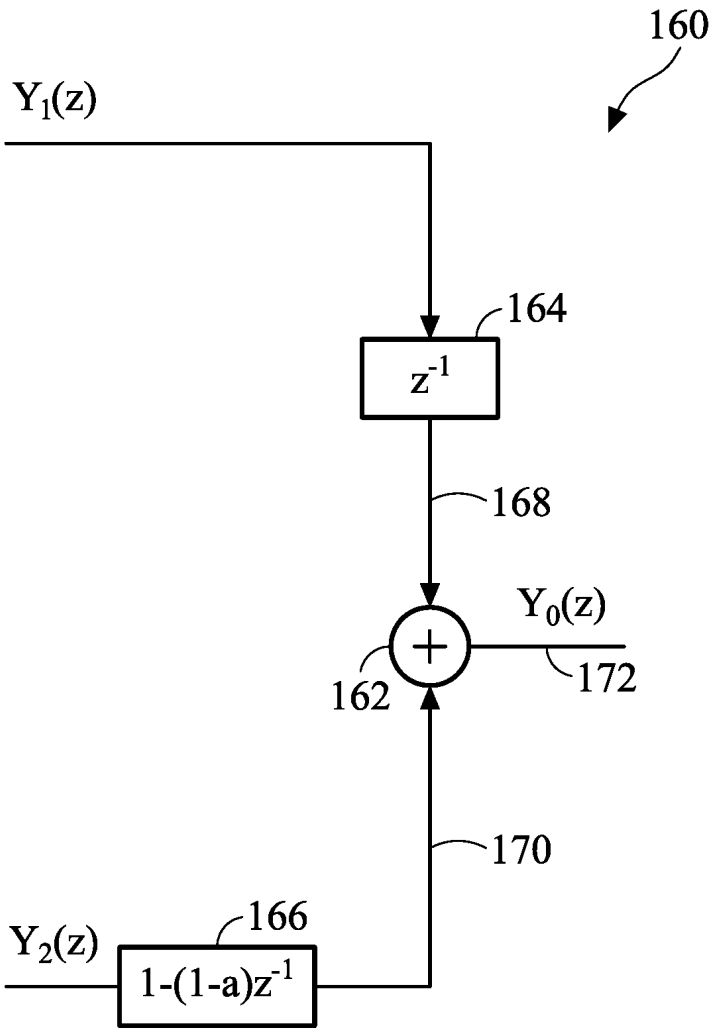


圖 7

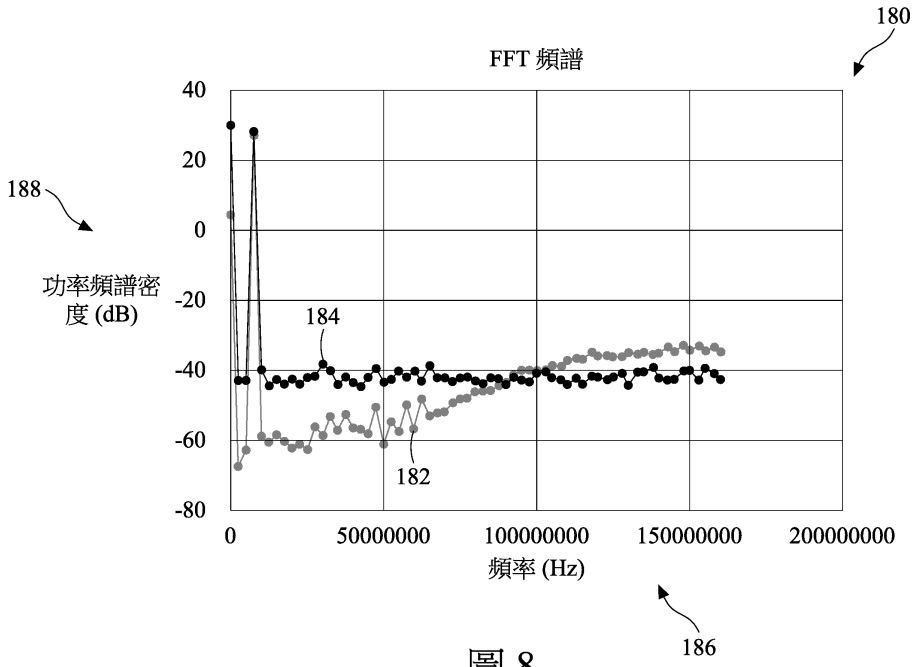

180
FFT 頻譜
188
功率頻譜密度 (dB)
40
20
0
-20
-40
-60
-80
184
182
0
50000000
100000000
150000000
200000000
頻率 (Hz)
186

圖 8

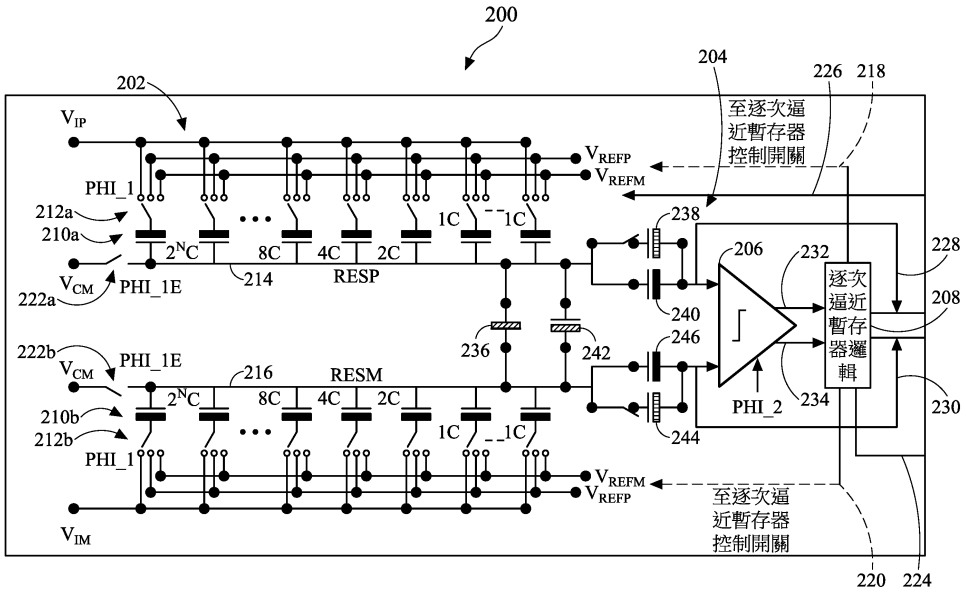

200
202
204
226
218
至逐次逼近暫存器控制開關
V_{IP}
V_{REFP}
V_{REFM}
PHI_1
212a
210a
V_{CM}
222a
PHI_1E
2^NC
8C
4C
2C
1C
214
RESP
238
240
206
232
228
逐次逼近暫存器邏輯
208
222b
236
242
246
216
RESM
210b
212b
PHI_2
234
230
244
V_{IM}
至逐次逼近暫存器控制開關
220
224

圖 9

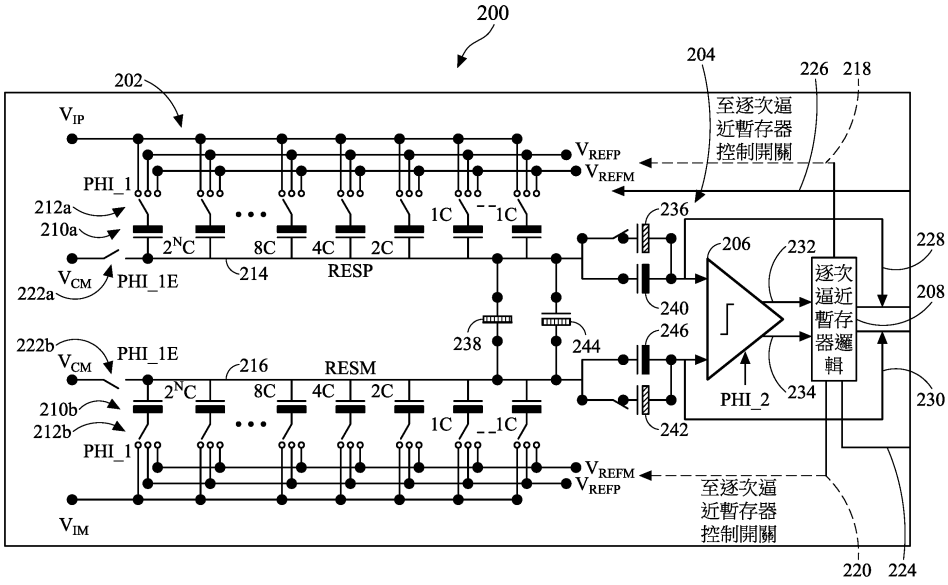

200
202
204
226
218
至逐次逼近暫存器控制開關
V_{IP}
V_{REFP}
V_{REFM}
PHI_1
212a
210a
2^NC
8C
4C
2C
1C
1C
214
RESP
V_{CM}
PHI_1E
222a
236
206
232
228
逐次逼近暫存器邏輯
208
240
246
238
244
222b
V_{CM}
PHI_1E
216
RESM
2^NC
8C
4C
2C
1C
1C
210b
212b
PHI_1
PHI_2
234
230
242
V_{REFM}
V_{REFP}
至逐次逼近暫存器控制開關
V_{IM}
220
224

圖 10

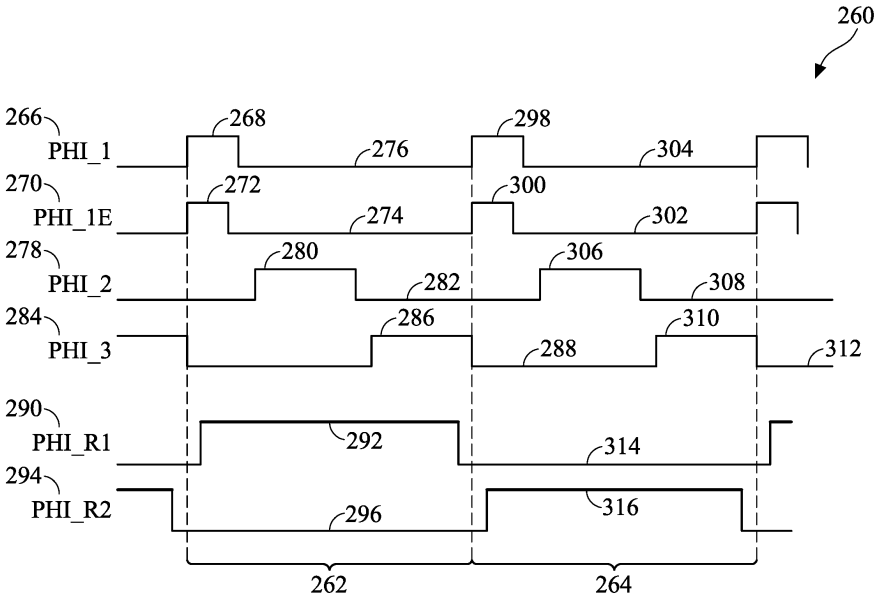

260
266
PHI_1
268
276
298
304
270
PHI_1E
272
274
300
302
278
PHI_2
280
282
306
308
284
PHI_3
286
288
310
312
290
PHI_R1
292
314
294
PHI_R2
296
316
262
264

圖 11

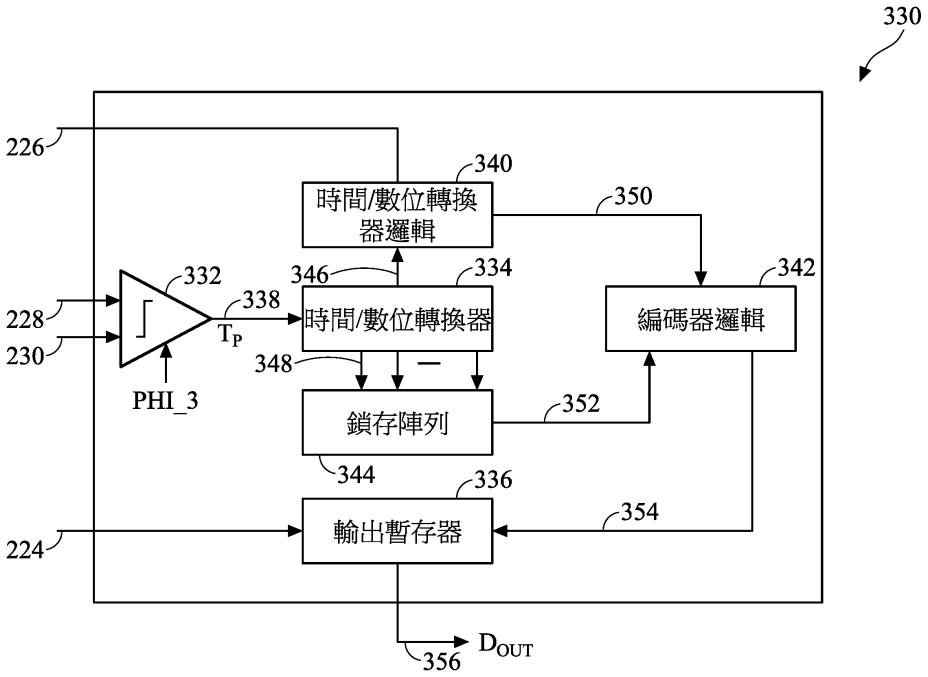

330
226
340
時間/數位轉換器邏輯
350
342
332
346
334
228
338
時間/數位轉換器
編碼器邏輯
230
T_P
348
PHI_3
352
鎖存陣列
344
336
354
224
輸出暫存器
D_{OUT}
356

圖 12

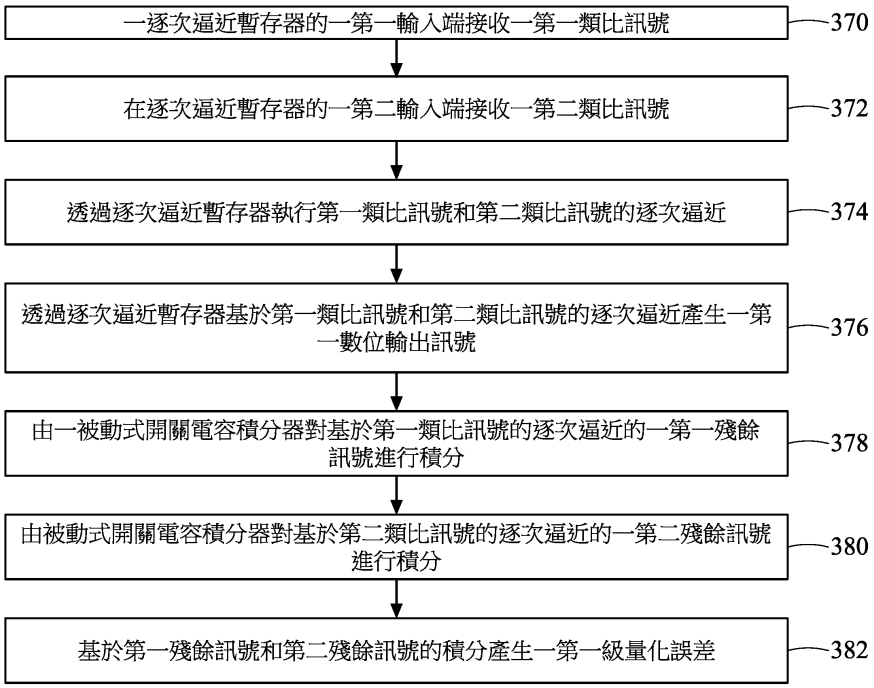

一逐次逼近暫存器的一第一輸入端接收一第一類比訊號
370
在逐次逼近暫存器的一第二輸入端接收一第二類比訊號
372
透過逐次逼近暫存器執行第一類比訊號和第二類比訊號的逐次逼近
374
透過逐次逼近暫存器基於第一類比訊號和第二類比訊號的逐次逼近產生一第一數位輸出訊號
376
由一被動式開關電容積分器對基於第一類比訊號的逐次逼近的一第一殘餘訊號進行積分
378
由被動式開關電容積分器對基於第二類比訊號的逐次逼近的一第二殘餘訊號進行積分
380
基於第一殘餘訊號和第二殘餘訊號的積分產生一第一級量化誤差
382

圖 13