



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115390703 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 25

(21) 申请号 202210583747.9

(22) 申请日 2022.05.25

(30) 优先权数据

63/192,718 2021.05.25 US

(71) 申请人 矽创电子股份有限公司

地址 中国台湾新竹县竹北市台元一街5号  
11楼之1

(72) 发明人 陈俊良 林圣颖

(74) 专利代理机构 北京中原华和知识产权代理  
有限责任公司 11019

专利代理师 寿宁

(51) Int. Cl.

G06F 3/044 (2006.01)

G06F 17/16 (2006.01)

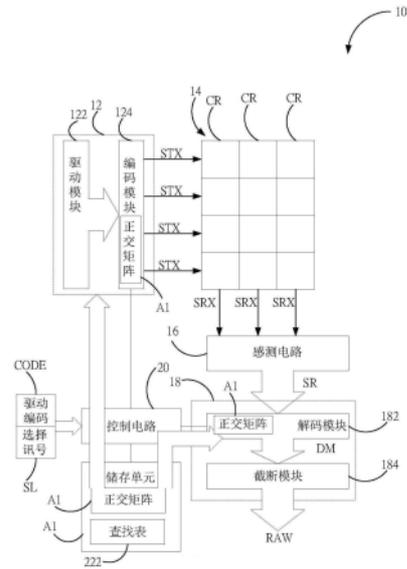
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

电容感测装置及其感测方法

(57) 摘要

本发明为一种电容感测装置及其感测方法，其先将对应于多个驱动编码的多个驱动讯号发送至多个驱动电极，使对应的多个感测电极产生对应的感测讯号，其用以提供至一运算电路解码成感测数据，且该些个感测电极与该些个驱动电极的设置方式对应于一非正交矩阵或一正交矩阵，借此，本发明的电容感测装置透过该非正交矩阵或该正交矩阵可简化运算功能。



1. 一种电容感测装置的感测方法,其特征在于,其包含:  
依据多个驱动编码对应的一非正交矩阵或一正交矩阵产生多个驱动讯号;  
利用一驱动电路发送该些个驱动讯号至多个驱动电极;  
多个感测电极依据该些个驱动电极的该些驱动讯号产生对应的多个感测讯号;  
经一感测电路接收该些个感测讯号至一运算电路;  
透过该运算电路译码该些个感测讯号并产生对应的多个感测数据。
2. 如权利要求1所述的电容感测装置的感测方法,其特征在于,其中于依据多个驱动编码产生多个驱动讯号的步骤中,包含:  
依据该些个驱动编码设定该正交矩阵的编码值;  
依据一选择讯号设定该些个驱动讯号为对应于该非正交矩阵或该正交矩阵;  
依据多个索引值与该些编码值形成该非正交矩阵或该正交矩阵并输出;  
其中,当依据该选择讯号设定该些个驱动讯号为对应该非正交矩阵时,删除该正交矩阵的第一行与第一列的编码值或经由查找一查找表取得该非正交矩阵并由该驱动电路依据该非正交矩阵输出该些个驱动讯号至该些个驱动电极,当设定该些个驱动讯号为对应该正交矩阵时,该驱动电路直接依据该正交矩阵输出该些个驱动讯号至该些个驱动电极。
3. 如权利要求2所述的电容感测装置的感测方法,其特征在于,其中该非正交矩阵的复数列编码值对应于该些个索引值于一查找表。
4. 如权利要求1所述的电容感测装置的感测方法,其特征在于,其中该运算电路依据该非正交矩阵或该正交矩阵的一反矩阵解码该些个感测讯号为一运算结果,并截断该运算结果为该些个感测数据。
5. 如权利要求1所述的电容感测装置的感测方法,其特征在于,其中当该些个驱动编码的多个第一编码值与多个第二编码值组成一奇数阶矩阵时,该非正交矩阵任一行的该些个第一编码值与该些第二编码值的总和为该第一编码值或该第二编码值。
6. 如权利要求1所述的电容感测装置的感测方法,其特征在于,其中当该些个驱动编码的多个第一编码值与多个第二编码值组成一偶数阶矩阵时,该非正交矩阵任一行的该些个第一编码值与该些第二编码值的总和为两倍该第一编码值或两倍该第二编码值。
7. 如权利要求1所述的电容感测装置的感测方法,其特征在于,其中当该些个驱动编码的多个第一准位与多个第二准位组成一奇数阶矩阵时,该非正交矩阵任一行的该些个第一准位与该些第二准位的讯号准位总和为该第一准位或该第二准位。
8. 如权利要求1所述的电容感测装置的感测方法,其特征在于,其中当该些个驱动编码的多个第一准位与多个第二准位组成一偶数阶矩阵时,该非正交矩阵任一行的该些个第一准位与该些第二准位的讯号准位总和为两倍该第一准位或两倍该第二准位。
9. 一种电容感测装置,其特征在于,其包含:  
一驱动电路,依据多个驱动编码产生多个驱动讯号,该些个驱动编码对应于一非正交矩阵或一正交矩阵;  
多个驱动电极,接收该些个驱动讯号;  
多个感测电极,其经耦合该些个驱动电极而依据该些个驱动讯号产生多个感测讯号;  
以及  
一运算电路,依据该非正交矩阵或该正交矩阵解码该些个感测讯号,而产生多个感测

数据。

10. 如权利要求9所述的电容感测装置,其特征在于,更包含一控制电路,其依据该正交矩阵设定该些个驱动编码并依据一选择讯号设定该驱动电路与该运算电路对应于该非正交矩阵或该正交矩阵,该控制电路依据多个索引值与该些个驱动编码形成该非正交矩阵或该正交矩阵并控制该驱动电路输出对应的该些驱动讯号,当设定该非正交矩阵时,删除该正交矩阵的第一行与第一列的编码值并由该驱动电路依据该非正交矩阵输出该些个驱动讯号至该些个驱动电极,当设定该正交矩阵,该驱动电路直接依据该正交矩阵输出该些个驱动讯号至该些个驱动电极。

11. 如权利要求9所述的电容感测装置,其特征在于,其中当该些个驱动编码的多个第一编码值与多个第二编码值组成一奇数阶矩阵时,该非正交矩阵任一行的该些个第一编码值与该些第二编码值的总和为该第一编码值或该第二编码值。

12. 如权利要求9所述的电容感测装置,其特征在于,其中当该些个驱动编码的多个第一编码值与多个第二编码值组成一偶数阶矩阵时,该非正交矩阵任一行的该些个第一编码值与该些第二编码值的总和为两倍该第一编码值或两倍该第二编码值。

13. 如权利要求9所述的电容感测装置,其特征在于,其中当该些个驱动编码的多个第一编码值对应于多个第一准位,该些个驱动编码的多个第二编码值对应于多个第二准位,该些第一准位与该些第二准位组成一奇数阶矩阵时,该非正交矩阵任一行的该些个第一准位与该些第二准位的讯号准位总和为该第一准位或该第二准位。

14. 如权利要求9所述的电容感测装置,其特征在于,其中当该些个驱动编码的多个第一编码值对应于多个第一准位,该些个驱动编码的多个第二编码值对应于多个第二准位,该些第一准位与该些第二准位组成一偶数阶矩阵时,该非正交矩阵任一行的该些个第一准位与该些第二准位的讯号准位总和为两倍该第一准位或两倍该第二准位。

15. 如权利要求9所述的电容感测装置,其特征在于,其中该驱动电路更包含一编码模块,其依据该些个驱动编码而编码该些个驱动讯号为对应该非正交矩阵或该正交矩阵,并将经编码的该些个驱动讯号发送至该些个驱动电极。

16. 如权利要求9所述的电容感测装置,其特征在于,其中该运算电路更包含一解码模块与一截断模块,该解码模块依据该非正交矩阵或该正交矩阵的一反矩阵译码该些个感测讯号为一运算结果,该截断模块截断该运算结果为该些个感测数据。

## 电容感测装置及其感测方法

### 技术领域

[0001] 本发明是关于一种感测电路及其方法,特别是一种电容感测装置及其感测方法。

### 背景技术

[0002] 随着消费性电子装置的发展,具触控功能的消费性电子装置无所不在,一般消费性电子装置借由触控面板做为输入设备,并搭配一显示面板作为显示设备,而让用户在显示画面上做触控输入,因此触控面板所搭配的显示面板可包括液晶显示器(LCDs)、场发射显示器(FEDs)、电浆显示面板(PDPs)、电致发光显示器(ELDs)、电泳显示器(EPDs)、以及有机发光装置(OLEDs)等显示设备,而触控面板允许使用者利用手指、笔等触控方式经按压或接触,而让触控面板上的感测装置感测该用户的触控位置并结合画面讯息而产生对应的输入讯息。

[0003] 基于上述背景技术,本发明提供一种电容感测装置及其感测方法,其借由多个驱动电极与多个感测电极的设置方式对应于一非正交矩阵或一正交矩阵,使一驱动电路对应发出多个驱动讯号至该些个驱动电极,而让该些个感测电极产生对应的多个感测讯号且对应于该非正交矩阵或该正交矩阵,及该些个驱动编码于该非正交矩阵的运算结果为该些个感测数据,使感测装置可简化运算功能。

### 发明内容

[0004] 本发明的一目的,在于提供一种电容感测装置及其感测方法,其借由多个驱动电极与多个感测电极的设置方式对应于一非正交矩阵或一正交矩阵设置,使一驱动电路发送对应于该非正交矩阵或该正交矩阵的多个驱动讯号至该些个驱动电极,使该些个感测电极对应产生多个感测讯号,借此透过一运算电路依据该非正交矩阵或该正交矩阵解码该些个感测讯号并产生对应的多个感测数据。如此让该电容感测装置可简化运算功能。

[0005] 针对上述的目的,本发明提供一种电容感测装置的感测方法,其先依据多个驱动编码产生对应的多个驱动讯号,因而让一驱动电路发送该些个驱动讯号至多个驱动电极,经该些个驱动电极与多个感测电极的设置方式对应于一非正交矩阵或一正交矩阵,因而让该些个驱动讯号所对应的该些个驱动编码相当于输入至该非正交矩阵或该正交矩阵,对此,该些感测电极依据该些驱动讯号产生多个感测讯号至一感测电路,而透过一运算电路依据该非正交矩阵或该正交矩阵的反矩阵解码该些个感测讯号并对应产生多个感测数据,如此本发明即可让该电容感测装置可简化运算功能。

[0006] 针对上述目的,本发明提供一种电容感测装置,其包含一驱动电路、一面板、一感测电路与一运算电路,其中该驱动电路依据多个驱动编码产生多个驱动讯号并传送至多个驱动电极,借由该些个驱动电极与多个感测电极对应于一非正交矩阵或一正交矩阵,因而相当于该些个驱动讯号对应的该些个驱动编码对应输入至该非正交矩阵或该正交矩阵,对此,该感测电路将该些感测电极依据该些个驱动讯号所产生的多个感测讯号传送至该运算电路,并透过该运算电路解码该些个感测讯号并对应产生多个感测数据,如此本发明透过

该非正交矩阵或该正交矩阵的运算功能,让该电容感测装置可简化运算功能。

### 附图说明

[0007] 图1:其为本发明的一实施例的电容感测装置的方块示意图;

图2A:其为本发明的一实施例的电容感测装置对应于4乘4正交矩阵的讯号传输示意图;

图2B:其为本发明的一实施例的电容感测装置对应于3乘3非正交矩阵的讯号传输示意图;

图3A:其为本发明的另一实施例的电容感测装置对应于8乘8正交矩阵的讯号传输示意图;

图3B:其为本发明的另一实施例的电容感测装置对应于7乘7非正交矩阵的讯号传输示意图;

图4:其为本发明的4乘4转换为3乘3的示意图;

图5:其为本发明的8乘8转换为7乘7的示意图;以及

图6:其为本发明的16乘16转换为15乘15的示意图。

#### 【图号对照说明】

10 电容感测装置

12 驱动电路

122 驱动模块

124 编码模块

14 面板

TX 驱动电极

RX 感测电极

16 感测电路

18 运算电路

182 解码模块

184 截断模块

20 控制电路

22 储存单元

222 查找表

A1 正交矩阵

A2 非正交矩阵

A3 3乘3非正交矩阵

A4 4乘4正交矩阵

A7 7乘7非正交矩阵

A8 8乘8正交矩阵

A15 15乘15非正交矩阵

A16 16乘16正交矩阵

CR 耦合位置

CODE 驱动编码  
SL 选择讯号  
STX 驱动讯号  
SRX 感测讯号  
SR 感测结果  
DM 运算结果  
RAW 感测资料

### 具体实施方式

[0008] 为了使本发明的结构特征及所达成的功效有更进一步的了解与认识,特用较佳的实施例及配合详细的说明,说明如下:

[0009] 在说明书及权利要求当中使用了某些词汇指称特定的元件,然,所属本发明技术领域中具有通常知识者应可理解,同一个元件可能会用不同的名词称呼,而且,本说明书及权利要求并不以名称的差异作为区分元件的方式,而是以元件在整体技术上的差异作为区分的准则。在通篇说明书及权利要求当中所提及的「包含」为一开放式用语,故应解释成「包含但不限于」。再者,「耦接」一词在此包含任何直接及间接的连接手段。因此,若文中描述一第一装置耦接一第二装置,则代表第一装置可直接连接第二装置,或可透过其他装置或其他连接手段间接地连接至第二装置。

[0010] 在下文中,将借由图式来说明本发明的各种实施例来详细描述本发明。然而本发明的概念可能以许多不同型式来体现,且不应解释为限于本文中所阐述的例示性实施例。

[0011] 首先,请参阅图1,其为本发明的一实施例的电容感测装置的方块示意图。如图所示,本实施例的电容感测装置10为包含一驱动电路12、一面板14、一感测电路16与一运算电路18,该面板14包含多个驱动电极TX与多个感测电极RX,其中该驱动电路12耦接于该些个驱动电极TX,该些个驱动电极TX与该些个感测电极RX之间为电容性耦合,该些感测电极RX耦接该感测电路16,该感测电路16耦接该运算电路18,而该些个驱动电极TX与该些个感测电极RX如图1所示,该些个驱动电极TX与该些个感测电极RX的交错形成多个耦合位置CR。

[0012] 进一步地参阅图2A与图2B,本实施例的电容感测装置10更可进一步包含一控制电路20,其分别耦接该编码模块124与该解码模块182,该控制电路20连接一储存单元22,其储存一查找表(lookup table) 222,该控制电路20依据该查找表222控制该编码模块122与该解码模块182对照该正交矩阵或该非正交矩阵而达成循环移位(circular shift),详述于后。

[0013] 复参图2A与图2B,其为本发明的一实施例的对应于4乘4正交矩阵的讯号传输示意图与对应于3乘3非正交矩阵的讯号传输示意图。如图2A所示,本实施例的该面板14为以对应4乘4正交矩阵作为转换矩阵,也就是透过该控制电路20于接收到一个驱动编码CODE与一选择讯号SL经查找该查找表222而取得一正交矩阵A1,即该4乘4正交矩阵,因而控制该驱动电路12为依据该正交矩阵A1产生多个驱动讯号STX至该些个驱动电极TX,并透过该些个耦合位置CR耦合至该些个感测电极RX,借此让该些个感测电极RX产生对应的该些个感测讯号SRX,因此该感测电路16于接收该些个感测电极RX的感测讯号SRX时,相当于该感测电路16依据上述的4乘4矩阵接收该些个感测讯号SRX并传送该些个感测讯号SRX对应的一感测结

果SR至该运算电路18。

[0014] 再者,该控制电路20同时也控制相对应该解码模块182对应于该4乘4矩阵,因此本实施例以该驱动电路12的一驱动模块122透过一编码模块124依据该4乘4正交矩阵产生N个驱动讯号STX(本实施例中以N为4个驱动讯号STX),而输入至该面板14,并由该感测电路16接收该些个感测讯号SRX所产生的感测结果SR至该运算电路18,经该运算电路18的一解码模块182依据该正交矩阵A1的反矩阵进行解码,并由该运算电路18的一截断模块184将该解码模块182的运算结果DM输出成多个感测数据RAW。

[0015] 在一实施例中,倘若控制电路20于接收到该驱动编码CODE为[1 1 1 1],则可透过查找表222找到第一行索引值index[1]为[1 1 1 1],第二行索引值index[2]为[1 -1 1 -1],第三行索引值index[3]为[1 1 -1 -1],第四行索引值index[4]为[1 -1 -1 1],上述四个索引值以构成该4乘4正交矩阵如下式(一),该4乘4正交矩阵为线性独立且存在反矩阵:

$$Z(4) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{式(一)}$$

[0016] 表一为一范例,其中表一内的a~l表示该面板14对应耦合位置CR的耦合电容值,驱动讯号STX1所传送的讯号系为式(一)矩阵的第一列[1 1 1 1],驱动讯号STX2所传送的讯号系为式(一)矩阵的第二列[1 -1 1 -1],余此类推,而该些感测讯号系为SRX1~SRX3,且所获得的感测讯号SRX1~SRX3可参照式(二)右边矩阵,感测讯号SRX1为式(二)右边矩阵第一列[a+b+c+d a-b+c-d a+b-c-d a-b-c+d],感测讯号SRX2为式(二)右边矩阵第二列,余此类推。

STX1	a	e	i
STX2	b	f	j
STX3	c	g	k
STX4	d	h	l
	SRX1	SRX2	SRX3

表一

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} a & e & i \\ b & f & j \\ c & g & k \\ d & h & l \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a+b+c+d & e+f+g+h & i+j+k+l \\ a-b+c-d & e-f+g-h & i-j+k-l \\ a+b-c-d & e+f-g-h & i+j-k-l \\ a-b-c+d & e-f-g+h & i-j-k+l \end{pmatrix} \quad \text{式(二)}$$

[0017] 且借由式(一)的反矩阵为本身,进一步在解码模块182的运算如下式(三):

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} a+b+c+d & e+f+g+h & i+j+k+l \\ a-b+c-d & e-f+g-h & i-j+k-l \\ a+b-c-d & e+f-g-h & i+j-k-l \\ a-b-c+d & e-f-g+h & i-j-k+l \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4a & 4e & 4i \\ 4b & 4f & 4j \\ 4c & 4g & 4k \\ 4d & 4h & 4l \end{pmatrix} \quad \text{式(三)}$$

[0018] 借由式(三)可知的运算结果DM即为如下式(四):。透过式(四)则可以进一步得知该面板14的耦合电容值a~l。

$$\begin{pmatrix} 4a & 4e & 4i \\ 4b & 4f & 4j \\ 4c & 4g & 4k \\ 4d & 4h & 4l \end{pmatrix}$$

式(四)

[0019] 基于矩阵值为线性独立,因此截断模块184截断式(四)所示的运算结果DM即可获得该些个感测数据RAW,其中感测数据RAW可为耦合电容值 $a \sim l$ 。

[0020] 如图2B所示,其与图2A的差异在于图2A为针对该正交矩阵A1进行编码与解码,图2B为针对非正交矩阵A2进行编码与解码,图2B为针对一3乘3非正交矩阵做举例说明,当该控制电路20控制该编码模块124及该解码模块182对应于该3乘3非正交矩阵时,该3乘3非正交矩阵为前述4乘4正交矩阵减少第一列与第一行的矩阵值而得,即N-1乘N-1非正交矩阵由N乘N正交矩阵减少第一列与第一行的矩阵值而得。该感测电路18为传送该N-1个感测讯号SRX对应的该感测结果SR至该运算电路18。本实施例为该感测电路16接收3个感测讯号SRX,并由该感测电路16将对应的该感测结果SR传送至该运算电路18。

[0021] 该非正交矩阵A2借由一4乘4沃尔什矩阵(Walsh-Matrix),即式(一)的该4乘4正交矩阵消除第一行与第一列的编码,而转为该3乘3非正交矩阵,该驱动电路12透过该驱动模块122与该编码模块124产生该N-1个驱动讯号STX,其对应于本实施例的该3乘3非正交矩阵,并输入至该面板14的耦合位置CR,因而相当于让运算电路18接收该感测结果SR相当于接收到N-1乘N-1驱动编码乘以该N-1个驱动讯号STX,也就是该些个感测讯号SRX对应的该感测结果SR为对应于该非正交矩阵A2,本实施例的该3乘3非正交矩阵如下式(五)所示,该非正交矩阵亦线性独立且存在反矩阵:

$$Z(3) = \begin{bmatrix} -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{式(五)}$$

[0022] 该非正交矩阵除了可由正交矩阵依前述方式而得,亦可透过查找表222而得。倘若控制电路20于接收到该驱动编码CODE为 $[-1 \ 1 \ -1]$ ,则可透过查找表222找到第一行索引值 $\text{index}[1]$ 为 $[-1 \ 1 \ -1]$ ,第二行索引值 $\text{index}[2]$ 为 $[1 \ -1 \ -1]$ ,第三行索引值 $\text{index}[3]$ 为 $[-1 \ -1 \ 1]$ ,其中 $\text{index}[2]$ 为 $\text{index}[1]$ 向左循环位移的结果, $\text{index}[3]$ 为 $\text{index}[2]$ 向左循环位移的结果。

[0023] 在另一实施例中,亦可以采用向右循环位移方式,将第一行索引值 $[-1 \ 1 \ -1]$ 向右循环位移,则可以得第二行索引值 $\text{index}[2]$ 为 $[-1 \ -1 \ 1]$ ,再向右循环位移则可以得第三行索引值 $\text{index}[3]$ 为 $[1 \ -1 \ -1]$ ,据以形成3乘3非正交矩阵。

[0024] 因此,运算电路18的运算依据式(五)的反矩阵对应的矩阵运算而取得对应的运算结果DM,因而减少复杂的运算,例如:沃尔什转换(Walsh transform),因此本实施例可让运算电路18可简化电路,因而相较于习知运算电路可减少电路面积。

[0025] 如图3A与图3B所示,其为本发明的另一实施例的电容感测装置对应于8乘8正交矩阵的讯号传输示意图与对应于7乘7非正交矩阵的讯号传输示意图,本实施例的该控制电路20控制相对应的该编码模块124及该解码模块182对应于该8乘8矩阵的举例说明,因此图2A与图3A的差异在于图3A以该驱动电路12的该驱动模块122与该编码模块124依据该正交矩阵A2(本实施例为8乘8正交矩阵)产生8个驱动讯号STX,而输入至该面板14,并由该感测电

路16接收7个感测讯号SRX至该运算电路18,其中由图3A可知,本实施例为该控制电路20依据该驱动编码CODE[1 1 1 1 1 1 1]经查表该查找表222而组成该8乘8正交矩阵中,该8乘8正交矩阵如下式(六):

$$W(8) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 \end{bmatrix} \quad \text{式(六)}$$

[0026] 如图3B所示,当该控制电路20控制该编码模块124及该解码模块182对应于该7乘7非正交矩阵,由于N-1乘N-1矩阵即为N乘N矩阵减少第一列与第一行的矩阵值或经由该控制电路20透过查找该查找表222产生,即依据该7乘7非正交矩阵发送该些个驱动讯号STX至该面板14,并交由该感测电路16接收7个感测讯号SRX,因此本实施例的该控制电路20借由上述式(四)所示的沃尔什矩阵消除第一行与第一列的编码或透过查找该查找表222,即可取得该7乘7非正交矩阵,因此该7乘7非正交矩阵如下式(七):

$$W(7) = \begin{bmatrix} -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 \end{bmatrix} \quad \text{式(七)}$$

[0027] 由上式(七)可知,该控制电路20为依据第一列编码值与查找表222进行查找而取得第二列编码值至第七列编码值,因而让每二列之间的差异相当于移位一次的差异,例如:该控制电路20于接收到该驱动编码CODE为第一列的[-1 1 -1 1 -1 1 -1]暂存于储存单元22,并依据该查找表222查找第一列的[-1 1 -1 1 -1 1 -1]的索引值为index[1],进而透过索引值第二列的索引值index[2]查找第二列的编码值[1 -1 -1 1 1 -1 -1],依此类推,直到依据第七列的索引值index[7]查找第七列的编码值[-1 -1 1 -1 1 1 -1],且查找所得的第二列的[1 -1 -1 1 1 -1 -1]至第七列的[-1 -1 1 -1 1 1 -1]为向左循环,除此的,更可透过查找该查找表222而取得向右循环第二列至第七列的矩阵值。

[0028] 其中,该运算电路18经解码模块182依据式(七)的反矩阵进行解码运算而求得对应的运算结果DM,接续经截断模块184分别截断每一行的运算结果而产生该些个感测数据RAW,特别是该运算电路18为依据式(七)的反矩阵对上述的运算结果进行解码。由此可知,本发明的运算电路18针对7乘7非正交矩阵,亦是矩阵上的加减法,因而简化复杂的运算,例如:针对大于4乘4矩阵的矩阵数值的拆解运算。

[0029] 本发明除了利用上述的实施例所述的式(二)与式(五)所对应的3乘3非正交矩阵与7乘7非正交矩阵的外,更可应用于11乘11非正交矩阵、15乘15非正交矩阵、...直到(N-1)乘(N-1)非正交矩阵。以上所述的实施例为以奇数阶矩阵说明非正交矩阵,但并非本发明仅应用于奇数阶矩阵,本发明更可应用于偶数阶非正交矩阵。

[0030] 复参阅上式(五)所揭示的非正交矩阵,该非正交矩阵系为奇数阶且具有复数个第一编码值1与复数个第二编码值-1,该非正交矩阵任一行加总所有的第一编码值与第二编码值则为1(第一编码值)或是-1(第二编码值),例如式(五)第一行加总所有的第一编码值与第二编码值之加总结果为-1(第二编码值),第二行与第三行的加总结果亦为-1(第二编码值)。在另一实施例,如下式(八)所揭示的非正交矩阵,其为上式(五)的反向矩阵,则下式(八)所揭示的该非正交矩阵任一行加总所有的第一编码值与第二编码值之加总结果为第一编码值或是第二编码值。相仿地,上式(七)所揭示的非正交矩阵系为奇数阶,且具有有第一编码值1与第二编码值-1,上式(七)所述的非正交矩阵任一行加总所有的第一编码值与第二编码值之加总结果为1或是-1。因此,当非正交矩阵为奇数阶时,该非正交矩阵任一行加总所有的第一编码值与第二编码值所得的加总结果数值则为第一编码值或是第二编码值。进一步而言,当非正交矩阵为偶数阶时,该非正交矩阵任一行加总所有的第一编码值与第二编码值所得的加总结果数值则为两倍第一编码值或是两倍第二编码值。在另一实施例中,矩阵内的编码值可对应一准位,例如第一编码值对应第一准位,如4.7V,第二编码值对应第二准位,如-4.7V,在此一实施例中,以第一准位4.7V与第二准位-4.7V所形成的非正交矩阵,亦即该些个驱动编码之多个第一准位与多个第二准位组成一非正交矩阵时,当该非正交矩阵若为奇数阶时,该非正交矩阵任一行加总所有的第一准位与第二准位所得的准位数值加总结果为4.7(第一准位)或4.7第二准位,当该非正交矩阵若为偶数阶时,该非正交矩阵任一行加总所有的第一准位与第二准位所得的准位数值加总结果的值为9.4(两倍第一准位)或-9.4(两倍第二准位)。亦即当多个第一准位与多个第二准位组成一非正交矩阵时,若该非正交矩阵若为奇数阶时,该非正交矩阵任一行的该些个第一准位与该些第二准位之加总结果为第一准位或第二准位;若该非正交矩阵若为偶数阶时,该非正交矩阵任一行的该些个第一准位与该些第二准位之加总结果为两倍第一准位或两倍第二准位。

$$Z(3) = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \end{bmatrix} \quad \text{式(八)}$$

[0031] 藉由上述之加总结果可知,本发明可避免运算结果DM之阵列值个别对应之准位呈倍数增加,因而避免讯号过于饱和;特别是以上所述的实施例中,基于该驱动电路12依据该正交矩阵A1或该非正交矩阵A2发送该些个驱动讯号STX至该些个驱动电极TX,因而让该驱动电路12耦接至该些个驱动电极TX的每一线路皆为多次正负讯号准位输入至对应的驱动电极TX,借此降低电磁干扰,因而避免影响相邻的驱动电极TX,进而避免影响对应的感测讯号SRX,因而维持电容感测装置10的感测效能。

[0032] 假设 $H_n$ 为表示阿达玛矩阵(Hadamard matrix),其矩阵值 $h_{1,k}$ 与 $h_{k,1}$ 为1,而 $k=1, 2, \dots, n$ ,矩阵 $A_{n-1}$ 即为非正交矩阵,  $\left(\frac{1}{n}\right) A_{n-1} A_{n-1}^T$ 为下式(九)的反矩阵,且n为自然数。

$$\begin{pmatrix} 2 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 2 & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 1 \\ 1 & \dots & 1 & 2 \end{pmatrix} (n-1) \times (n-1) \quad \dots\dots\dots \text{式(九)}$$

$$\text{令 } H_n = \begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & & & \\ \vdots & & (A_{n-1}) & \\ 1 & & & \end{pmatrix} \dots\dots\dots \text{式(十)}$$

依据

$$H_n^T \cdot H_n = \begin{pmatrix} 1 & 1 \dots 1 \\ 1 & \\ \vdots & (A_{n-1}^T) \\ 1 & \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 \dots 1 \\ 1 & \\ \vdots & (A_{n-1}) \\ 1 & \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} n & 0 & \dots & 0 \\ 0 & n & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & n \end{pmatrix} \dots\dots \text{式(十一)}$$

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 \dots 1 \\ 0 & \\ \vdots & (A_{n-1}^T) \\ 0 & \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 \dots 1 \\ 1 & \\ \vdots & (A_{n-1}) \\ 1 & \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} n & 0 & \dots & 0 \\ 0 & n & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & n \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 1 & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 1 \\ 1 & \dots & 1 & 1 \end{pmatrix} \dots\dots \text{式(十二)}$$

式(十一)之运算结果为下式(十三)所示:

$$\begin{pmatrix} (n-1) & -1 & \dots & -1 \\ -1 & (n-1) & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & -1 \\ -1 & \dots & -1 & (n-1) \end{pmatrix} \dots\dots \text{式(十三)}$$

依据式(十三)求得下式(十四):

$$A_{n-1}^T \cdot A_{n-1} = \begin{pmatrix} (n-1) & -1 & \dots & -1 \\ -1 & (n-1) & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & -1 \\ -1 & \dots & -1 & (n-1) \end{pmatrix} \text{ (n-1)x(n-1) matrix} \quad \text{式(十四)}$$

可推导如下式(十五)

$$\begin{pmatrix} 2 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 2 & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 1 \\ 1 & \dots & 1 & 2 \end{pmatrix} A_{n-1}^T \cdot A_{n-1} = \begin{pmatrix} 2 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 2 & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 1 \\ 1 & \dots & 1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} (n-1) & -1 & \dots & -1 \\ -1 & (n-1) & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & -1 \\ -1 & \dots & -1 & (n-1) \end{pmatrix} = nI_{n-1}$$

式(十五)

[0033] 由式(十四)与式(十五)可知,依据  $A_{n-1}A_{n-1}^T$  呈现线性方程式的运算结果,编码值为呈现线性独立。

[0034] 假设n阶非正交矩阵A如下式(十四)所示:

$$\begin{pmatrix} 2 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 2 & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 1 \\ 1 & \dots & 1 & 2 \end{pmatrix} \cdot A_n^T \cdot A_n \cdot C_{Panel} = (n+1)I_n \cdot C_{Panel} \quad \text{式(十六)}$$

$$A_n^T \cdot A_n = (n+1) \begin{pmatrix} 2 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 2 & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 1 \\ 1 & \dots & 1 & 2 \end{pmatrix}^{-1} \quad \text{式(十七)}$$

$$(n+1) \begin{pmatrix} 2 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 2 & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 1 \\ 1 & \dots & 1 & 2 \end{pmatrix}^{-1} = \begin{pmatrix} n & -1 & \dots & -1 \\ -1 & n & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & -1 \\ -1 & \dots & -1 & n \end{pmatrix} \quad \text{式(十八)}$$

其中 $C_{\text{Panel}}$ 为等号两端相抵,即取得式(十七), $A_n A_n^T$ 为反矩阵乘上 $n+1$ ,进而获得

$\begin{pmatrix} 2 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 2 & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 1 \\ 1 & \dots & 1 & 2 \end{pmatrix}$ 的反矩阵为 $\left(\frac{1}{n+1}\right) A_n A_n^T$ ,且 $A_n A_n^T$ 为线性方程式,由式(十八)可知矩阵

$A_n A_n^T$ 存在该反矩阵。

[0035] 如图4所示,上述的4乘4正交矩阵A4转换为3乘3非正交矩阵A3。如图5所示,上述的8乘8正交矩阵A8转换为7乘7非正交矩阵A7。如图6所示,16乘16正交矩阵A16转换为15乘15非正交矩阵A15。

[0036] 以上所述的实施例,本发明的电容感测装置及其感测方法为利用驱动电路依据非正交矩阵或正交矩阵的驱动编码提供对应的驱动讯号至面板的驱动电极,并由感测电路接收面板的感测电极所产生的感测讯号,因而让运算电路接收感测讯号并依据上述非正交矩阵或正交矩阵进行解码,而求得对应的感测数据,其中运算电路针对非正交矩阵或正交矩阵的运算仅在于矩阵的加减法运算,因而减少繁复的转换运算,例如:沃尔什转换(Walsh transform),因而简化运算电路的运算功能,借此减少运算电路的电路面积,且可改善驱动讯号的讯杂比。

[0037] 上文仅为本发明的较佳实施例而已,并非用来限定本发明实施的范围,凡依本发明权利要求范围所述的形状、构造、特征及精神所为的均等变化与修饰,均应包括于本发明的权利要求范围内。

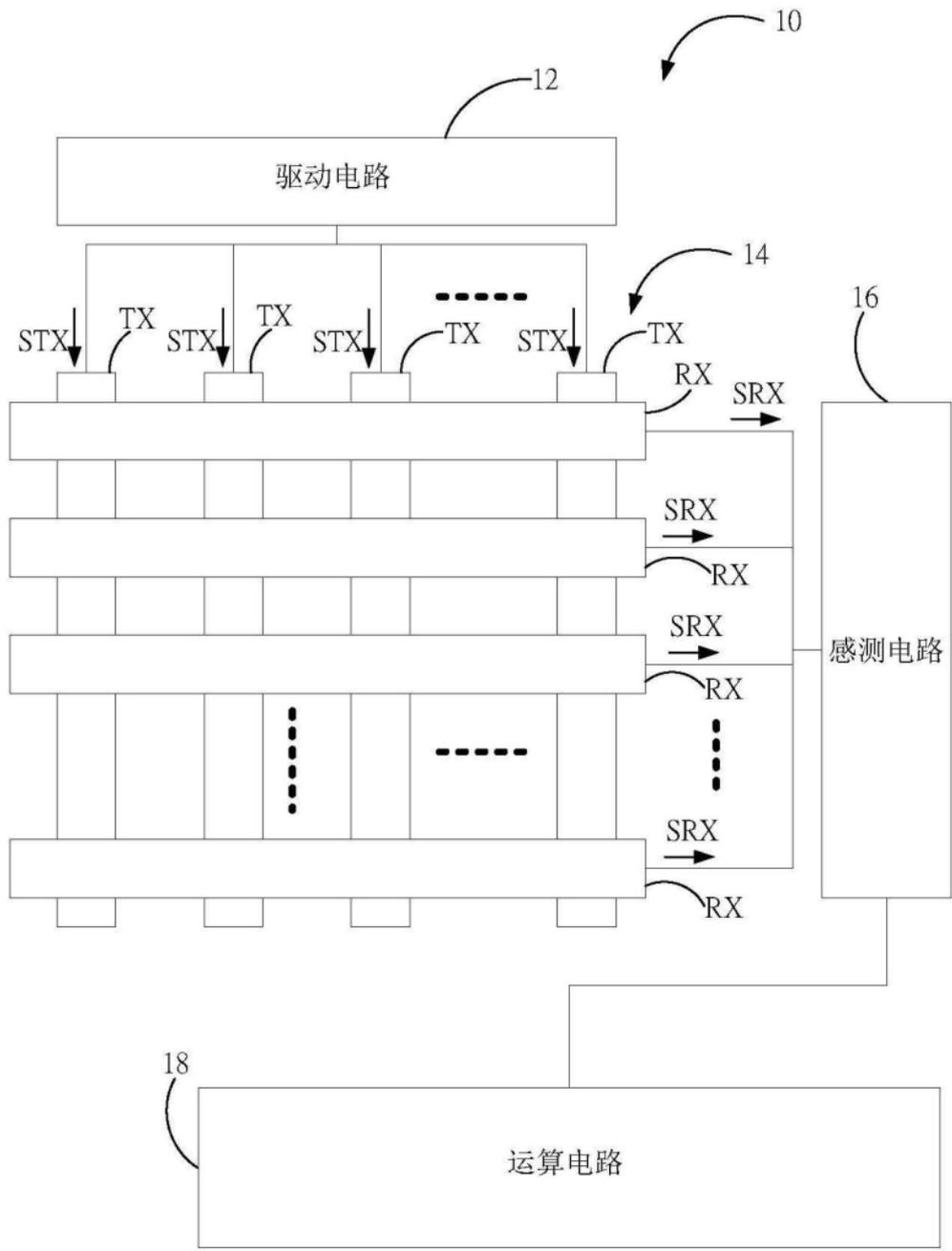


图1

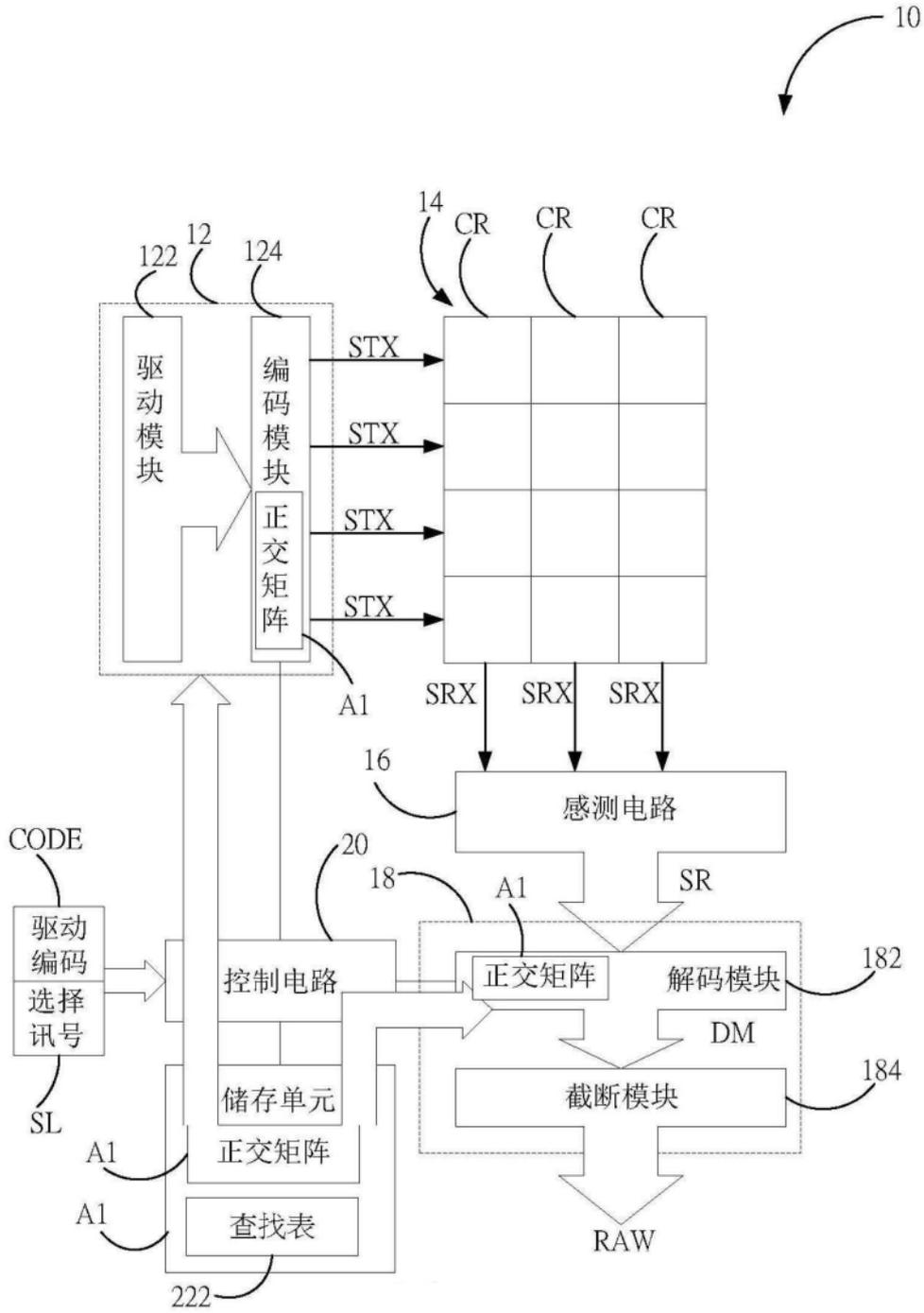


图2A

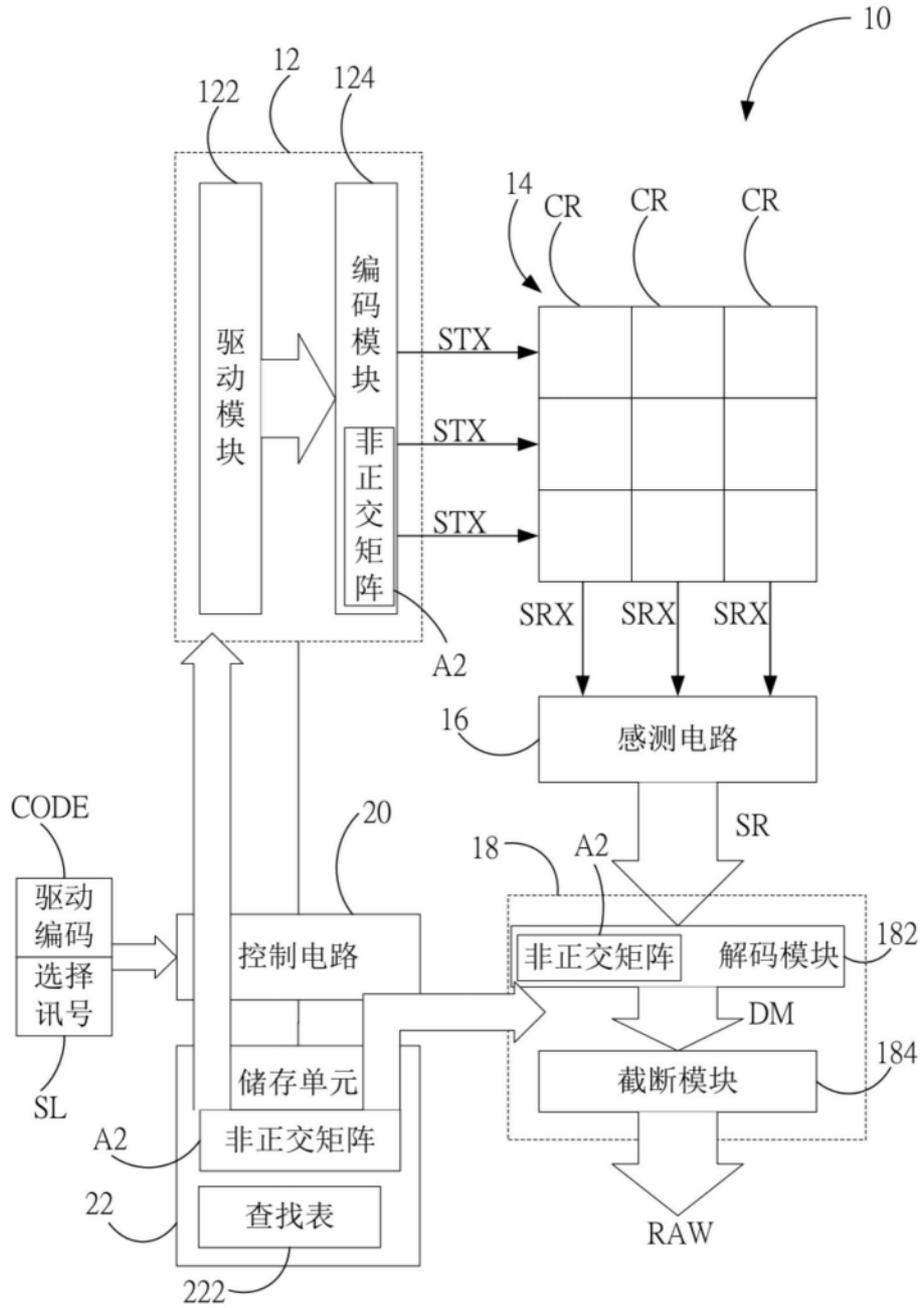


图2B

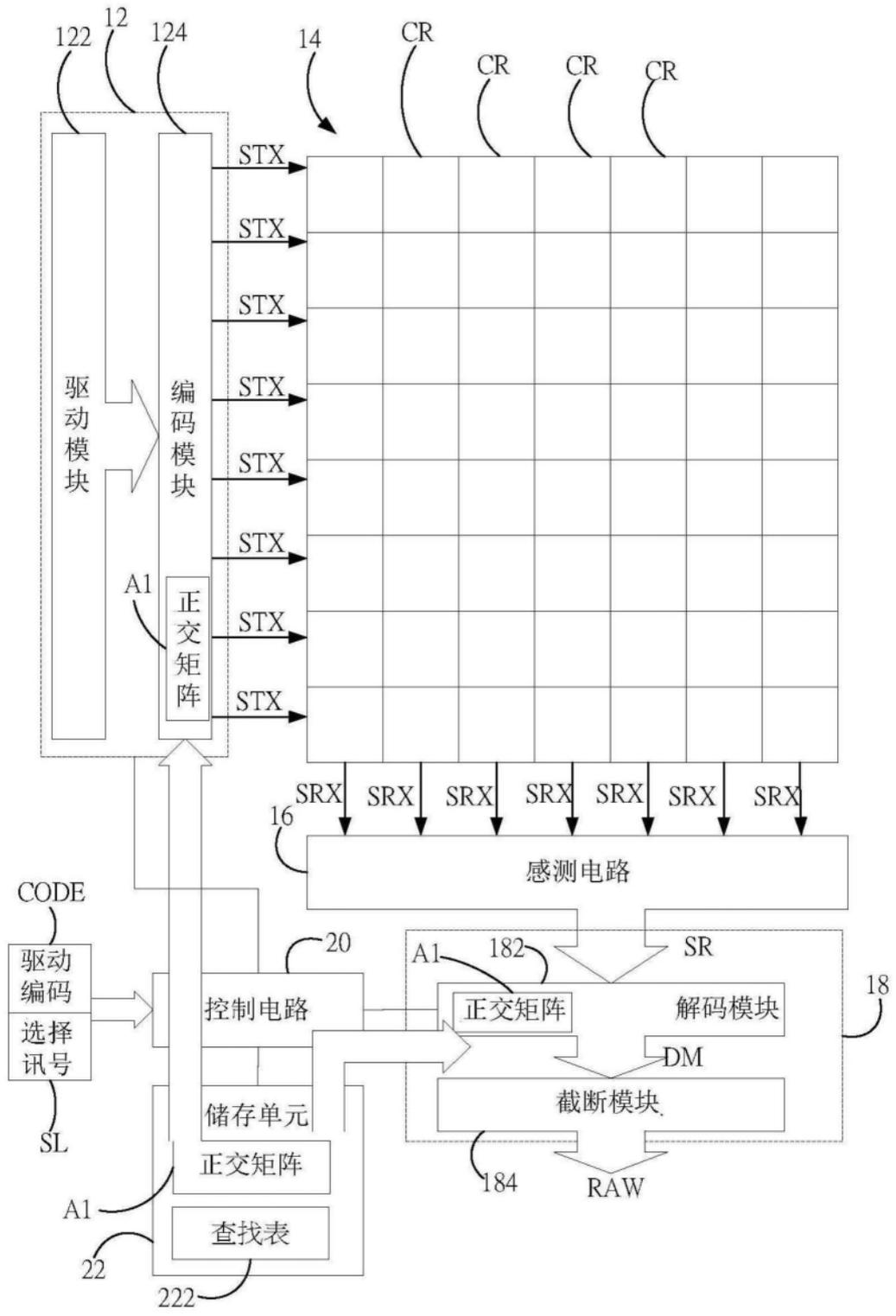


图3A

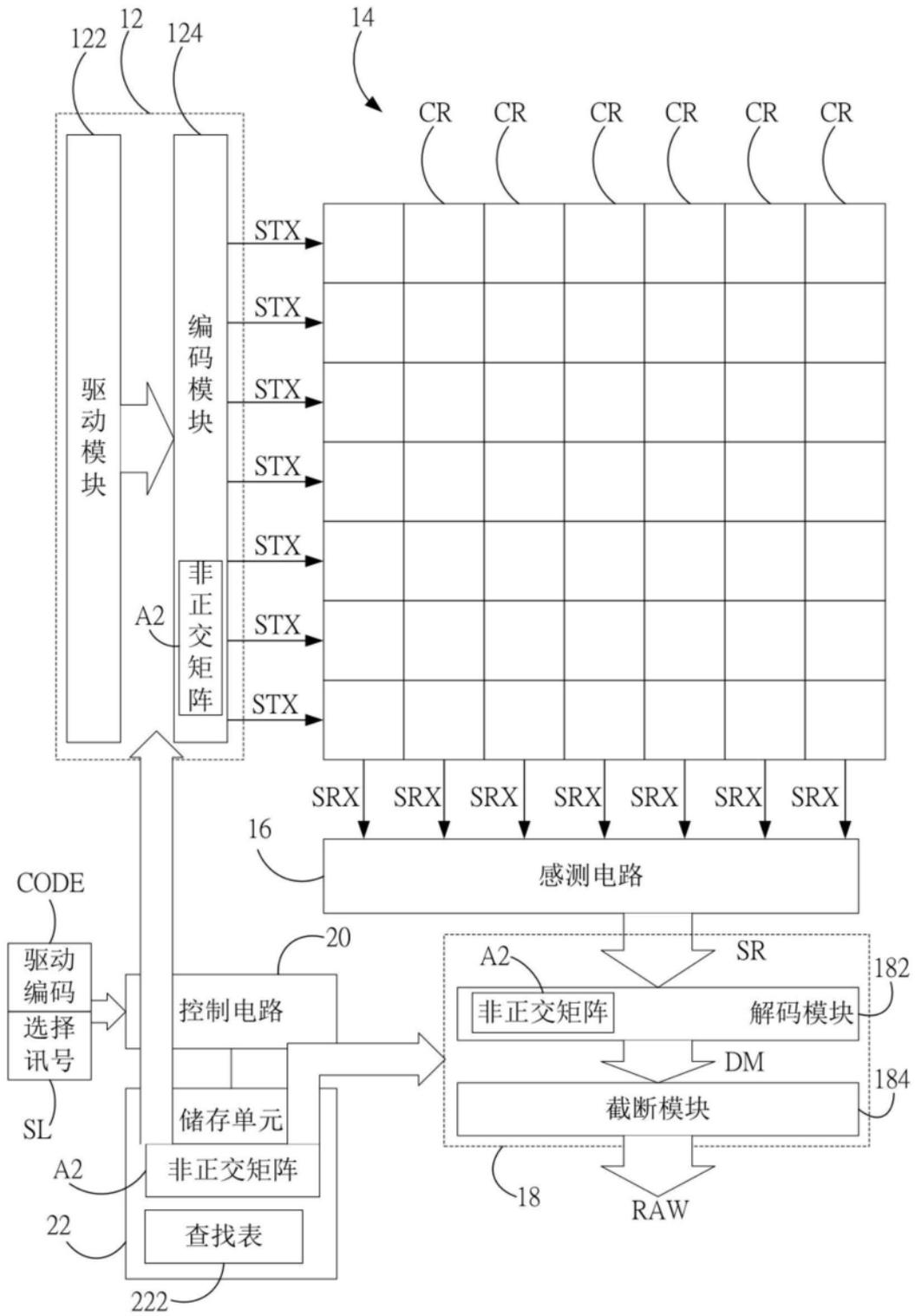


图3B

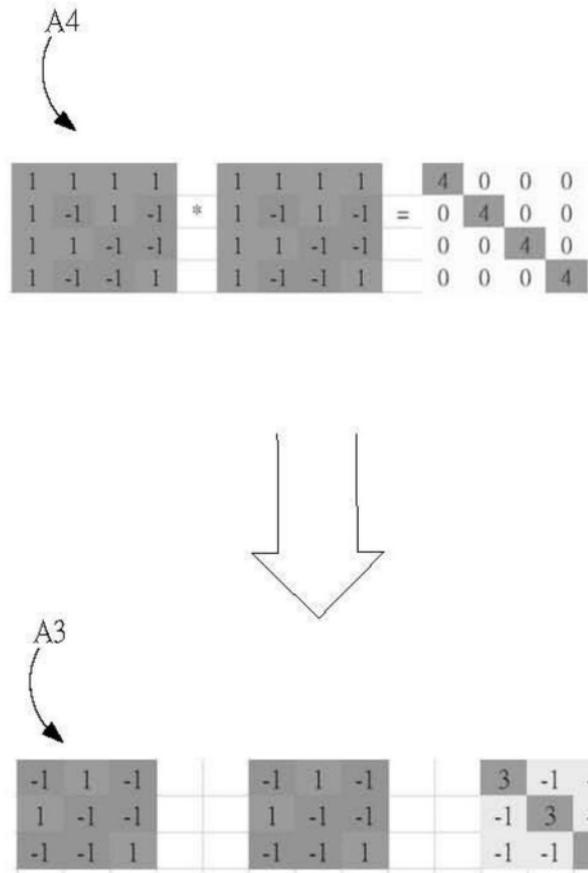


图4



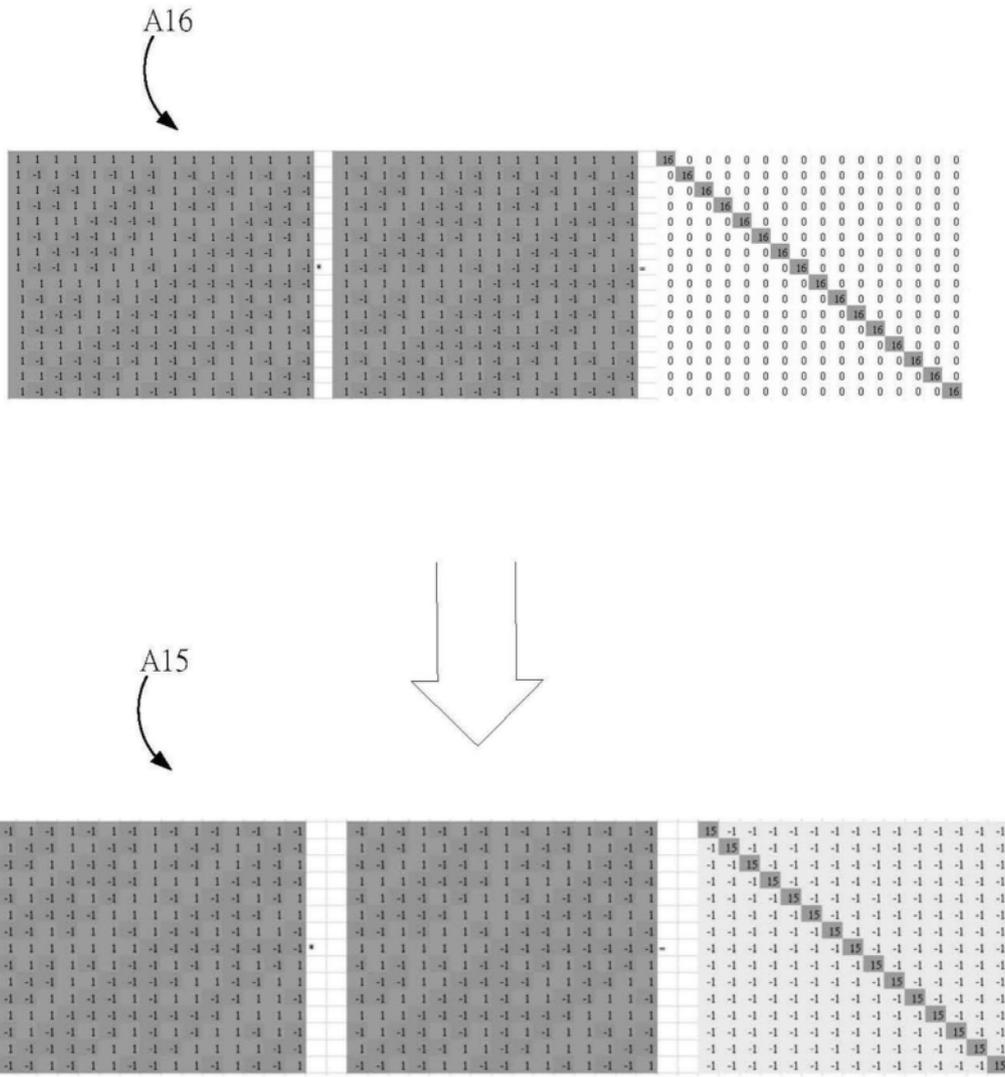


图6