



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I700679 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：107113671

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 04 月 23 日

(51)Int. Cl. : G09G3/20 (2006.01)

G09G3/34 (2006.01)

(30)優先權：2017/04/25 美國

15/496,604

(71)申請人：美商伊英克加利福尼亞有限責任公司 (美國) E INK CALIFORNIA, LLC (US)
美國

(72)發明人：林 怡璋 LIN, CRAIG (US)；黃若城 HUANG, JO CHENG (TW)；陳亨哲 CHEN, HENG CHE (TW)；雷克斯頓 彼得 LAXTON, PETER B. (US)；王銘 WANG, MING (CN)；程秉鉞 CHENG, PING YUEH (TW)；臧 宏玫 ZANG, HONGMEI (US)

(74)代理人：王彥評；賴碧宏

(56)參考文獻：

TW 201235759A1

CN 101093337A

US 8243013B1

US 2002/0196207A1

US 2007/0070032A1

審查人員：呂俊賢

申請專利範圍項數：4 項 圖式數：29 共 88 頁

(54)名稱

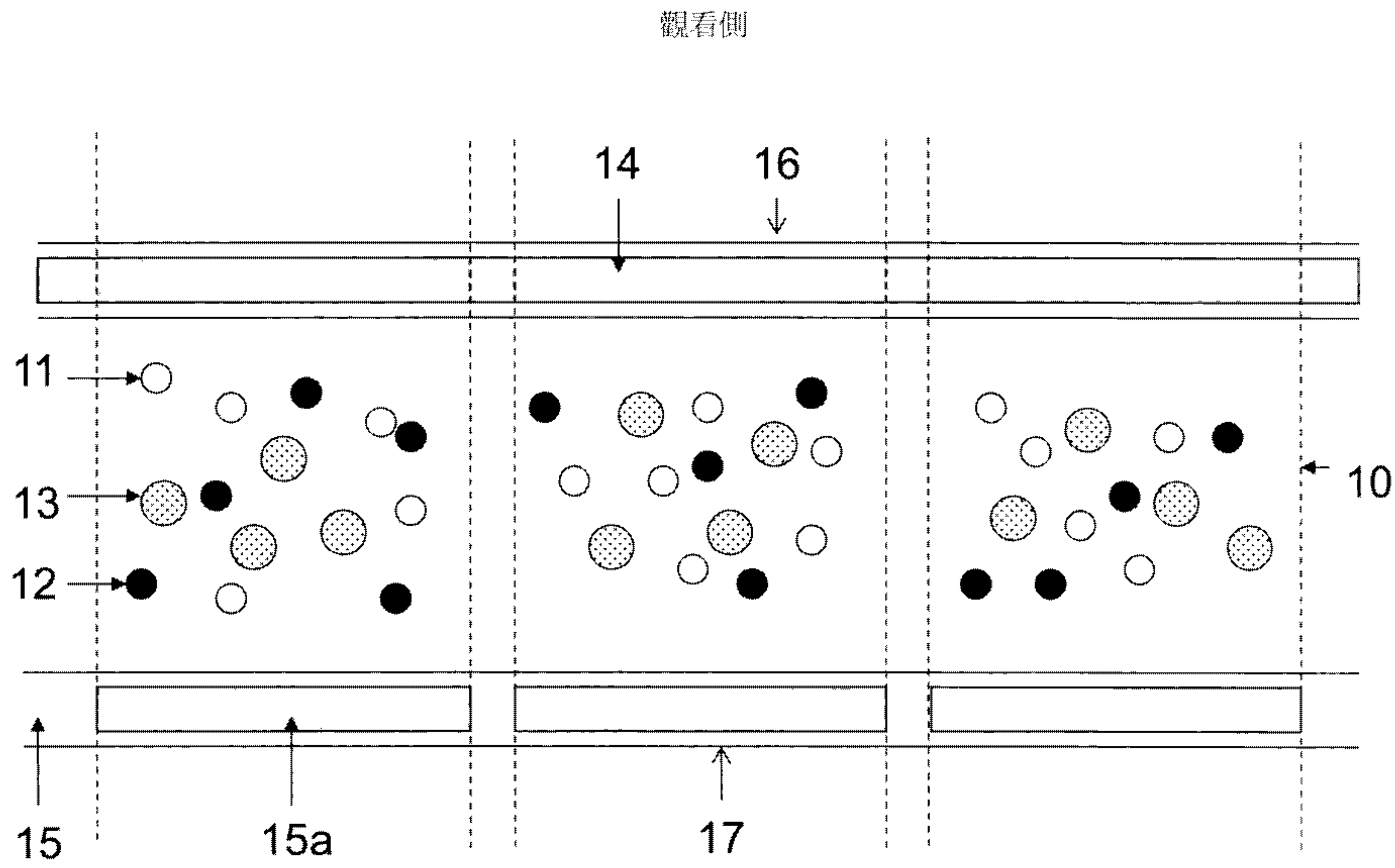
用於彩色顯示裝置之驅動方法

(57)摘要

本發明係有關於用於彩色顯示裝置可顯示高品質的顏色狀態之驅動方法。該顯示裝置利用一電泳流體，該電泳流體包括三種類型的顏料粒子，各具有不同光學特性，以備在觀看面上不僅顯示三種類型的粒子之顏色，而且顯示其二元混合物的顏色。

The present invention is directed to driving methods for a color display device which can display high quality color states. The display device utilizes an electrophoretic fluid which comprises three types of pigment particles having different optical characteristics, and provides for displaying at a viewing surface not only the colors of the three types of particles but also the colors of binary mixtures thereof.

指定代表圖：



第1圖

符號簡單說明：

- 10 . . . 電泳顯示流體
- 11 . . . 白色粒子
- 12 . . . 黑色粒子
- 13 . . . 帶色粒子
- 14 . . . 共用電極
- 15 . . . 電極層
- 15a . . . 像素電極
- 16 . . . 第一表面
- 17 . . . 第二表面

I700679

發明摘要

【發明名稱】(中文/英文)

用於彩色顯示裝置之驅動方法

DRIVING METHODS FOR COLOR DISPLAY DEVICE

【中文】

本發明係有關於用於彩色顯示裝置可顯示高品質的顏色狀態之驅動方法。該顯示裝置利用一電泳流體，該電泳流體包括三種類型的顏料粒子，各具有不同光學特性，以備在觀看面上不僅顯示三種類型的粒子之顏色，而且顯示其二元混合物的顏色。

【英文】

The present invention is directed to driving methods for a color display device which can display high quality color states. The display device utilizes an electrophoretic fluid which comprises three types of pigment particles having different optical characteristics, and provides for displaying at a viewing surface not only the colors of the three types of particles but also the colors of binary mixtures thereof.

• ,

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第 1 圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- | | |
|------|-------------|
| 10 | 電 泳 顯 示 流 體 |
| 11 | 白 色 粒 子 |
| 12 | 黑 色 粒 子 |
| 13 | 帶 色 粒 子 |
| 14 | 共 用 電 極 |
| 15 | 電 極 層 |
| 15 a | 像 素 電 極 |
| 16 | 第 一 表 面 |
| 17 | 第 二 表 面 |

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無。

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

用於彩色顯示裝置之驅動方法

DRIVING METHODS FOR COLOR DISPLAY DEVICE

[相關申請案的參考資料]

【0001】本申請案主張 2017 年 4 月 25 日所申請且公開為美國專利公開第 2017/0263176 號之美國專利申請案第 15/496,604 號的優先權。在此將其全部內容以參照的方式併入本文。在此將下面提到的所有其他美國專利及公開申請案的內容以參照的方式併入本文。

【技術領域】

【0002】本發明係有關於用於彩色顯示裝置顯示高品質的顏色狀態之驅動方法。

【先前技術】

【0003】為了實現彩色顯示，經常使用彩色濾光片。最常見的方法是在像素化顯示器的黑色/白色子像素的上方加入彩色濾光片，以顯示紅色、綠色及藍色。當期望紅色時，綠色及藍色子像素變成黑色狀態，使得唯一顯示的顏色為紅色。當期望藍色時，綠色及紅色子像素變成黑色狀態，使得唯一顯示的顏色為藍色。當期望綠色時，紅色及藍色子像素變成黑色狀態，使得唯一顯示的顏色為綠色。當期望黑色狀態時，所有三個子像素皆變成黑色狀態。當期望白色狀態時，三個子像素分別變

成紅色、綠色、藍色，結果，觀看者看到白色狀態。

【0004】這樣的技術之最大缺點是，因為每個子像素的反射率約為期望白色狀態的三分之一(1/3)，所以白色狀態相當暗淡。為了彌補這一點，可以加入僅能夠顯示黑色及白色狀態的第四子像素，使得白色等級在犧牲紅色、綠色或藍色等級下加倍(其中，每個子像素僅有像素面積的四分之一)。藉由添加來自白色像素的光可以獲得更亮的顏色，但這是在犧牲色域下實現，從而使顏色變得非常亮且不飽和。相似的結果可以藉由減少三個子像素的顏色飽和度來實現。即使使用這些方法，白色等級通常大致低於黑白顯示器的白色等級之一半，使其成為顯示裝置(例如，電子閱讀器或需要良好可讀性的黑白亮度及對比的顯示器)之不可接受的選擇。

【發明內容】

【0005】本發明之第一態樣係有關於一種用於電泳顯示器之驅動方法，該電泳顯示器包括在觀看側之第一表面、在非觀看側之第二表面及電泳流體，該電泳流體包括第一類型的顏料粒子、第二類型的顏料粒子及第三類型的顏料粒子，所有類型的顏料粒子分散在液體中，其中

a)該三種類型的顏料粒子具有彼此不同的光學特性；

b)該第一類型的顏料粒子及該第二類型的顏料粒子攜帶相反的電荷極性；以及

c)該第三類型的顏料粒子具有相同於該第二類型的

顏料粒子之電荷極性，但是具有較低的 ζ 電位 (zeta potential)，

該方法包括下列步驟：

(i)施加第一驅動電壓至該電泳顯示器中之像素達第一段時間，該第一驅動電壓具有驅動該第一類型的顏料粒子朝向該第一表面的極性，藉此促使該像素在該第一表面上顯示該第一類型的顏料粒子之光學特性；

(ii)施加第二驅動電壓至該像素達第二段時間，該第二驅動電壓具有驅動該第三類型的顏料粒子朝向該第一表面的極性，藉此在該第一表面上驅動該像素朝向該第三類型的顏料粒子之光學特性；以及

重複步驟 (i) 及 (ii)。

【0006】在一實施例中，該第一類型的顏料粒子帶負電，而該第二類型的顏料粒子帶正電。在一實施例中，該第二驅動電壓的振幅小於該第一驅動電壓的振幅之 50%。在一實施例中，重複步驟 (i) 及 (ii) 至少四次。在一實施例中，該方法進一步包括在步驟 (i) 之前施加一振動波形。在一實施例中，該方法進一步包括在該振動波形之後，但在步驟 (i) 之前，驅動該像素至該第一類型的顏料粒子之全光學特性。在一實施例中，該第一段時間係 40 至 140 毫秒，該第二段時間係大於或等於 460 毫秒，以及重複步驟 (i) 及 (ii) 至少七次。

【0007】本發明之第二態樣係有關於一種用於像上述電泳顯示器之驅動方法，但是該方法包括額外的步驟如下：(iii) 在步驟 (ii) 之後，但在重複步驟 (i) 及 (ii) 之前，

不施加驅動電壓至該像素達第三段時間；以及重複步驟(i)、(ii)及(iii)。

【0008】在一實施例中，該第一類型的顏料粒子帶負電，而該第二類型的顏料粒子帶正電。在一實施例中，該第二驅動電壓的振幅小於該第一驅動電壓的振幅之50%。在一實施例中，重複步驟(i)、(ii)及(iii)至少四次。在一實施例中，該方法進一步包括在步驟(i)之前施加一振動波形。在一實施例中，該方法進一步包括在該振動波形之後，但在步驟(i)之前，達到該第一類型的顏料粒子之全彩狀態的驅動步驟。

【0009】本發明之第三態樣係有關於一種用於電泳顯示器之驅動方法，該電泳顯示器包括在觀看側之第一表面、在非觀看側之第二表面及電泳流體，該電泳流體包括第一類型的顏料粒子、第二類型的顏料粒子及第三類型的顏料粒子，所有類型的顏料粒子分散在液體中，其中

a)該三種類型的顏料粒子具有彼此不同的光學特性；

b)該第一類型的顏料粒子及該第二類型的顏料粒子攜帶相反的電荷極性；以及

c)該第三類型的顏料粒子具有相同於該第二類型的顏料粒子之電荷極性，但是具有較低的 ζ 電位，

以及該方法具有至少0.7V的電壓不敏感範圍。

【0010】本發明之第四態樣係有關於一種根據本發明之第一態樣的用於電泳顯示器之驅動方法，但是包含額

外的步驟如下：

(iii)在步驟(i)之後，但在步驟(ii)之前，沒有施加驅動電壓至該像素達第三段時間；

(iv)在步驟(ii)之後，但在重複該等步驟之前，沒有施加驅動電壓至該像素達第四段時間；以及

重複步驟(i)-(iv)。

【0011】在一實施例中，該第一類型的顏料粒子可以帶負電，而該第二類型的顏料粒子帶正電。在一實施例中，該第二驅動電壓的振幅小於該第一驅動電壓的振幅之 50%。在一實施例中，重複步驟(i)-(iv)至少三次。在一實施例中，該方法進一步包括在步驟(i)之前施加一振動波形。在一實施例中，該方法進一步包括在該振動波形之後，但在步驟(i)之前，驅動該像素至該第一類型的顏料粒子之全彩狀態。

【0012】本發明之第五態樣係有關於一種用於電泳顯示器之驅動方法，該電泳顯示器包括在觀看側之第一表面、在非觀看側之第二表面及電泳流體，該電泳流體夾在一共用電極與一像素電極層之間且包括第一類型的顏料粒子、第二類型的顏料粒子及第三類型的顏料粒子，所有類型的顏料粒子分散在溶劑或溶劑混合物中，其中

a)該三種類型的顏料粒子具有彼此不同的光學特性；

b)該第一類型的顏料粒子及該第二類型的顏料粒子攜帶相反的電荷極性；以及

c)該第三類型的顏料粒子具有相同於該第二類型的

顏料粒子之電荷極性，但是處於較低的強度，

該方法包括下列步驟：

(i)施加第一驅動電壓至該電泳顯示器中之像素達第一段時間，其中，該第一驅動電壓具有相同於該第一類型的顏料粒子之極性，以在該觀看側驅動該像素朝向該第一類型的顏料粒子之顏色狀態；

(ii)施加第二驅動電壓至該像素達第二段時間，其中，該第二驅動電壓具有相同於該第二類型的顏料粒子之極性，以在該觀看側驅動該像素朝向該第二類型的顏料粒子之顏色狀態；以及

重複步驟(i)及(ii)。

【0013】在一實施例中，該方法進一步包括不施加驅動電壓的等待時間。在一實施例中，該第一類型的顏料粒子帶負電，而該第二類型的顏料粒子帶正電。在一實施例中，該第二段時間至少是該第一段時間的兩倍長。在一個實施例中，重複步驟(i)及(ii)至少三次。在一實施例中，該方法進一步包括在步驟(i)之前施加一振動波形。在一實施例中，該方法進一步包括在該振動波形之後，但在步驟(i)之前，驅動該像素至該第二類型的顏料粒子之全彩狀態。

【0014】本發明之第六態樣係有關於一種用於電泳顯示器之驅動方法，該電泳顯示器包括在觀看側之第一表面、在非觀看側之第二表面及電泳流體，該電泳流體夾在一共用電極與一像素電極層之間且包括第一類型的顏料粒子、第二類型的顏料粒子及第三類型的顏料粒子，

所有類型的顏料粒子分散在溶劑或溶劑混合物中，其中

a)該三種類型的顏料粒子具有彼此不同的光學特性；

b)該第一類型的顏料粒子及該第二類型的顏料粒子攜帶相反的電荷極性；以及

c)該第三類型的顏料粒子具有相同於該第二類型的顏料粒子之電荷極性，但是處於較低的強度，

該方法包括下列步驟：

(i)施加第一驅動電壓至該電泳顯示器中之像素達第一段時間，其中，該第一驅動電壓具有相同於該第二類型的顏料粒子之極性，以在該觀看側驅動該像素朝向該第二類型的顏料粒子之顏色狀態；

(ii)施加第二驅動電壓至該像素達第二段時間，其中，該第二驅動電壓具有相同於該第一類型的顏料粒子之極性，以在該觀看側驅動該像素朝向該第一類型的顏料粒子之顏色狀態；

(iii)沒有施加驅動電壓至該像素達第三段期間；以及

重複步驟(i)、(ii)及(iii)。

【0015】在一實施例中，該第一類型的顏料粒子帶負電，而該第二類型的顏料粒子帶正電。在一實施例中，重複步驟(i)、(ii)及(iii)至少三次。在一實施例中，該第二驅動電壓的幅度與將該像素從該第一類型的顏料粒子之顏色狀態驅動至該第二類型的顏料粒子之顏色狀態所需的驅動電壓之幅度相同，反之亦然。在一實施例中，

該第二驅動電壓的幅度高於將該像素從該第一類型的顏料粒子之顏色狀態驅動至該第二類型的顏料粒之顏色狀態所需的驅動電壓之幅度，反之亦然。在一實施例中，該方法進一步包括施加一振動波形。在一實施例中，該方法進一步包括在該振動波形之後，但在步驟(i)之前，驅動該像素至該第一類型的顏料粒子之全彩狀態。

【0016】本發明之第七態樣係有關於一種用於電泳顯示器之驅動方法，該電泳顯示器包括在觀看側之第一表面、在非觀看側之第二表面及電泳流體，該電泳流體夾在一共用電極與一像素電極層之間且包括第一類型的顏料粒子、第二類型的顏料粒子及第三類型的顏料粒子，所有類型的顏料粒子分散在溶劑或溶劑混合物中，其中

a)該三種類型的顏料粒子具有彼此不同的光學特性；

b)該第一類型的顏料粒子及該第二類型的顏料粒子攜帶相反的電荷極性；以及

c)該第三類型的顏料粒子具有相同於該第二類型的顏料粒子之電荷極性，但是處於較低的強度，

該方法包括下列步驟：

(i)施加第一驅動電壓至該電泳顯示器中之像素達第一段時間，該第一驅動電壓具有相同於該第二類型的顏料粒子之極性，以驅動該像素朝向該第二類型的顏料粒子之顏色狀態，其中，該第一段時間不足以在該觀看側驅動該像素至該第二類型的顏料粒子之全彩狀態；

(ii)施加第二驅動電壓至該像素達第二段時間，該第

二驅動電壓具有相同於該第一類型的顏料粒子之極性，以在該觀看側驅動該像素朝向該第一及第二類型的顏料粒子之混合狀態；以及

重複步驟(i)及(ii)。

【0017】在一實施例中，該第一類型的顏料粒子帶負電，而該第二類型的顏料粒子帶正電。在一實施例中，該第二驅動電壓的振幅小於該第一驅動電壓的振幅之50%。在一實施例中，重複步驟(i)及(ii)至少四次。在一實施例中，該方法進一步包括在步驟(i)之前施加一振動波形。在一實施例中，該方法進一步包括在該振動波形之後，但在步驟(i)之前，驅動該像素至該第一類型的顏料粒子之全彩狀態。

【0018】本發明的第四驅動方法可以應用於處於該第一類型的顏料粒子之顏色狀態的像素，或者可以應用於處於不是該第一類型的顏料粒子之顏色狀態的顏色狀態之像素。

【0019】本發明亦提供顯示前述電泳顯示流體中三種粒子中之兩種粒子的光學特性混合之驅動方法。第一個這樣的「混合特性」方法包括下列步驟：

(i)施加第一驅動電壓至該電泳顯示器中之像素達第一段時間，該第一驅動電壓具有驅動該第一類型的顏料粒子朝向該第一表面的極性，藉此促使該像素在該第一表面上顯示該第一類型的顏料粒子之光學特性；

(ii)施加第二驅動電壓至該像素達第二段時間，該第二驅動電壓具有驅動該第三類型的顏料粒子朝向該第一

表面的極性，藉此在該第一表面上驅動該像素朝向該第三類型的顏料粒子之光學特性；以及

(iii)施加第三驅動電壓達第三段時間，該第三驅動電壓具有相同於該第一驅動電壓的極性，並且該第三段時間比該第一段時間還短，藉此在該觀看面上產生該第一及第三類型的粒子之光學特性的混合。

【0020】在該第一混合特性方法中，該第三段時間的持續時間可以是該第一段時間的持續時間之大約 20%至大約 80%，並且較佳地，大約 20%至大約 40%。可以在步驟(i)之前施加一振動波形，並且可以在該振動波形之前施加一驅動該第一類型的顏料粒子朝向該第一表面的驅動電壓。

【0021】一第二「混合特性」方法包括下列步驟：

(i)施加第一驅動電壓至該電泳顯示器中之像素達第一段時間，該第一驅動電壓具有驅動該第二類型的顏料粒子朝向該第一表面的極性，藉此促使該像素在該第一表面上顯示該第二類型的顏料粒子之光學特性；

(ii)施加第二驅動電壓至該像素達第二段時間，該第二驅動電壓具有相同於該第一驅動電壓之極性，但是具有比該第一驅動電壓小的振幅，藉此在該第一表面上驅動該第三類型的顏料粒子，並且在該第一表面上產生該第二及第三類型的粒子之光學特性的混合。

【0022】在該第二混合特性方法中，該第二段時間的持續時間可以是該第一段時間的持續時間之大約 100%至大約 150%。可以在步驟(i)之前施加一振動波形，並且

可以在該振動波形之前施加一驅動該第一類型的顏料粒子朝向該第一表面的驅動電壓。

【0023】一第三「混合特性」方法包括下列步驟：

(i)施加第一驅動電壓至該電泳顯示器中之像素達第一段時間，該第一驅動電壓具有驅動該第一類型的顏料粒子朝向該第一表面的極性，藉此促使該像素在該第一表面上顯示該第一類型的顏料粒子之光學特性；

(ii)施加第二驅動電壓至該像素達第二段時間，該第二驅動電壓具有驅動該第三類型的顏料粒子朝向該第一表面的極性；以及

重複步驟(i)及(ii)，

其中，調整步驟(i)及(ii)的持續時間及其中所施加的電壓之大小，以在該第一表面上產生該第三類型的粒子與該第一及第二類型的粒子中之一種類型的粒子之光學特性的混合。

【0024】在該第三混合特性方法中，可以在步驟(i)之前施加一振動波形，並且可以在該振動波形之前施加一驅動該第一類型的顏料粒子朝向該第一表面的驅動電壓。

【圖式簡單說明】

【0025】第1圖係通過可用於本發明之驅動方法中的電泳顯示流體之示意剖面。

【0026】第2A、2B及2C圖係相似於第1圖的示意剖面，其分別顯示處於顯示流體的黑色、白色及紅色(著色)狀態之粒子的位置。

【0027】第 3 圖例示用於將像素從第 2B 圖的白色狀態驅動至第 2C 圖的紅色狀態之典型波形。

【0028】第 4 圖例示可以用以取代第 3 圖的波形在期間 t_3 中之部分來實現本發明的第一驅動方法之波形。

【0029】第 5 及 6 圖描繪爲了實現本發明的第一驅動方法以第 4 圖的部分波形修改第 3 圖的波形所產生之波形。

【0030】第 7 圖例示可以用以取代第 3 圖的波形在期間 t_3 中之部分來實現本發明的第二驅動方法之第二波形。

【0031】第 8 及 9 圖描繪爲了實現本發明的第二驅動方法以第 7 圖的部分波形修改第 3 圖的波形所產生之波形。

【0032】第 10A 及 10B 圖例示由本發明的第三驅動方法所產生之光學結果。第 10A 圖根據第 3 圖的波形展示施加的驅動電壓與光學狀態性能(a^*)的關係，以及第 10B 圖根據以第 4 圖的部分波形所修改之第 3 圖的波形展示施加的驅動電壓與光學狀態性能(a^*)的關係。

【0033】第 11 圖例示可以用以取代第 3 圖的波形在期間 t_3 中之部分來實現本發明的第四驅動方法之波形。

【0034】第 12 及 13 圖描繪爲了實現本發明的第四驅動方法藉由以第 11 圖的部分波形修改第 3 圖的波形所產生之波形。

【0035】第 14 圖描繪用於將像素從第 2B 圖的白色狀態驅動至第 2A 圖的黑色狀態之典型波形。

【0036】第 15 圖例示可以添加在第 14 圖的波形之末端來實現本發明的第五驅動方法之波形。

【0037】第 16 圖例示組合第 14 及 15 圖的波形來實現本發明的第五驅動方法之複合波形。

【0038】第 17 圖描繪用於驅動像素至第 2B 圖的白色狀態之典型波形。

【0039】第 18A 及 18B 圖例示可以用以取代第 17 圖的波形在期間 t_{17} 中之部分來實現本發明的第六驅動方法之兩個波形。

【0040】第 19A 及 19B 圖描繪爲了實現本發明的第六驅動方法分別以第 18A 或 18B 圖的部分波形修改第 17 圖的波形所產生之波形。

【0041】第 20A 及 20B 係相似於第 1 圖的示意剖面，其分別顯示處於顯示流體的黑色及灰色狀態之粒子的位置。

【0042】第 21 圖例示用於驅動像素至第 20B 圖的灰色狀態之典型波形。

【0043】第 22 圖例示可以用以取代第 21 圖的波形在期間 t_{23} 中之部分來實現本發明的第七驅動方法之波形。

【0044】第 23 圖例示組合第 21 及 22 圖的波形來實現本發明的第七驅動方法之複合波形。

【0045】第 24 圖例示在本發明的第八驅動方法中所使用之波形。

【0046】第 25 圖例示組合第 14 及 24 圖的波形來實現本發明的第八驅動方法之複合波形。

【0047】第 26A 及 26B 圖例示從像素的白色狀態開始的像素的灰色狀態的產生。

【0048】第 26C 及 26D 圖例示從像素的黑色狀態開始的像素的灰色狀態的產生。

【0049】第 27 圖例示可用於在本發明的第一混合特性驅動方法中經由白色狀態驅動顯示器至淺紅色狀態之波形。

【0050】第 28 圖例示可用於在本發明的第二混合特性驅動方法中驅動顯示器至深紅色狀態之波形。

【0051】第 29 圖例示可用於在本發明的第三混合特性驅動方法中驅動顯示器至深紅色狀態之第二波形。

【實施方式】

【0052】本發明係有關於用於彩色顯示裝置之驅動方法。

【0053】裝置使用如第 1 圖所示的電泳流體。流體包括分散在液體(通常是介電溶劑或溶劑混合物)中之三種類型的顏料粒子。為了方便例示，三種類型的顏料粒子可以稱為白色粒子(11)、黑色粒子(12)及帶色粒子(13)。帶色粒子係非白色的且非黑色的。

【0054】然而，理解到，只要三種類型的顏料粒子具有可區分的光學特性，本發明的範圍廣泛地涵蓋任何顏色的顏料粒子。因此，三種類型的顏料粒子亦可以稱為第一類型的顏料粒子、第二類型的顏料粒子及第三類型的顏料粒子。

【0055】白色粒子(11)可以由像 TiO_2 、 ZrO_2 、 ZnO 、

Al_2O_3 、 Sb_2O_3 、 BaSO_4 、 PbSO_4 等的無機顏料形成。

【0056】黑色粒子(12)可以是 CI 顏料黑 26(CI pigment black 26)或 28 等(例如，鐵錳黑(manganese ferrite black spinel)或銅鉻黑(copper chromite black spinel))或碳黑。

【0057】第三類型的粒子可以具有像紅色、綠色、藍色、洋紅色、青色或黃色的顏色。用於這種類型粒子的顏料可以包含但不限於 CI pigment PR254、PR122、PR149、PG36、PG58、PG7、PB15:3、PY138、PY150、PY155 或 PY20。那些是在顏料索引手冊「New Pigment Application Technology」(CMC Publishing Co. Ltd. 1986)及「Printing Ink Technology」(CMC Publishing Co. Ltd. 1984)中所述之常用有機顏料。特定範例包括 Clariant Hostaperm Red D3G 70-EDS、Hostaperm Pink E-EDS、PV fast red D3G、Hostaperm red D3G 70、Hostaperm Blue B2G-EDS、Hostaperm Yellow H4G-EDS、Hostaperm Green GNX、BASF Irgazine red L 3630、Cinquasia Red L 4100 HD 及 Irgazine Red L 3660 HD；Sun Chemical phthalocyanine blue、phthalocyanine green、diarylide yellow 或 diarylide AAOT yellow。

【0058】除了顏色之外，第一、第二及第三類型的粒子還可以具有其他不同的光學特性，例如，光透射、反射率及發光亮度，或者在意欲用於機器讀取之顯示器的情況下，在可見範圍外之電磁波波長的反射率之變化的意義上之假色(pseudo-color)。

【0059】分散有三種類型的顏料粒子之液體可以是清澈且無色的。爲了高粒子遷移率，它較佳地具有低黏度及在約 2 至約 30(較佳地，在約 2 至約 15)之範圍內的介電常數。合適的介電流體之範例包含碳氫化合物(例如，異烷烴類溶劑(Isopar)、十氫萘(decahydronaphthalene, DECALIN)、5-亞乙基-2 降冰片烯-(5-ethylidene-2-norbornene)、脂肪油(fatty oils)、石蠟油(paraffin oil)、矽流體(silicon fluids)、芳烴(aromatic hydrocarbons)(例如，甲苯(toluene)、二甲苯(xylene)、苯基二甲基乙烷(phenylxylylethane))、十二基苯(dodecylbenzene)或烷基萘(alkylnaphthalene)、鹵化溶劑(halogenated solvents)(例如，全氟萘烷(perfluorodecalin)、八氟甲苯(perfluorotoluene)、全氟二甲苯(perfluoroxylene)、二氯三氟甲苯(dichlorobenzotrifluoride)、3,4,5-三氯三氟甲苯(3, 4, 5-trichlorobenzotrifluoride)、氯五氟苯(chloropentafluorobenzene)、二氯壬烷(dichlorononane)或五氯苯(pentachlorobenzene))及全氟溶劑(perfluorinated solvents)(例如，來自 3M Company, St. Paul MN 的 FC-43、FC-70 或 FC-5060))、含低分子量鹵素聚合物(例如，來自 TCI America, Portland, Oregon 的六氟環氧丙烷的均聚物(poly(perfluoropropylene oxide))、聚(三氟氯乙烯)(poly(chlorotrifluoroethylene))(例如，來自 Halocarbon Product Corp., River Edge, NJ 的鹵碳油(Halocarbon Oils))、全氟聚烷基醚(perfluoropolyalkylether)(例如，來自 Ausimont 的 Galden 或來自 DuPont, Delaware

的 Krytox Oils and Greases K-Fluid Series)、來自 Dow-corning 之以聚二甲基矽氧烷(polydimethylsiloxane)為基礎的矽油(DC-200)。

【0060】使用本發明的顯示流體之顯示層具有兩個表面，在觀看側上的第一表面(16)及在顯示流體層遠離第一表面(16)之相對側上的第二表面(17)。因此，第二表面位於非觀看側。術語「觀看側」意指觀看影像之側。

【0061】顯示流體夾在這兩個表面之間。在第一表面(16)側，具有共用電極(14)，其為透明電極層(例如，ITO)，分佈在顯示層的整個上方。在第二表面(17)側，具有包括複數個像素電極(15a)的電極層(15)。然而，因為如熟知電泳顯示器技術人士所顯而易見，各種粒子(11、12、13)僅對顯示流體層內施加的電場起反應，所以可以使用其他電極配置；例如，共用電極可以由一系列條狀電極或與像素電極(15a)相似的電極矩陣來取代。

【0062】顯示流體被填充在顯示單元中。顯示單元可以與像素電極對準或不對準。術語「顯示單元」意指填充有電泳流體的微容器。「顯示單元」的範例可以包含如美國專利第 6,930,818 號所述的杯狀微單元及如美國專利第 5,930,026 號所述的微膠囊。微容器可以具有任何形狀或尺寸，所有這些都在本申請案的範圍內。

【0063】與一個像素電極相對應的一個區域可以稱為一個像素(或者一個子像素)。對應於一個像素電極的一個區域之驅動藉由在共用電極與像素電極之間施加電位差(或稱為驅動電壓或電場)來實現。

【0064】像素電極被描述於美國專利第 7,046,228 號中。在此將其整個內容以參照方式併入本文。注意到，雖然對於像素電極層提及使用薄膜電晶體(TFT)背板的主動矩陣驅動，但是只要電極提供期望的功能，本發明的範圍包括其他類型的電極定址。

【0065】兩條垂直虛線之間的空間表示像素(或子像素)。爲了簡潔起見，當在驅動方法中提及「像素」時，這個術語亦包含「子像素」。

【0066】三種類型的顏料粒子中之兩種攜帶相反的電荷極性，而第三種類型的顏料粒子稍微帶電。術語「稍微帶電」或「較低電荷強度」意欲提及小於較強帶電粒子的電荷強度有約 50%(較佳地，約 5%至約 30%)的粒子之電荷電平。在一實施例中，電荷強度可以根據 ζ 電位來測量。在一實施例中，由 Colloidal Dynamics AcoustoSizer IIM 使用 CSPU-100 信號處理單元、ESA EN# Attn 流通槽(flow through cell)(K: 127)來測定 ζ 電位。在測試前，輸入像在測試溫度(25°C)下樣品所使用之溶劑的密度、溶劑之介電常數、溶劑中之聲速、溶劑之黏度的儀器常數。顏料樣品分散在溶劑(它通常是具有少於 12 個碳原子之碳氫化合物流體)中且稀釋成 5-10 重量百分比。樣品亦包含電荷控制劑(Solsperse 17000，可從 Lubrizol Corporation、Berkshire Hathaway company 購得，「Solsperse」是註冊商標)，電荷控制劑與粒子之重量比爲 1:10。測定稀釋樣品的質量，然後將樣品裝載入流通槽中，以便測定 ζ 電位。

【0067】例如，如果黑色粒子帶正電，而白色粒子帶負電，則那麼帶色顏料粒子可以稍微帶電。換句話說，在這個範例中，由黑色及白色粒子所攜帶的電荷比由帶色粒子所攜帶的電荷強得多。

【0068】此外，攜帶輕微電荷的帶色粒子具有與其他兩種類型的較強帶電粒子中之任一種所攜帶的電荷極性相同之電荷極性。在下文中，將假設帶色粒子(13)攜帶與第二(黑色)粒子(12)相同極性的電荷。

【0069】值得注意的是，在三種類型的顏料粒子中，稍微帶電的類型之粒子較佳地具有較大的尺寸。

【0070】此外，在本申請案的上下文中，高驅動電壓(V_{H1} 或 V_{H2})被定義為足以將像素從一極端顏色狀態驅動至另一極端顏色狀態的驅動電壓。如果第一及第二類型的顏料粒子係較高帶電粒子，則高驅動電壓(V_{H1} 或 V_{H2})意指驅動電壓足以將像素從第一類型的顏料粒子之顏色狀態驅動至第二類型的顏料粒子之顏色狀態，反之亦然。例如，高驅動電壓 V_{H1} 意指足以將像素從第一類型的顏料粒子之顏色狀態驅動至第二類型的顏料粒子之顏色狀態的驅動電壓，並且 V_{H2} 意指足以將像素從第二類型的顏料粒子之顏色狀態驅動至第一類型的顏料粒子之顏色狀態的驅動電壓。在所述的這種情況下，低驅動電壓(V_L)被定義為可以足以將像素從第一類型的顏料粒子之顏色狀態驅動至第三類型的顏料粒子(其具有較少的電荷且其尺寸可以較大)之顏色狀態的驅動電壓。例如，低驅動電壓可以足以驅動至火色粒子的顏色狀態，而在

觀看側看不到黑色及白色粒子。

【0071】通常， V_L 小於 V_H (例如， V_{H1} 或 V_{H2})的振幅之 50%，或者較佳地，小於 40%。

【0072】下面係例示藉由上述電泳流體如何可以顯示不同顏色狀態的驅動方法之範例。

範例 1

【0073】在第 2A-2C 圖中展示這個範例。白色顏料粒子(21)帶負電，而黑色顏料粒子(22)帶正電，並且兩種類型的顏料粒子皆小於帶色粒子(23)。

【0074】帶色粒子(23)具有與黑色粒子相同的電荷極性，但稍微帶電。結果，在某些驅動電壓下，黑色粒子比帶色粒子(23)移動得更快。

【0075】在第 2A 圖中，施加的驅動電壓係 +15V(亦即， V_{H1} ，亦即，像素電極相對於共用電極為 +15V)。在這種情況下，負白色粒子(21)移動至相對正的像素電極(25)附近或相對正的像素電極(25)處，而正黑色粒子(22)及正帶色粒子(23)移動至相對負的共用電極(24)附近或相對負的共用電極(24)處。結果，在觀看側看到黑色。帶色粒子(23)朝觀看側的共用電極(24)移動；然而，由於它們的電荷密度較低且尺寸較大，它們比黑色粒子移動得慢。

【0076】在第 2B 圖中，當施加 -15V(亦即， V_{H2})的驅動電壓時，負白色粒子(21)移動至在觀看側之相對正的共用電極(24)附近或相對正的共用電極(24)處，而正黑色粒子及正帶色粒子移動至相對負的像素電極(25)附近或

相對負的像素電極(25)處。結果，在觀看側看到白色。

【0077】值得注意的是， V_{H1} 及 V_{H2} 具有相反的極性，並且具有相同的振幅或不同的振幅。在第 2 圖所示的範例中， V_{H1} 係正的(與黑色粒子相同的極性)，而 V_{H2} 係負的(與白色粒子相同的極性)。

【0078】從第 2B 圖的白色狀態驅動至第 2C 圖的帶色狀態之驅動可以總結如下：

【0079】一種用於電泳顯示器之驅動方法，電泳顯示器包括在觀看側的第一表面、在非觀看側的第二表面及電泳流體，流體夾在共用電極與像素電極層之間且包括第一類型的顏料粒子(亦即，白色)、第二類型的顏料粒子(亦即，黑色)及第三類型的顏料粒子(亦即，帶色)，所有類型的顏料粒子分散在溶劑或溶劑混合物中，其中

- a)三種類型的顏料粒子具有彼此不同的光學特性；
- b)第一類型的顏料粒子及第二類型的顏料粒子攜帶相反的電荷極性；以及
- c)第三類型的顏料粒子具有相同於第二類型的顏料粒子之電荷極性，但是處於較低的強度，

所述方法包括藉由施加足以將第三類型的顏料粒子驅動至觀看側的低驅動電壓，同時使第一及第二類型的顏料粒子處於非觀看側，將電泳顯示器中的像素從第一類型的顏料粒子之顏色狀態朝第三類型的顏料粒子之顏色狀態驅動，並且所施加的低驅動電壓之極性與第三類型的顏料粒子之極性相同。

【0080】爲了將像素驅動至第三類型的顏料粒子之顏

色狀態，亦即，紅色(參見第 2C 圖)，所述方法從第一類型的顏料粒子之顏色狀態(亦即，白色(參見第 2B 圖))開始。

【0081】當在觀看側看到第三種類型的粒子之顏色時，其它兩種類型的粒子可能在非觀看側(觀看側的相對側)混合，導致在第一及第二類型粒子的顏色之間的中間顏色狀態。如果第一及第二類型的粒子係黑色及白色的，並且第三類型的粒子係紅色的，則在第 2C 圖中，當在觀看側看到紅色時，灰色處於非觀看側。

【0082】在第 2C 圖的情況下，驅動方法將理想地確保顏色亮度(亦即，防止黑色粒子被看到)與顏色純度(亦即，防止白色粒子被看見)。然而，實際上，由於各種原因(包括粒度分佈及粒子電荷分佈)很難達成這種期望的結果。

【0083】對此的一個解決方法係在從第一類型的顏料粒子之顏色狀態(亦即，白色)驅動至第三類型的顏料粒子之顏色狀態(亦即，紅色)之前使用振動波形。振動波形由重複一對相反的驅動脈衝達多次循環所組成。例如，振動波形可以由 20msec 的 +15V 脈衝及 20msec 的 -15V 脈衝組成，並且這樣的一對脈衝重複 50 次。這種振動波形的總時間為 2000msec。符號「msec」代表毫秒。

【0084】無論在施加驅動電壓之前的光學狀態(黑色、白色或紅色)，可以施加振動波形至像素。在施加振動波形之後，光學狀態將不是純白色、純黑色或純紅色。取而代之的是，顏色狀態將由三種類型的顏料粒子之混

合構成。

【0085】對於上述方法，在將像素驅動至第一類型的顏料粒子之顏色狀態(亦即，白色)之前施加振動波形。有了這種添加的振動波形，即使白色狀態與沒有振動波形的白色狀態在測量上係相同的，第三類型的顏料粒子之顏色狀態(亦即，紅色)在顏色亮度與顏色純度方面將明顯優於沒有振動波形的顏色狀態。這表示白色粒子與紅色粒子有更好的分離，並且黑色粒子與紅色粒子有更好的分離。

【0086】振動波形中的每個驅動脈衝之施加時間不超過從全黑狀態驅動至全白狀態所需的驅動時間之一半，反之亦然。例如，如果需要 300msec 將像素從全黑狀態驅動至全白狀態，反之亦然，則振動波形可以由正脈衝及負脈衝組成，每個脈衝的施加時間不超過 150msec。實際上，較佳的是振動波形脈衝係較短的。

【0087】值得注意的是，在整個申請案的所有附圖中，振動波形被截斷(亦即，脈衝的數量少於實際數量)。

【0088】在第 3 圖中顯示用於驅動顯示器至第 2C 圖的帶色(紅色)狀態之波形。在這個波形中，在振動波形之後，施加高的負驅動電壓(V_{H2} ，例如，-15V)達 $t2$ 的期間，以將像素朝白色狀態驅動。從白色狀態起，可以藉由施加低的正電壓(V_L ，例如，+5V)達 $t3$ 的期間，將像素朝帶色狀態(亦即，紅色)驅動，(亦即，將像素從第 2B 圖驅動至第 2C 圖)。

【0089】驅動期間「 $t2$ 」係當施加 V_{H2} 時足以將像素

驅動至白色狀態的期間，而驅動期間「 t_3 」係當施加 V_L 時足以將像素從白色狀態驅動至紅色狀態的期間。在振動波形之前較佳地施加驅動電壓達 t_1 的期間，以確保直直流平衡。在整個申請案中，術語「直流平衡」意欲表示當對一段時間(例如，整個波形的期間)進行積分時，施加至像素的驅動電壓大致為零。

第一驅動方法：

【0090】在第 4 圖中例示可用於本發明之第一驅動方法中的波形；這個波形可以用來取代第 3 圖中的驅動期間 t_3 。

【0091】在初始步驟中，施加高的負驅動電壓(V_{H2} ，例如， $-15V$)，接著施加正驅動電壓($+V'$)，以將像素朝紅色狀態驅動。 $+V'$ 的振幅小於 V_H (例如， V_{H1} 或 V_{H2})的振幅之 50%。

【0092】在這個驅動波形中，施加高的負驅動電壓(V_{H2})達期間 t_4 ，以將白色粒子推向觀看側，然後施加 $+V'$ 的正驅動電壓達期間 t_5 ，以將白色粒子拉下並將紅色粒子推向觀看側。

【0093】在一實施例中， t_4 可以在 20-400msec 的範圍內，而 t_5 可以大於等於 200msec。

【0094】重複第 4 圖的波形至少四次循環($N \geq 4$)，較佳地，至少八次循環。紅色在每個驅動循環後會變得更強烈。

【0095】第 4 圖的驅動方法可以總結如下：

【0096】一種用於電泳顯示器之驅動方法，電泳顯示

器包括在觀看側之第一表面、在非觀看側之第二表面及電泳流體，電泳流體夾在共用電極與像素電極層之間且包括第一類型的顏料粒子、第二類型的顏料粒子及第三類型的顏料粒子，所有類型的顏料粒子分散在溶劑或溶劑混合物中，其中

a)三種類型的顏料粒子具有彼此不同的光學特性；

b)第一類型的顏料粒子及第二類型的顏料粒子攜帶相反的電荷極性；以及

c)第三類型的顏料粒子具有相同於第二類型的顏料粒子之電荷極性，但是處於較低的強度，

所述方法包括下列步驟：

(i)施加第一驅動電壓至電泳顯示器中之像素達第一段時間，第一驅動電壓具有相同於第一類型的顏料粒子之極性，以在觀看側驅動像素朝向第一類型的顏料粒子之顏色狀態；

(ii)施加第二驅動電壓至像素達第二段時間，第二驅動電壓具有相同於第三類型的顏料粒子之極性，以在觀看側驅動像素朝向第三類型的顏料粒子之顏色狀態；以及

重複步驟(i)及(ii)。

【0097】在一實施例中，第一類型的顏料粒子帶負電，而第二類型的顏料粒子帶正電。

【0098】在一實施例中，第二驅動電壓的振幅小於第一驅動電壓的振幅之 50%。

【0099】如上所述，第 4 圖所示的驅動波形可以用於

取代第 3 圖中之驅動期間 t_3 ，以及第 5 圖例示在取代後的組合波形。換句話說，驅動序列可以是：振動波形、接著朝白色狀態驅動達期間 t_2 ，然後施加第 4 圖的波形。

【0100】在另一實施例中，可以刪除向白色狀態驅動達期間 t_2 的步驟，並且在這種情況下，在施加第 4 圖的波形之前立即施加振動波形(參見第 6 圖)。

【0101】在一實施例中，第 5 圖或第 6 圖的驅動序列係直流平衡的。

第二驅動方法：

【0102】在第 7 圖中例示可用於本發明之第二驅動方法中的波形。這個波形係第 4 圖的驅動波形之替代，並且亦可以用來取代第 3 圖中的驅動期間 t_3 。

【0103】在這個替代波形中，在期間 t_5 中的紅色向脈衝(red-going pulse)之後且在期間 t_4 中的白色向脈衝(white-going pulse)前加入等待時間「 t_6 」，並且在期間 t_5 中重複紅色向脈衝。在等待時間期間，不施加驅動電壓。亦重複第 7 圖的整個波形達多次循環(例如， $N \geq 4$)。

【0104】第 7 圖的波形設計成用以釋放儲存在電泳顯示裝置中的介電層中之電荷不平衡，特別是在介電層的電阻值例如在低溫下係高的時候。

【0105】在本申請案的上下文中，術語「低溫」意指低於約 10°C 的溫度。

【0106】等待時間據推測可以消除儲存在介電層中的不需要的電荷，並且導致用於驅動像素朝向白色狀態的短脈衝(「 t_4 」)及用於驅動像素朝向紅色狀態的較長脈衝

(「t5」)更有效率。結果，這種替代驅動方法造成低帶電顏料粒子與較高帶電顏料粒子有更好的分離。等待時間(「t6」)可以在 5-5,000msec 的範圍內，這取決於介電層的電阻值。

【0107】第 7 圖的驅動方法可以總結如下：

【0108】一種用於電泳顯示器之驅動方法，電泳顯示器包括在觀看側之第一表面、在非觀看側之第二表面及電泳流體，電泳流體夾在共用電極與像素電極層之間且包括第一類型的顏料粒子、第二類型的顏料粒子及第三類型的顏料粒子，所有類型的顏料粒子分散在溶劑或溶劑混合物中，其中

- a)三種類型的顏料粒子具有彼此不同的光學特性；
- b)第一類型的顏料粒子及第二類型的顏料粒子攜帶相反的電荷極性；以及
- c)第三類型的顏料粒子具有相同於第二類型的顏料粒子之電荷極性，但是處於較低的強度，

所述方法包括下列步驟：

(i)施加第一驅動電壓至電泳顯示器中之像素達第一段時間，第一驅動電壓具有相同於第一類型的顏料粒子之極性，以在觀看側驅動像素朝向第一類型的顏料粒子之顏色狀態；

(ii)施加第二驅動電壓至像素達第二段時間，第二驅動電壓具有相同於第三類型的顏料粒子之極性，以在觀看側驅動像素朝向第三類型的顏料粒子之顏色狀態；

(iii)沒有施加驅動電壓至像素達第三段期間；以及

重複步驟(i)、(ii)及(iii)。

【0109】在一實施例中，第一類型的顏料粒子帶負電，而第二類型的顏料粒子帶正電。

【0110】在一實施例中，第二驅動電壓的振幅小於第一驅動電壓的振幅之 50%。

【0111】如上所述，第 7 圖所示的驅動波形亦可以用於取代第 3 圖中之驅動期間 t_3 (參見第 8 圖)。換句話說，驅動序列可以是：振動波形、接著朝白色狀態驅動達期間 t_2 ，然後施加第 7 圖的波形。

【0112】在另一實施例中，可以刪除向白色狀態驅動達期間 t_2 的步驟，並且在這種情況下，在施加第 7 圖的波形之前施加振動波形(參見第 9 圖)。

【0113】在另一實施例中，第 8 圖或第 9 圖的驅動序列係直流平衡的。

【0114】應該注意的是，在本申請案中所提及的任何驅動期間之長度可能取決於溫度。

第三驅動方法：

【0115】第 10A 圖根據第 3 圖的波形展示施加驅動電壓 (V') 與光學性能之間的關係。如所示，所施加的正驅動電壓 V' 可能影響上述彩色顯示裝置的紅色狀態性能。利用 $L^*a^*b^*$ 顏色系統將顯示裝置的紅色狀態性能表示成 a^* 值。

【0116】第 10A 圖中的最大 a^* 出現在第 3 圖中施加的驅動電壓 V' (約為 3.8V) 處。然而，如果施加的驅動電壓產生 $\pm 0.5V$ 的變化，則所得到的 a^* 值將約為 37，這大約

是最大 a^* 的 90%，因此仍然是可以接受的。這個容限對於適應由例如顯示裝置的電子組件的變動、電池電壓隨時間的下降、TFT 背板的批次變動、顯示裝置的批次變動或溫度和濕度波動所造成之驅動電壓的改變係有利的。

【0117】根據第 10A 圖中所給出的資料，進行研究，以找到可驅動至具有最大 a^* 值的 90% 以上之紅色狀態的驅動電壓 V' 之範圍。換句話說，當施加在這個範圍內的任何驅動電壓時，光學性能不會受到顯著影響。因此，這個範圍可以稱為「電壓不敏感」範圍。「電壓不敏感」範圍越寬，驅動方法越能容忍批次變動及環境變化。

【0118】在第 4 圖中，對於本研究需要考量三個參數 t_4 、 t_5 及 N 。三個參數對電壓不敏感範圍的影響係交互式且非線性的。

【0119】根據第 10A 圖的模型，可以找到用於三個參數的最佳值集合，以實現第 4 圖的波形之最寬電壓不敏感範圍。結果總結於第 10B 圖中。

【0120】當 t_4 在 40-140msec 之間， t_5 大於或等於 460msec 且 N 大於或等於 7 時，根據第 10B 圖的電壓不敏感範圍（亦即 3.7V 至 6.5V）為根據第 10A 圖的電壓不敏感範圍（亦即，3.3V-4.7V）的兩倍寬。

【0121】上面論述的最佳參數亦可適用於本發明的任何驅動方法。

【0122】因此，第三驅動方法可以總結如下：

【0123】一種用於電泳顯示器之驅動方法，電泳顯示

器包括在觀看側之第一表面、在非觀看側之第二表面及電泳流體，電泳流體夾在共用電極與像素電極層之間且包括第一類型的顏料粒子、第二類型的顏料粒子及第三類型的顏料粒子，所有類型的顏料粒子分散在溶劑或溶劑混合物中，其中

a)三種類型的顏料粒子具有彼此不同的光學特性；

b)第一類型的顏料粒子及第二類型的顏料粒子攜帶相反的電荷極性；以及

c)第三類型的顏料粒子具有相同於第二類型的顏料粒子之電荷極性，但是處於較低的強度，

以及所述方法具有至少 0.7V 的電壓不敏感範圍。

【0124】在這樣的方法中，當施加在這樣的範圍內之驅動電壓時，可達到的顏色狀態之光學品質係最大可接受「a*」值的至少 90%。

【0125】亦值得注意的是，第 10A 及 10B 圖所示的資料係在環境溫度下收集。

第四驅動方法：

【0126】在第 11 圖中例示可用於本發明之第四驅動方法中的波形。這個驅動波形可以用來取代第 3 圖中的驅動期間 t3。

【0127】在初始步驟中，施加高的負驅動電壓 (V_{H2} ，例如，-15V)至像素達期間 t7(參見第 4 圖之期間 t4 中的對應脈衝)。這個脈衝之後是等待時間 t8，在此期間不施加電壓。在等待時間之後，施加正驅動電壓 (V' ，例如，小於 V_{H1} 或 V_{H2} 的 50%)至像素達期間 t9(參見第 4 圖之

期間 t_5 中的對應脈衝)。在 t_9 的脈衝之後，但在重複波形的各個步驟之前，存在第二等待時間 t_{10} ，在此期間不施加電壓。重複第 11 圖的波形 N 次。上述術語「等待時間」意指沒有施加驅動電壓的一段時間。

【0128】這個驅動方法不僅在低溫下特別有效，而且可以提供顯示裝置在其製造期間所造成之結構變動的更好容限。因此，其效用不限於低溫驅動。

【0129】在第 11 圖的波形中，第一等待時間 t_8 非常短，而第二等待時間 t_{10} 較長。期間 t_7 亦比期間 t_9 還短。例如， t_7 可能在 20-200msec 的範圍內； t_8 可能小於 100msec； t_9 可能在 100-200msec 的範圍內；以及 t_{10} 可能小於 1000msec。

【0130】第 12 圖顯示藉由插入第 11 圖的波形來取代第 3 圖的期間 t_3 所產生之波形。在第 3 圖中，在期間 t_2 期間顯示白色狀態。作為一般規則，在此期間的白色狀態越好，在波形的末端所將顯示之紅色狀態越好。

【0131】在振動波形中，較佳地重複正/負脈衝對 50-1500 次，並且較佳地施加每個脈衝達 10msec。

【0132】在一實施例中，可以刪除向白色狀態驅動達期間 t_2 的步驟，並且在這種情況下，在施加第 11 圖的波形之前施加振動波形(參見第 13 圖)。

【0133】第 11 圖的第四驅動方法可以總結如下：

【0134】一種用於電泳顯示器之驅動方法，電泳顯示器包括在觀看側之第一表面、在非觀看側之第二表面及電泳流體，電泳流體夾在共用電極與像素電極層之間且

包括第一類型的顏料粒子、第二類型的顏料粒子及第三類型的顏料粒子，所有類型的顏料粒子分散在溶劑或溶劑混合物中，其中

- a)三種類型的顏料粒子具有彼此不同的光學特性；
- b)第一類型的顏料粒子及第二類型的顏料粒子攜帶相反的電荷極性；以及
- c)第三類型的顏料粒子具有相同於第二類型的顏料粒子之電荷極性，但是處於較低的強度，

所述方法包括下列步驟：

(i)施加第一驅動電壓至電泳顯示器中之像素達第一段時間，其中，第一驅動電壓具有相同於第一類型的顏料粒子之極性，以在觀看側驅動像素朝向第一類型的顏料粒子之顏色狀態；

(ii)不施加驅動電壓至像素達第二段時間；

(iii)施加第二驅動電壓至像素達第三段時間，其中，第二驅動電壓具有相同於第三類型的顏料粒子之極性，以在觀看側驅動像素朝向第三類型的顏料粒子之顏色狀態；

(iv)不施加驅動電壓至像素達第四段時間；以及重複步驟(i)-(iv)。

【0135】在一實施例中，第一類型的顏料粒子帶負電，而第二類型的顏料粒子帶正電。

【0136】在一實施例中，重複步驟(i)-(iv)至少三次。

【0137】在一實施例中，第二驅動電壓小於足以將像素從第一類型的顏料粒子之顏色狀態驅動至第二類型的

顏料粒子之顏色狀態的驅動電壓之 50%，反之亦然。

【0138】在另一實施例中，第 12 圖或第 13 圖的驅動序列係直流平衡的。

第五驅動方法：

【0139】如第 2A 圖所示，因為黑色粒子及紅色粒子攜帶相同的電荷極性，所以它們傾向於朝相同的方向移動。即使黑色粒子在某些驅動電壓下由於其較高的電荷且亦可能由於其較小的尺寸而比紅色粒子移動得更快，但是一些紅色粒子仍然可能與黑色粒子一起被驅動至觀看側，因而導致黑色狀態降低。

【0140】第 14 圖描繪用於驅動像素朝向黑色狀態的典型波形。包含振動波形(如上所述)，以確保顏色亮度及純度。如所示，在振動波形之後施加高的正驅動電壓(V_{H1} ，例如，+15V)達期間 t_{12} ，以將像素朝黑色狀態驅動。在振動波形之前施加驅動電壓達期間 t_{11} ，以確保直流平衡。

【0141】第 15 圖例示可以添加在用於驅動像素朝向黑色狀態之第 14 圖的波形之末端的波形。組合波形可以進一步提供黑色粒子與紅色粒子有更好的分離，使黑色狀態更飽和，紅色著色更少。

【0142】在第 15 圖中，施加 V_{H2} (負)的短脈衝「 t_{13} 」，接著是 V_{H1} (正)的長脈衝「 t_{14} 」及 t_{15} 的等待時間(0V)。施加這樣的序列至少一次，較佳地，至少三次(亦即， $N \geq 3$)，更佳地，至少五至七次。

【0143】脈衝「 t_{14} 」通常至少是脈衝「 t_{13} 」的兩倍

長。

【0144】 V_{H2} 的短脈衝「t13」將黑色及紅色粒子推向像素電極，而 V_{H1} 的較長脈衝「t14」將它們推向共用電極側（亦即，觀看側）。因為兩個類型的顏料粒子之速度在相同驅動電壓下係不同的，所以這種不對稱的驅動序列對黑色粒子比對紅色粒子更有利。結果，黑色粒子可以更好地與紅色粒子分離。

【0145】等待時間「t15」係任選的，這取決於顯示裝置中的介電層。通常，在較低的溫度下，介電層的電阻值更加明顯，並且在這種情況下，可能需要等待時間來釋放陷入介電層中的電荷。

【0146】第 15 圖之第五驅動方法可以總結如下：

【0147】一種用於電泳顯示器之驅動方法，電泳顯示器包括在觀看側之第一表面、在非觀看側之第二表面及電泳流體，電泳流體夾在共用電極與像素電極層之間且包括第一類型的顏料粒子、第二類型的顏料粒子及第三類型的顏料粒子，所有類型的顏料粒子分散在溶劑或溶劑混合物中，其中

- a) 三種類型的顏料粒子具有彼此不同的光學特性；
- b) 第一類型的顏料粒子及第二類型的顏料粒子攜帶相反的電荷極性；以及
- c) 第三類型的顏料粒子具有相同於第二類型的顏料粒子之電荷極性，但是處於較低的強度，

所述方法包括下列步驟：

- (i) 施加第一驅動電壓至電泳顯示器中之像素達第一

段時間，其中，第一驅動電壓具有相同於第一類型的顏料粒子之極性，以在觀看側驅動像素朝向第一類型的顏料粒子之顏色狀態；

(ii)施加第二驅動電壓至像素達第二段時間，其中，第二驅動電壓具有相同於第二類型的顏料粒子之極性，以在觀看側驅動像素朝向第二類型的顏料粒子之顏色狀態；

(iii)任選地，沒有施加驅動電壓至像素達第三段時間；以及

重複步驟(i)、(ii)及(iii)(如果存在)。

【0148】在一實施例中，第一類型的顏料粒子帶負電，而第二類型的顏料粒子帶正電。

【0149】第 16 圖顯示組合第 14 圖的波形與第 15 圖的波形之複合波形。然而，亦值得注意的是，根據粒子速度及序列的循環數(N)，可以縮短「t12」。換句話說，在「t12」的末端處時，像素不必處於全黑狀態。取而代之的是，第 15 圖的波形只要序列的數目(N)足以在最後將像素驅動至黑色狀態，則可以在從黑色至白色的任何狀態處(包含灰色)開始。

【0150】第 14-16 圖所述的方法亦可以用以在低溫下將像素驅動至黑色狀態。在這種情況下，期間 t14 應該比 t13 還長，而等待時間 t15 應該至少為 50msec。

【0151】在一實施例中，第 16 圖的驅動序列係直流平衡的。

第六驅動方法：

【0152】第 17 圖描繪用於將像素驅動至白色狀態的典型波形。包含振動波形(如上所述)，以確保顏色亮度及純度。在振動波形之後施加 V_{H2} 的驅動電壓達期間 $t17$ 。在振動波形之前施加 V_{H1} 的驅動電壓達期間 $t16$ ，以確保直流平衡。

【0153】第 18A 及 18B 圖顯示可以用於取代第 17 圖的波形中之脈衝 $t17$ 的波形。

【0154】這個驅動方法特別適用於低溫驅動，但不限於低溫驅動。

【0155】在第 18A 圖中，施加 V_{H1} (正)的短脈衝「 $t18$ 」，接著是 V_{H2} (負)的較長脈衝「 $t19$ 」及 $t20$ 的等待時間(0V)。如第 18B 圖所示，在 $t19$ 期間所施加的負驅動電壓(V'')的振幅可以高於 V_{H2} 的振幅(例如，-30V 而不是 -15V)。

【0156】施加這樣的序列至少一次，較佳地，至少三次(亦即，在第 18A 及 18B 圖中， $N \geq 3$ ，更佳地，至少五至七次)。

【0157】 $t19$ 應該比 $t18$ 還長。例如， $t18$ 可能在 20-200msec 的範圍內，而 $t19$ 可能小於 1000msec。等待時間 $t20$ 應該至少為 50msec。

【0158】第 18A 及 18B 圖所示之第六驅動方法可以總結如下：

【0159】一種用於電泳顯示器之驅動方法，電泳顯示器包括在觀看側之第一表面、在非觀看側之第二表面及電泳流體，電泳流體夾在共用電極與像素電極層之間且

包括第一類型的顏料粒子、第二類型的顏料粒子及第三類型的顏料粒子，所有類型的顏料粒子分散在溶劑或溶劑混合物中，其中

- a)三種類型的顏料粒子具有彼此不同的光學特性；
- b)第一類型的顏料粒子及第二類型的顏料粒子攜帶相反的電荷極性；以及
- c)第三類型的顏料粒子具有相同於第二類型的顏料粒子之電荷極性，但是處於較低的強度，

所述方法包括下列步驟：

(i)施加第一驅動電壓至電泳顯示器中之像素達第一段時間，其中，第一驅動電壓具有相同於第二類型的顏料粒子之極性，以在觀看側驅動像素朝向第二類型的顏料粒子之顏色狀態；

(ii)施加第二驅動電壓至像素達第二段時間，其中，第二驅動電壓具有相同於第一類型的顏料粒子之極性，以在觀看側驅動像素朝向第一類型的顏料粒子之顏色狀態；

(iii)沒有施加驅動電壓至像素達第三段時間；以及重複步驟(i)及(ii)。

【0160】 在一實施例中，第一類型的顏料粒子帶負電，而第二類型的顏料粒子帶正電。

【0161】 在第 18A 圖所示的實施例中，第二電壓係將像素從第一類型的顏料粒子之顏色狀態朝第二類型的顏料粒子之顏色狀態驅動所需的驅動電壓，反之亦然。

【0162】 在第 18B 圖所示的另一實施例中，第二電壓

具有比將像素從第一類型的顏料粒子之顏色狀態朝第二類型的顏料粒子之顏色狀態驅動所需的驅動電壓更高之振幅，反之亦然。

【0163】第 19A 及 19B 圖顯示分別組合第 17 圖的波形與第 18A 或 18B 圖的波形之複合波形。

【0164】在振動波形中，較佳地重複正 / 負脈衝 50-1500 次，並且較佳地施加每個脈衝達 10msec。

【0165】在一實施例中，第 19A 圖或第 19B 圖的驅動序列係直流平衡的。

第七驅動方法：

【0166】本發明之第七驅動方法將像素朝中間顏色狀態(例如，灰色)驅動。

【0167】第 20A 及 20B 圖例示所涉及的粒子運動。如所示，當施加低的負驅動電壓(V_L ，例如，-5V)時，將處於黑色狀態的像素(參見第 20A 圖)朝灰色狀態驅動。在此過程中，低驅動電壓將紅色粒子推向像素電極，並且在觀看側看到黑色及白色粒子的混合物。

【0168】在第 21 圖中顯示用於此驅動方法的波形。在振動波形之後，施加高的正驅動電壓(V_{H1} ，例如，+15V)達期間 t_{22} ，以將像素朝黑色狀態驅動。從黑色狀態，可以藉由施加低的負驅動電壓(V_L ，例如，-5V)達期間 t_{23} ，將像素朝灰色狀態驅動，亦即，從第 20A 圖驅動至第 20B 圖。

【0169】驅動期間 t_{22} 係當施加 V_{H1} 時足以將像素驅動至黑色狀態的期間，而 t_{23} 係當施加 V_L 時足以將像素

從黑色狀態驅動至灰色狀態的期間。在振動波形之前，較佳地施加 V_{H2} 的脈衝達期間 t_{21} ，以確保直流平衡。

【0170】第 22 圖例示可以用來取代第 21 圖中之脈衝 t_{23} 的驅動波形。在初始步驟中，施加高的正驅動電壓 (V_{H1} ，例如， $+15V$) 達短期間 t_{24} ，以將黑色粒子推向觀看側，但是 t_{24} 不足以將像素驅動至全黑狀態，然後施加低的負驅動電壓 (V_L ，例如， $-5V$) 達期間 t_{25} ，以將像素朝灰色狀態驅動。 V_L 的振幅小於 V_H (例如， V_{H1} 或 V_{H2}) 的 50%。

【0171】重複第 22 圖的波形至少四次循環 ($N \geq 4$)，較佳地，至少八次循環。

【0172】在環境溫度下，期間 t_{24} 小於約 100msec ，而 t_{25} 通常大於 100msec 。

【0173】第 22 圖所示的第七驅動方法可以總結如下：

【0174】一種用於電泳顯示器之驅動方法，電泳顯示器包括在觀看側之第一表面、在非觀看側之第二表面及電泳流體，電泳流體夾在共用電極與像素電極層之間且包括第一類型的顏料粒子、第二類型的顏料粒子及第三類型的顏料粒子，所有類型的顏料粒子分散在溶劑或溶劑混合物中，其中

- a) 三種類型的顏料粒子具有彼此不同的光學特性；
- b) 第一類型的顏料粒子及第二類型的顏料粒子攜帶相反的電荷極性；以及
- c) 第三類型的顏料粒子具有相同於第二類型的顏料粒子之電荷極性，但是處於較低的強度，

所述方法包括下列步驟：

(i)施加第一驅動電壓至電泳顯示器中之像素達第一段時間，第一驅動電壓具有相同於第二類型的顏料粒子之極性，以驅動像素朝向第二類型的顏料粒子之顏色狀態，其中，第一段時間不足以在觀看側將像素驅動至第二類型的顏料粒子之全色狀態；

(ii)施加第二驅動電壓至像素達第二段時間，第二驅動電壓具有相同於第一類型的顏料粒子之極性，以在觀看側驅動像素朝向第一及第二類型的顏料粒子之混合狀態；以及

重複步驟(i)及(ii)。

【0175】如上所述，在這個方法中，第二驅動電壓係第一驅動電壓的約 50%。

【0176】第 23 圖顯示組合第 21 圖的波形及第 22 圖的波形之複合波形，其中以第 22 圖的波形來取代第 21 圖中的驅動期間 t_{23} 。這個複合波形由四個階段所組成。第一階段係直流平衡階段(t_{21})；第二階段係振動步驟；以及第三階段將像素驅動至黑色狀態(t_{22})。在第三階段中所使用的波形可以是將像素驅動至良好黑色狀態的任何波形。第四階段包括短期間 t_{24} 之高的正驅動電壓，然後是較長期間 t_{25} 對低的負驅動電壓。重複所述第四階段數次。

【0177】值得注意的是，在第 23 圖中 t_{22} 可以是任選的。

【0178】可以藉由改變低的負電壓(V_L)，將灰色狀態

調變成更亮或更暗。換句話說，波形序列及形狀可以保持不變；但是 V_L 的振幅可變化(例如， $-4V$ 、 $-5V$ 、 $-6V$ 或 $-7V$)，以導致顯示不同的灰階。這個特徵可以潛在地減少驅動電路中查找表所需的空間，因而降低成本。所述驅動方法如例示可以產生(第一類型的顏料粒子及第二類型的顏料粒子的)高品質之中間狀態，並且具有來自第三類型的顏料粒子之非常小的顏色干涉。

【0179】在一實施例中，第 23 圖的驅動序列係直流平衡的。

第八驅動方法：

【0180】第 24 圖例示在本發明之第八驅動方法中所使用的波形。此波形意欲被施加至不是處於白色狀態(亦即，第一類型的顏料粒子之顏色狀態)的像素。

【0181】在初始步驟中，施加高的負驅動電壓(V_{H2} ，例如， $-15V$)達期間 t_{26} ，接著是等待時間 t_{27} 。在等待時間之後，施加正驅動電壓(V' ，例如，小於 V_{H1} 或 V_{H2} 的 50%)達期間 t_{28} ，接著是第二等待時間 t_{29} 。重複第 24 的波形 N 次。上述術語「等待時間」意指沒有施加驅動電壓的一段時間。

【0182】這個驅動方法在低溫下是特別有效，並且亦可以縮短至紅色狀態的整體驅動時間。

【0183】值得注意的是，期間 t_{26} 相當短，其通常在從全黑狀態驅動至全白狀態所需的時間之大約 50%的範圍內，因此其不足以將像素驅動至全白色狀態。期間 t_{27} 可能小於 100msec；期間 t_{28} 可能在 100-200msec 的範圍

內；以及期間 t_{29} 可能小於 1000msec。

【0184】除第 11 圖的波形將被施加至處於白色狀態(亦即，第一類型的顏料粒子之顏色)的像素，而第 24 圖的波形意欲被施加至非處於白色狀態的像素之外，第 24 圖的波形相似於第 11 圖的波形。

【0185】第 25 圖係一個範例，其中，將第 24 圖的波形施加至處於黑色狀態(亦即，第二類型的顏料粒子之顏色狀態)的像素。

【0186】在振動波形中，較佳地重複正/負脈衝對 50-1500 次，並且較佳地施加每一個脈衝達 10msec。

【0187】像第 11 圖的驅動方法，第 24 圖的第八驅動方法可以總結如下：

【0188】一種用於電泳顯示器之驅動方法，電泳顯示器包括在觀看側之第一表面、在非觀看側之第二表面及電泳流體，電泳流體夾在共用電極與像素電極層之間且包括第一類型的顏料粒子、第二類型的顏料粒子及第三類型的顏料粒子，所有類型的顏料粒子分散在溶劑或溶劑混合物中，其中

- a)三種類型的顏料粒子具有彼此不同的光學特性；
- b)第一類型的顏料粒子及第二類型的顏料粒子攜帶相反的電荷極性；以及
- c)第三類型的顏料粒子具有相同於第二類型的顏料粒子之電荷極性，但是處於較低的強度，

所述方法包括下列步驟：

- (i)施加第一驅動電壓至電泳顯示器中之像素達第一

段時間，其中，第一驅動電壓具有相同於第一類型的顏料粒子之極性，以在觀看側驅動像素朝向第一類型的顏料粒子之顏色狀態；

(ii)不施加驅動電壓至像素達第二段時間；

(iii)施加第二驅動電壓至像素達第三段時間，其中，第二驅動電壓具有相同於第三類型的顏料粒子之極性，以在觀看側驅動像素朝向第三類型的顏料粒子之顏色狀態；

(iv)不施加驅動電壓至像素達第四段時間；以及重複步驟(i)-(iv)。

【0189】在一實施例中，第一類型的顏料粒子帶負電，而第二類型的顏料粒子帶正電。

【0190】在一實施例中，重複步驟(i)-(iv)至少三次。

【0191】在一實施例中，第二驅動電壓小於足以將像素從第一類型的顏料粒子之顏色狀態驅動至第二類型的顏料粒子之顏色狀態的驅動電壓之 50%，反之亦然。

【0192】在一實施例中，第 25 圖的驅動序列係直流平衡的。

中間顏色的產生：

【0193】有利的是，除了單種粒子的顏色之外，本發明的驅動方法還能夠顯示中間顏色(亦即，兩種粒子的顏色之混合)。在許多情況下，要求使用本方法的顯示器顯示需要顯示器的區域調變(areal modulation)之灰階影像。這樣的區域調變增加可以顯示的顏色數量，但代價係降低顯示器的解析度，因為顯示器的多個像素受到區

域調變，以形成一個灰階「超像素」。提供顯示器的每一個像素有顯示中間顏色的能力及增加每一個像素可以顯示的中間顏色之數量可減少每一個超像素中所必須使用的像素之數量，並且因而增加灰階顯示的解析度。

【0194】上面已參考第 20A 及 20B 圖論述一種用於中間灰色(亦即，黑色與白色粒子的顏色之混合)之產生的方法。藉由先將像素驅動至黑色或白色狀態(分別為第 2A 圖或第 2B 圖)，然後施加 $\pm 15V$ 的高驅動電壓，以分別驅動像素朝向白色或黑色狀態，但在達到白色或黑色狀態之前終止此驅動電壓，從而產生灰色狀態，這樣亦可以產生灰色。然而，應該注意的是，在本方法中使用的三種粒子體系中，由於將參考第 26A-26D 圖所說明的理由，使用從白色狀態開始而不是從黑色狀態開始的方法來產生灰色狀態係有利的。

【0195】第 26A 及 26B 圖例示從白色狀態開始來產生灰色狀態。第 26A 圖(其實質上與第 2B 圖相同)例示藉由施加高的負驅動電壓($-15V$ ， V_{H2})來產生白色狀態，高的負驅動電壓將白色粒子 21 驅動至觀看側，而將黑色粒子 22 及紅色粒子 23 朝像素電極驅動。從第 26A 圖的白色狀態開始，高的正電壓($+15V$ ， V_{H1})之短暫驅動脈衝驅動白色粒子朝向像素電極，而驅動黑色及紅色粒子朝向觀看側。在白色及黑色粒子在觀看側附近混合時終止短暫的驅動脈衝。因為紅色粒子具有比黑色粒子還低的電泳遷移率，所以紅色粒子比較緩慢地移動離開像素電極，因而其在灰色狀態下被黑色及白色粒子遮蔽而不被觀看

者看到，其中，黑色及白色粒子位於紅色粒子與觀看面之間。於是，第 26B 圖呈現「明亮」灰色，其僅由黑色及白色粒子的顏色之混合所組成且沒有受紅色粒子的顏色之污染。

【0196】相反地，第 26C 及 26D 圖例示從黑色狀態開始來產生灰色狀態。第 26C 圖(其實質上與第 2A 圖相同)例示藉由施加高的正驅動電壓(+15V, V_{H1})來產生黑色狀態，高的正驅動電壓將黑色粒子 22 及紅色粒子 23 朝觀看側驅動，而將白色粒子 21 驅動成鄰近像素電極。從第 26C 圖的黑色狀態開始，負電壓(-15V, V_{H2})的短暫驅動脈衝驅動白色粒子朝向觀看側，而驅動黑色及紅色粒子朝向像素電極。在白色及黑色粒子在觀看側附近混合時終止短暫驅動脈衝。然而，因為紅色粒子具有比黑色粒子還低的電泳遷移率，所以紅色粒子比較緩慢地移動離開觀看側，因而在灰色狀態下與黑色及白色粒子混合；實際上，紅色粒子可能傾向於比黑色粒子更接近觀看側。於是，第 26D 圖呈現「暗淡」灰色，其中，黑色及白色粒子的顏色之混合受紅色粒子的顏色顯著污染。

【0197】如上所述，可以從黑色狀態或白色狀態開始來產生像素的灰色狀態。同樣地，可以從紅色狀態或白色狀態開始來產生淺紅色狀態(白色及紅色粒子的顏色之混合)。在前者情況下，先驅動到全紅色狀態(參見第 2C 圖)，然後施加高的負驅動電壓(-15V, V_{H2})達不足以達到第 2B 圖的白色狀態之一段短暫時間。高的負驅動電壓導致白色粒子 21 快速地朝觀看側移動，黑色粒子 22

快速地朝像素電極移動，並且紅色粒子 23 比較緩慢地朝像素電極移動。當白色及紅色粒子混合時，終止驅動電壓，因而在觀看側留下可見的淺紅色。黑色粒子位於像素電極附近，因而其被白色及紅色粒子遮蔽而不被觀看者看到。在後者情況下，先驅動至全白狀態(參見第 2B 圖)，並且施加低的正驅動電壓($+5V$ ， V_L)達不足以達到第 2C 圖的紅色狀態之一段時間。低的正驅動電壓使白色粒子 21 朝像素電極移動，並且紅色粒子朝觀看側移動，因而再次產生紅色及白色粒子的混合以及淺紅色的顯示。取代使用連續的低的正驅動電壓，從白色狀態至淺紅色狀態的轉換可以使用如第 5、6、8 或 9 圖所例示的推挽波形(push-pull waveform)來實現。

【0198】根據經驗發現，由紅色狀態產生的淺紅色狀態比由白色狀態產生的淺紅色狀態更不均勻。雖然沒有完全了解這種均勻性差異的原因，但是相信與微膠囊(如果存在的話)內各種粒子的位置之變動以及個別粒子的電泳遷移率及電泳顯示器的各種部件之變動有關。並且，似乎從紅色狀態用於驅動的低驅動電壓比受電源變動的高驅動電壓影響更大。

【0199】第 27 圖例示用於經由白色狀態將顯示器驅動至淺紅色狀態的波形。在第 27 圖的波形中，施加高的負驅動電壓(V_{H2} ，例如， $-15V$)達期間 t_{31} ，以將像素朝白色狀態驅動。從白色狀態開始，藉由施加低的正電壓(V_L ，例如， $+5V$)達期間 t_{32} ，將像素朝紅色狀態驅動，從而將像素從第 2B 圖的狀態驅動至第 2C 圖的狀態。最

後，藉由施加高的負驅動電壓(V_{H2} ，例如， $-15V$)達期間 $t33$ ，將像素從紅色狀態驅動至淺紅色狀態，其中，期間 $t33$ 比期間 $t31$ 還短且不足以將像素驅動至全白狀態。希望在期間 $t31$ 中的白色向脈衝之前施加振動波形，並且較佳地，在振動波形之前施加負驅動電壓(例如， V_{H2} ，例如， $-15V$)達期間 $t30$ ，以確保直流平衡。將可看到，第 27 圖的波形基本上是第 3 圖的波型，但是在期間 $t33$ 中添加有白色向脈衝。藉由調整期間 $t33$ 的持續時間可以改變所獲得的淺紅色之確切色調，期間 $t33$ 通常在約 $20-300\text{msec}$ (一般是 $20-100\text{msec}$)的範圍內。期間 $t33$ 的持續時間通常是期間 $t31$ 的持續時間之約 10% 至約 60% 。

【0200】達到深紅色狀態(亦即，黑色及紅色粒子的顏色之混合)比達到淺紅色狀態困難得多，因為黑色及紅色粒子攜帶相同極性的電荷，並且因此傾向於以相似的方式對施加的電場作出反應。例如，如果先將像素驅動至第 2C 圖的紅色狀態，然後藉由施加用於驅動像素至第 2A 圖的黑色狀態之高正驅動電壓($+15V$ ， V_{H1})來試圖產生紅色及黑色粒子的混合，則紅色粒子(如第 2C 圖所示，已經與前電極相鄰)將保持與前電極相鄰並且不會移動到旁邊，以容納到達的黑色粒子。結果是，甚至在已施加高正驅動電壓達一段長時間(其比將像素從第 2B 圖的白色狀態驅動至第 2A 圖的黑色狀態所需的時間還更長)之後，所得到的「深紅色」狀態實際上將僅比先前的紅色狀態稍深。

【0201】已經發現到有兩種方法可以達到令人滿意的

深紅色狀態。第一種方法使用如第 28 圖所例示的波形，並且實質上從深灰色狀態開始。如圖所示，這個波形先施加高的正驅動電壓 ($+15\text{V}$, V_{H1})，以將像素驅動至深灰色狀態 (不是全黑狀態)。在這個高的正驅動電壓之後，施加低的正驅動電壓 (V_L ，例如， $+5\text{V}$) 達期間 t_{36} ，期間 t_{36} 通常會比 t_{35} 長得多，以將像素驅動至深紅色狀態。基於上述原因，在期間 t_{35} 中的高正驅動脈衝之前可任選地係振動波形及 / 或期間 t_{34} 的高負驅動電壓脈衝 (V_{H2} ，例如， -15V)。 t_{36} 的持續時間可以變化很大，但通常可以是約 $300\text{-}2000\text{msec}$ ，更通常是 $500\text{-}1000\text{msec}$ ；產生的深紅色之暗度可以藉由改變 t_{36} 的持續時間來改變，較長的持續時間傾向於增加所產生之顏色的發紅。

【0202】達成令人滿意的深紅色狀態之第二種方法使用如第 29 圖所例示的波形，第 29 圖實質上與第 5 圖相同，但是由於下面所論述的原因，第 29 圖所示的各種驅動脈衝之持續時間將不同於第 5 圖之驅動脈衝的那些持續時間。將從上面第 5 圖的討論中回想到，相關波形的主要部分包括表示為第 29 圖中的持續時間 t_{39} 之低正驅動電壓 (V_L ，例如， $+5\text{V}$) 的紅色向脈衝，其與表示為第 29 圖中的持續時間 t_{40} 之高負驅動電壓 (V_{H2} ，例如， -15V) 的白色向脈衝交替。在這個交替脈衝的序列之前可以係下列中一個或多個：(a) 意欲用於直流平衡之持續時間 t_{37} 的高負驅動電壓 (V_{H2} ，例如， -15V) 之白色向脈衝；(b) 振動波形；以及 (c) 持續時間 t_{38} 之高負驅動電壓 (V_{H2} ，例如， -15V) 的白色向脈衝，其可以與已提及之後

面白色向脈衝的持續時間 t_{40} 不同或相同。

【0203】第 5 圖的波形在上面被描述為產生純紅色狀態。然而，根據經驗發現到，藉由調整第 29 圖中的持續時間 t_{39} 及 t_{40} 及/或藉由調整在這些期間所施加的驅動電壓 V' 及 V_{H2} ，這種類型的波形不僅可以產生純紅色狀態，而且可以產生深紅色及淺紅色狀態。如果增加 V' 的大小，則紅色變得較深，然而如果減少 V' 的大小，則紅色變得較淺。同樣地，如果相對於 t_{39} 增加 t_{40} 的持續時間，則將產生較淺的紅色，然而如果相對於 t_{40} 增加 t_{39} 的持續時間，則將產生較深的紅色。顯然，可以使用驅動電壓與持續時間的變化之組合。 t_{39} 及 t_{40} 的持續時間可以在很寬大的範圍內變化；例如，在 25°C 下， t_{40} 可以從 60msec 下降至 20msec，而 t_{39} 可以從 300msec 上升至 600msec。在像 0°C 的低溫下，甚至可能期望更寬的範圍；例如，在這個溫度下， t_{40} 可以是 60msec，而 t_{39} 係 3000msec。

範例 2

【0204】藉由在異烷烴溶劑(isoparaffin solvent)中混合 30 個重量百分比的塗有聚合物之二氧化鈦粒子(白色)、8 個重量百分比的塗有聚合物之混合金屬氧化物粒子(黑色)及 7 個重量百分比的紅色顏料粒子並添加電荷控制劑(Solsperse 19000)來製備大致如上面參考第 1 圖所述的電泳介質。白色粒子帶負電荷，而黑色及紅色粒子帶正電荷，但是紅色粒子具有比黑色粒子還低的電荷密度。將得到的電泳介質裝載至具有實質透明的前電極

之標準測試單元中且驅動至上面分別參考第 2A、2B、2C 及 26B 圖所述的白色、黑色、紅色及灰色狀態。使用標準技術測量所有四種帶色狀態的 L^* 、 a^* 及 b^* 值，結果如下：

【0205】 表 1

顏色	L^*	a^*	b^*
白色	60.2	-1.0	-1.4
黑色	12.6	7.7	-0.8
紅色	27.0	37.9	17.6
灰色	38.4	-1.0	-4.0

【0206】 灰色狀態的反射率 Y 為 10.3%。從這些結果可以看出，本發明的實驗介質能夠顯示良好的白色、黑色及紅色狀態，並且亦能夠顯示灰色狀態。

【0207】 雖然已參考本發明的具體實施例來描述本發明，但是熟悉該項技藝者應該理解，在不脫離本發明的真實精神及範圍的情況下可以進行各種變更並且可以用均等物代替。此外，可以對本發明的目的及範圍進行許多修改，以適應特定情況、材料、組成、製程、製程步驟。所有這些修改意欲在所附請求項的範圍內。

【符號說明】

【0208】

- 10 電泳顯示流體
- 11 白色粒子
- 12 黑色粒子
- 13 帶色粒子

14	共用電極
15	電極層
15a	像素電極
16	第一表面
17	第二表面
21	白色顏料粒子
22	黑色顏料粒子
23	帶色粒子
24	共用電極
25	像素電極

申請專利範圍

1. 一種用於電泳顯示器之驅動方法，該電泳顯示器包括在觀看側之第一表面、在非觀看側之第二表面及電泳流體，該電泳流體包括第一類型的粒子、第二類型的粒子及第三類型的粒子，所有類型的粒子分散在液體中，其中

a) 該三種類型的顏料粒子具有彼此不同的光學特性；

b) 該第一類型的顏料粒子及該第二類型的顏料粒子攜帶相反的電荷極性；以及

c) 該第三類型的顏料粒子具有相同於該第二類型的顏料粒子之電荷極性，但是具有較低的 ζ 電位，

該方法包括下列步驟：

(i) 施加第一驅動電壓至該電泳顯示器中之像素達第一段時間，該第一驅動電壓具有驅動該第一類型的顏料粒子朝向該第一表面的第一極性，藉此促使該像素在該第一表面上顯示該第一類型的顏料粒子之光學特性；

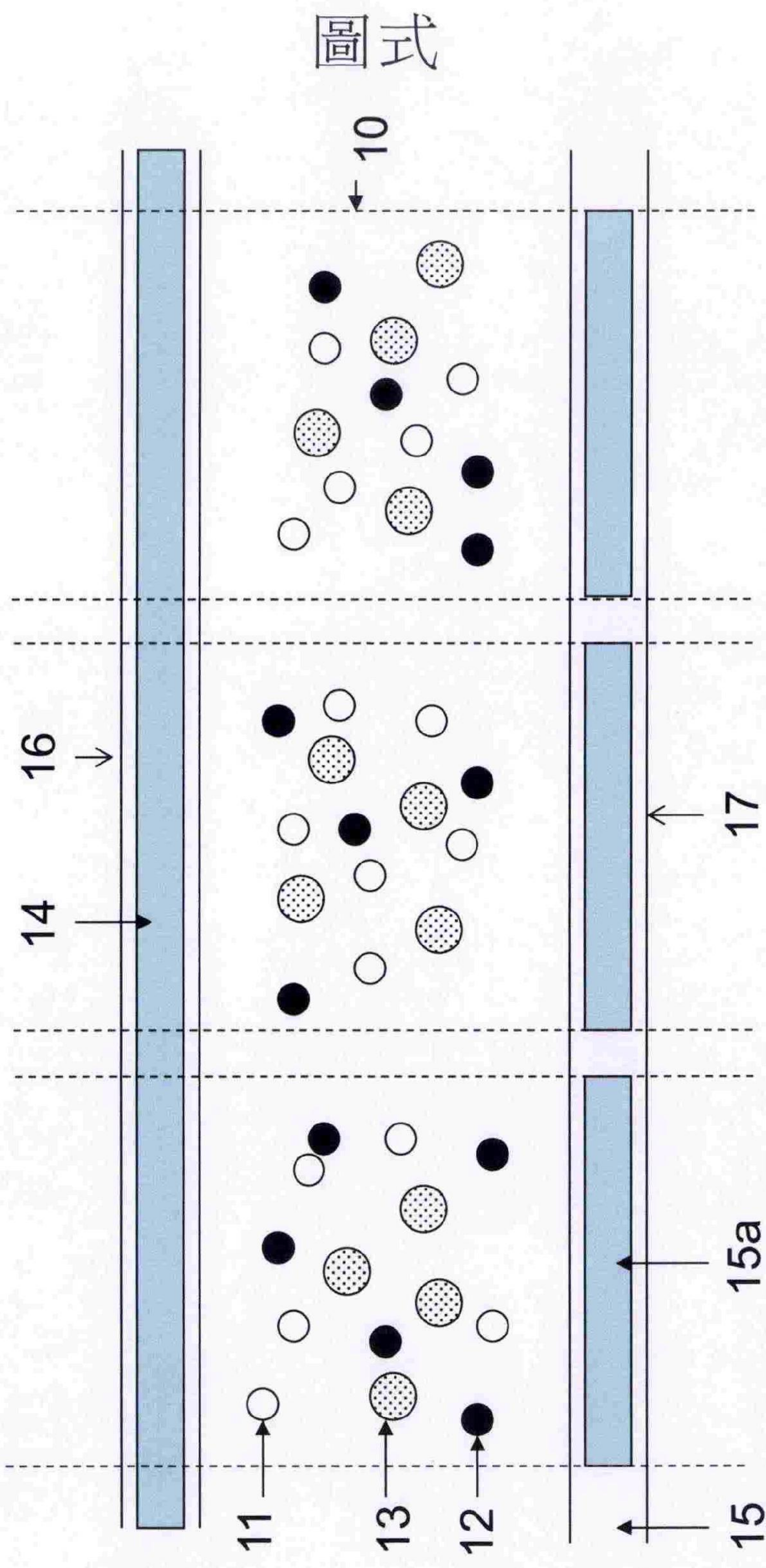
(ii) 施加第二驅動電壓至該像素達第二段時間，該第二驅動電壓具有與該第一極性相反且驅動該第三類型的顏料粒子朝向該第一表面的極性，藉此驅動該像素，以使該第三類型的顏料粒子之光學特性在該第一表面上驅動該像素是可見的；以及

(iii) 施加第三驅動電壓達第三段時間，該第三驅動電壓具有相同於該第一驅動電壓的極性，並且該第三

段時間的持續時間係該第一段時間的持續時間之約 20%至約 80%，藉此在該觀看面上產生該第一及第三類型的粒子之光學特性的混合。

- 2.如請求項 1 之方法，其中，該第三段時間的持續時間係該第一段時間的持續時間之約 20%至約 40%。
- 3.如請求項 1 之方法，其進一步包括在步驟(i)之前施加一振動波形。
- 4.如請求項 3 之方法，其進一步包括在該振動波形之前，施加一驅動電壓，該驅動電壓驅動該第一類型的顏料粒子朝向該第一表面。

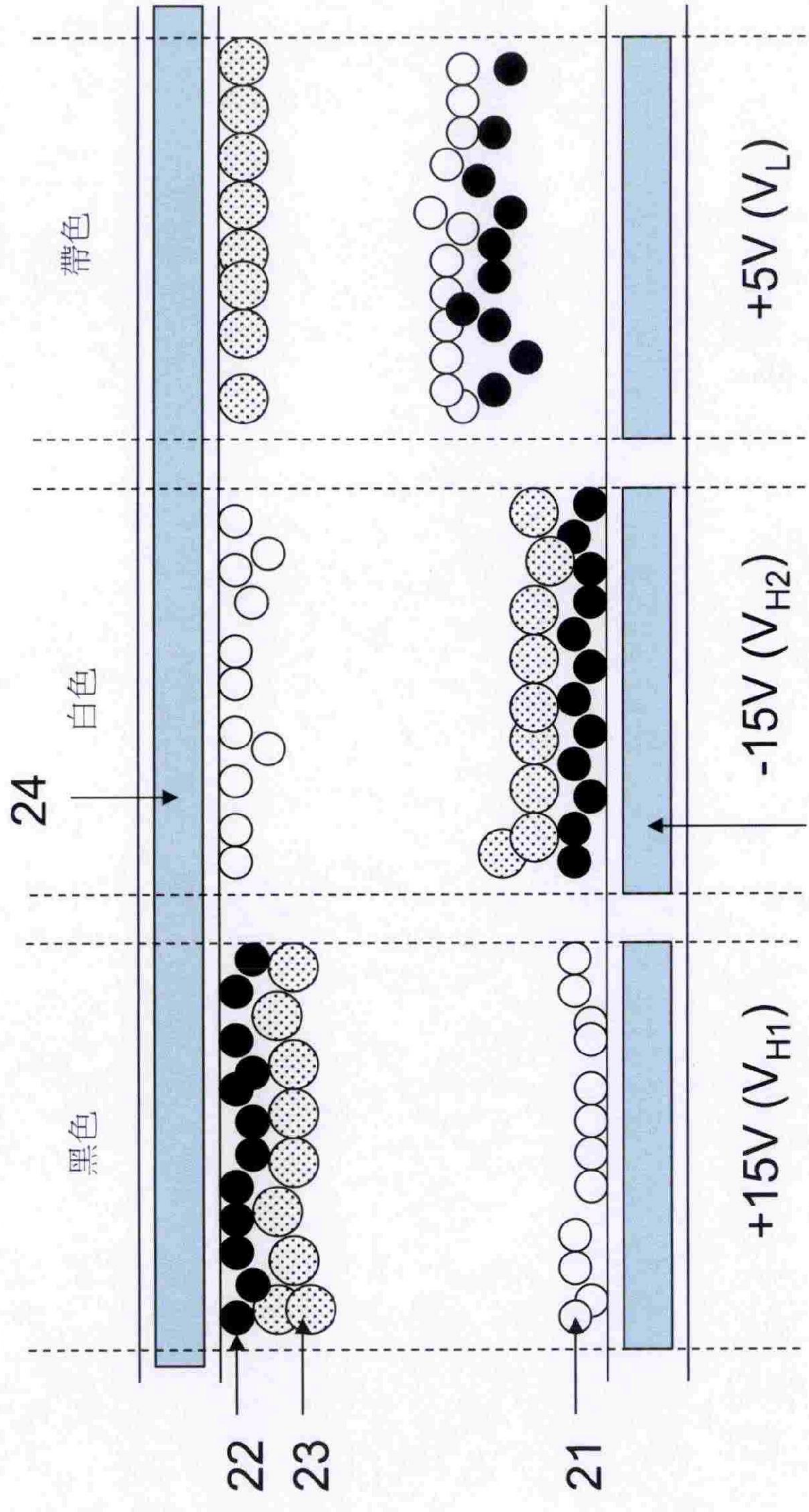
觀看側



圖式

第1圖

觀看側

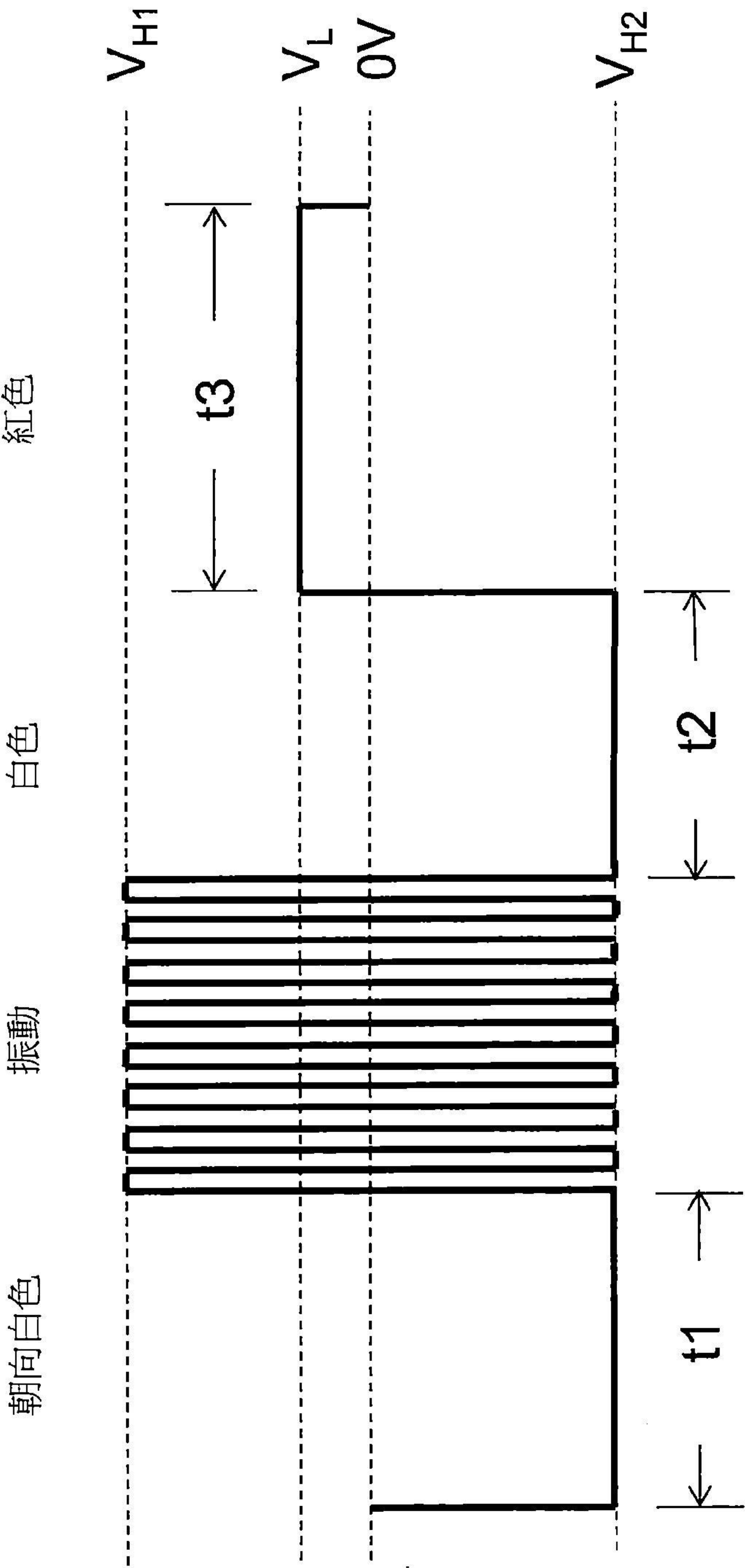


25

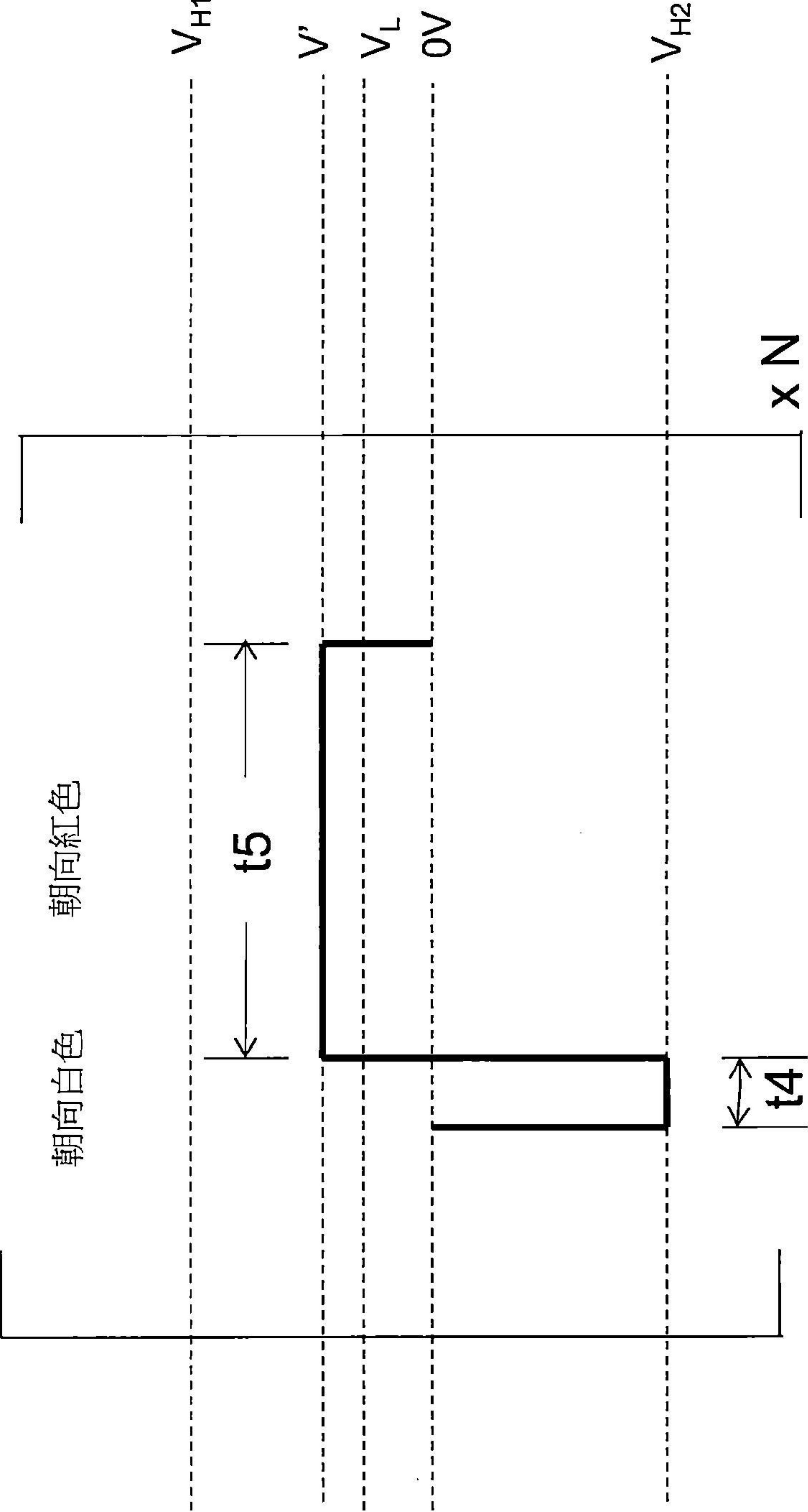
第2C圖

第2B圖

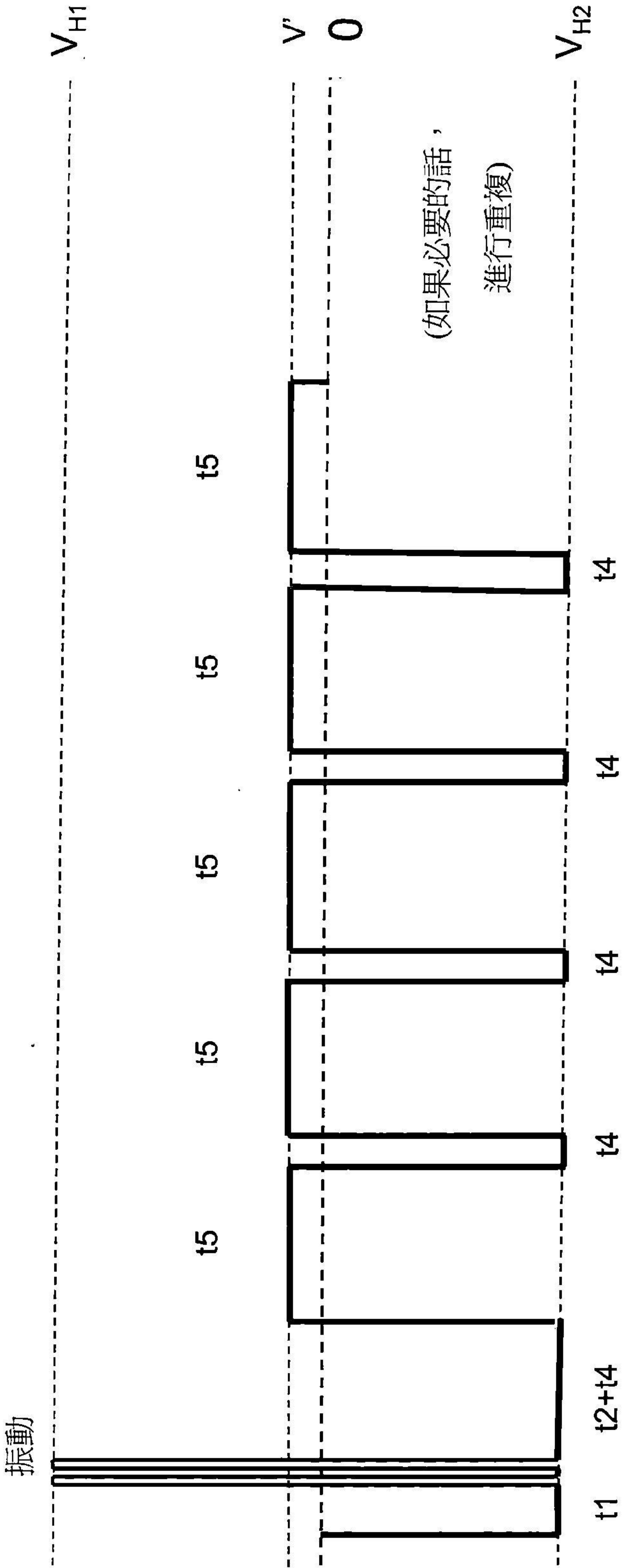
第2A圖



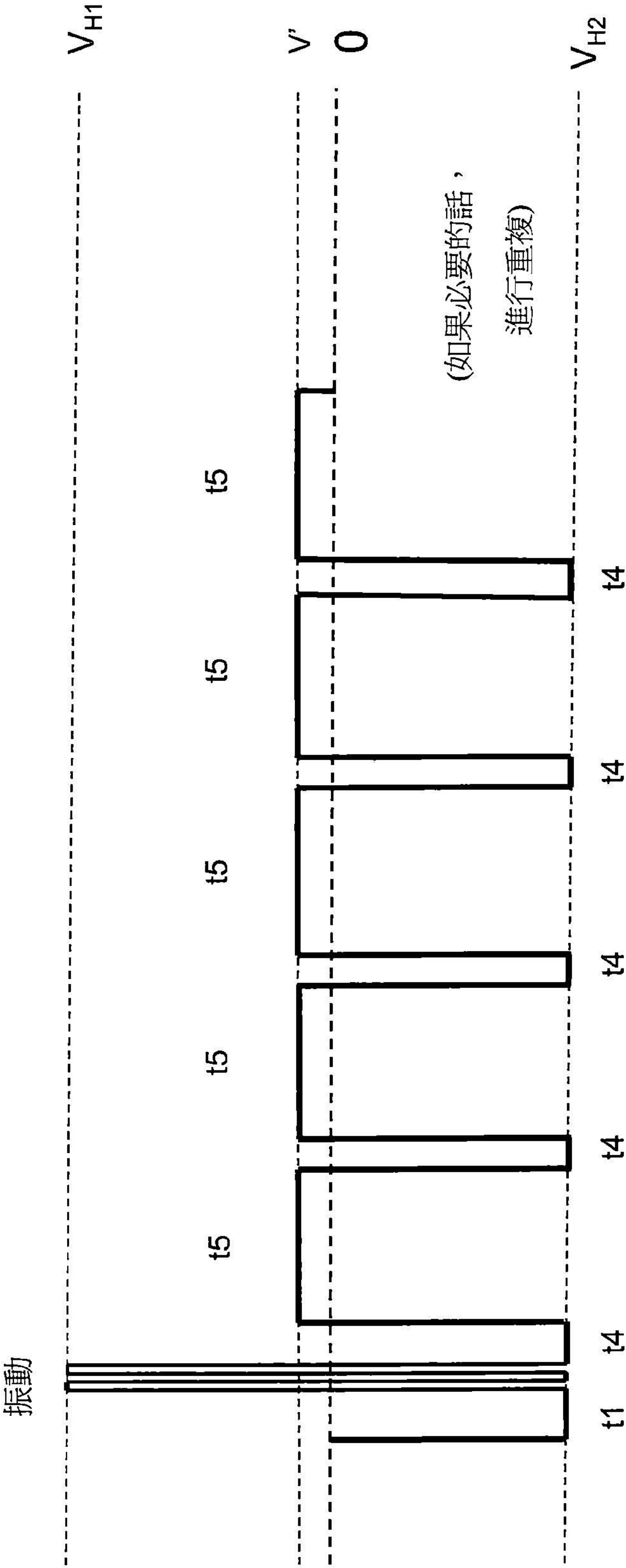
第3圖



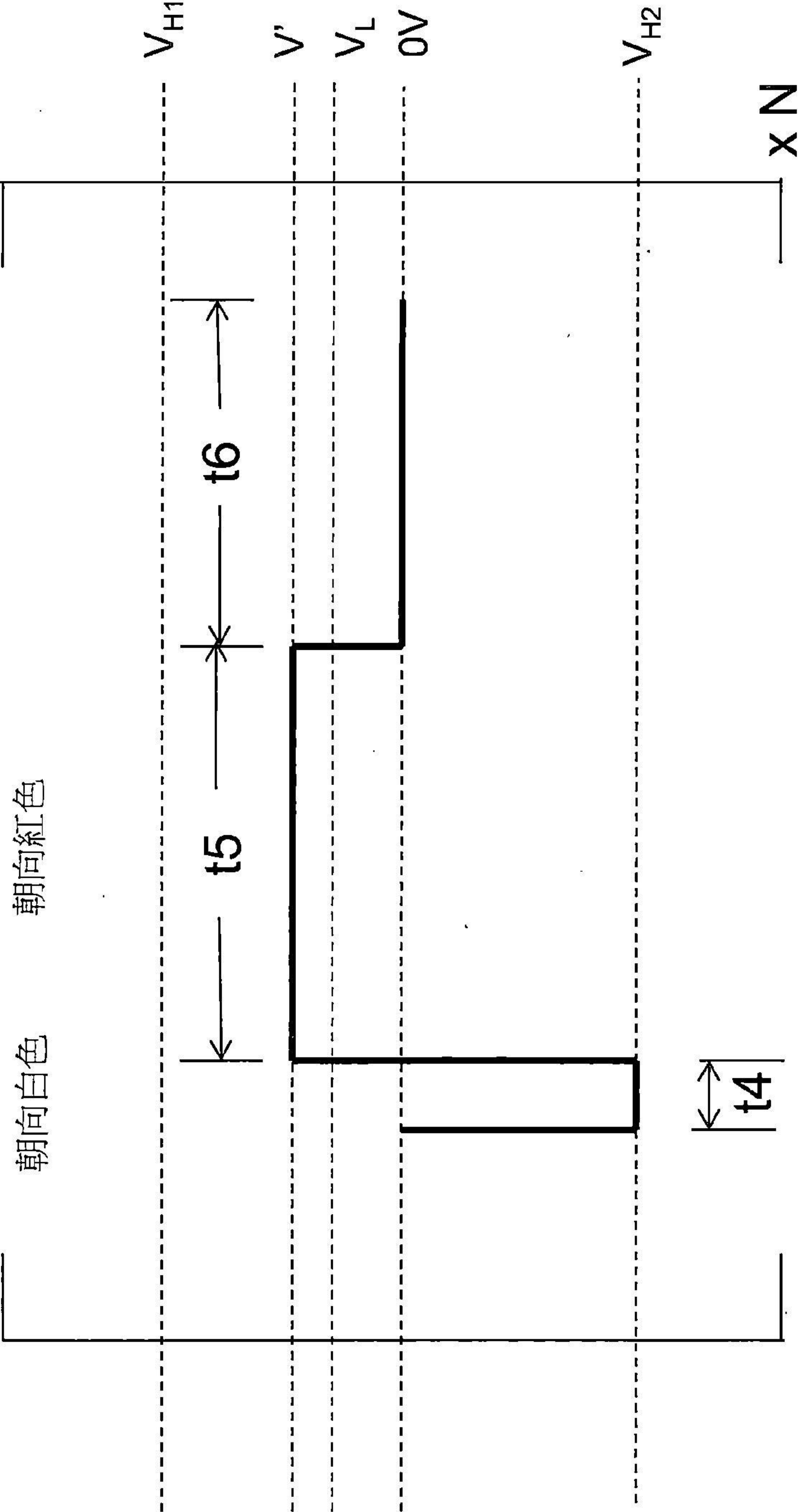
第4圖



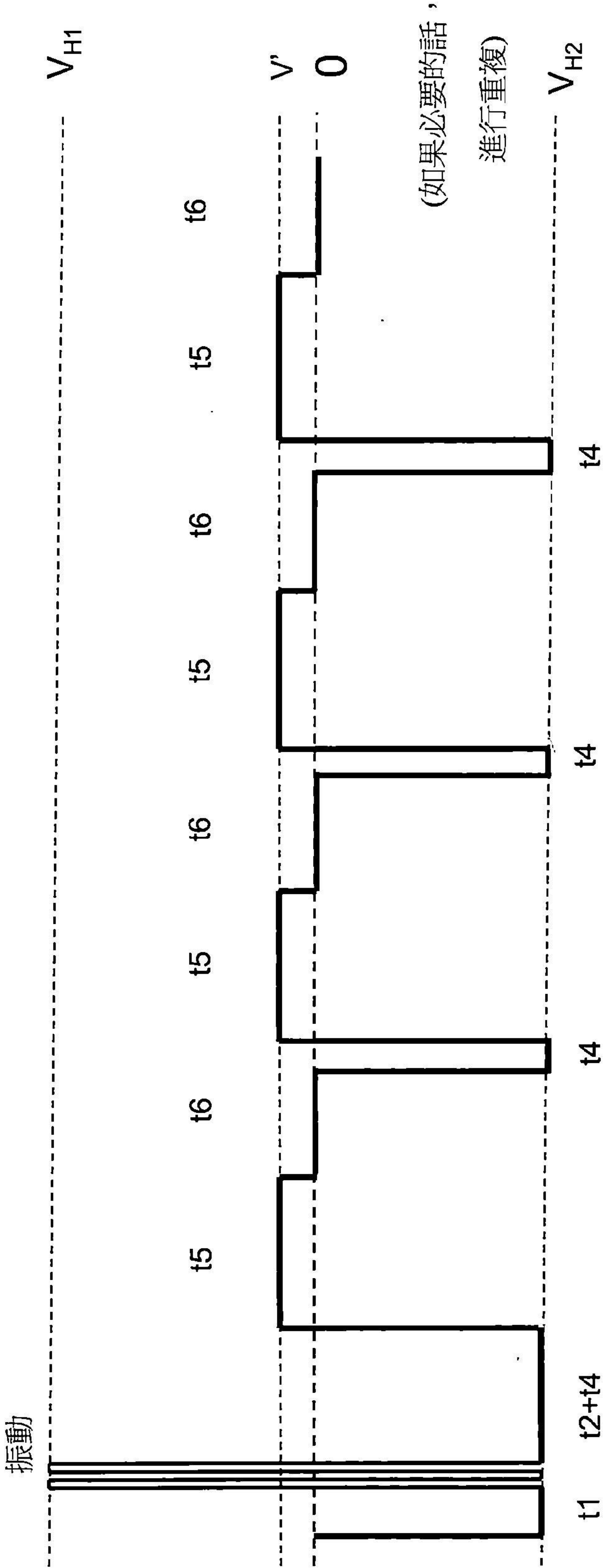
第5圖



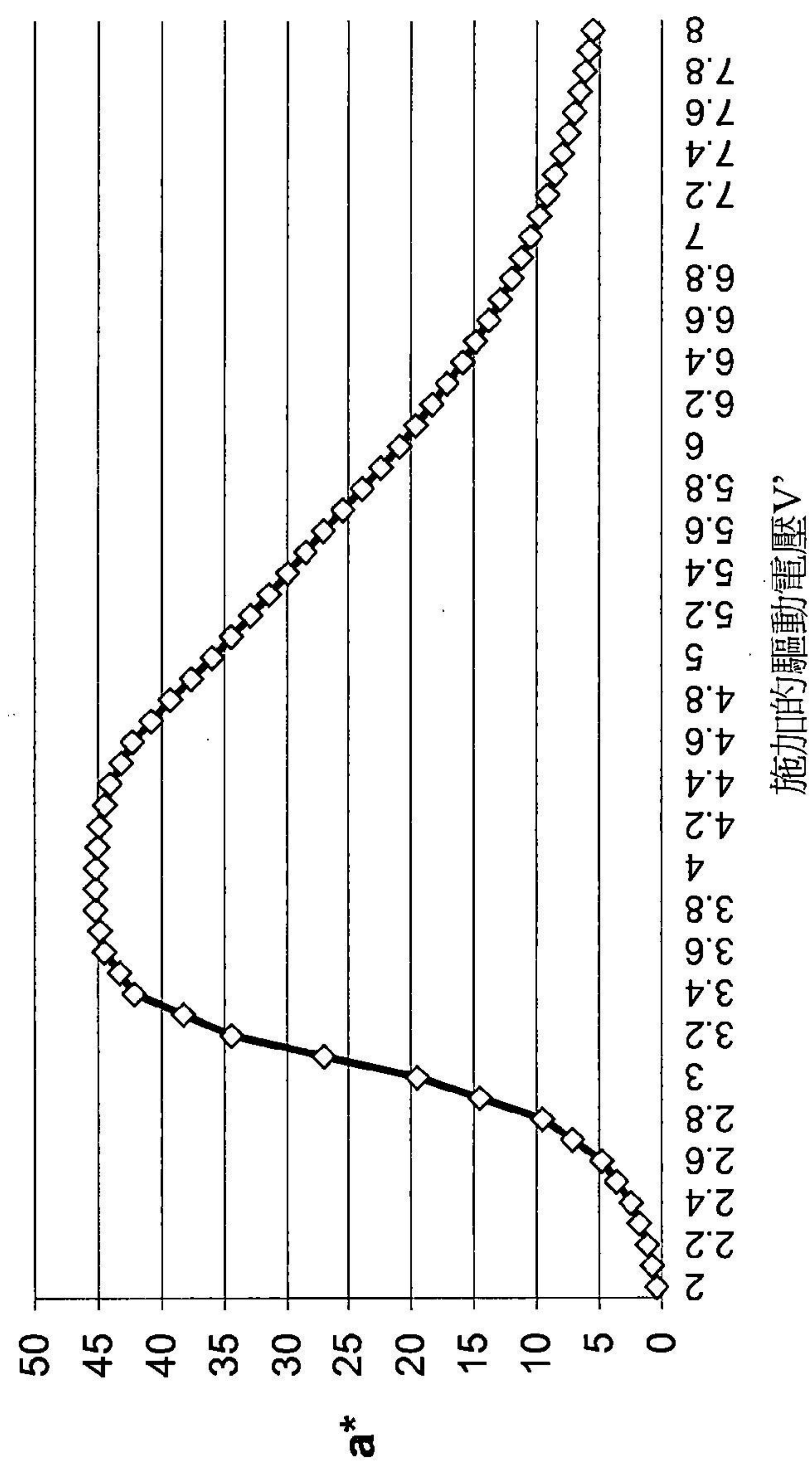
第6圖



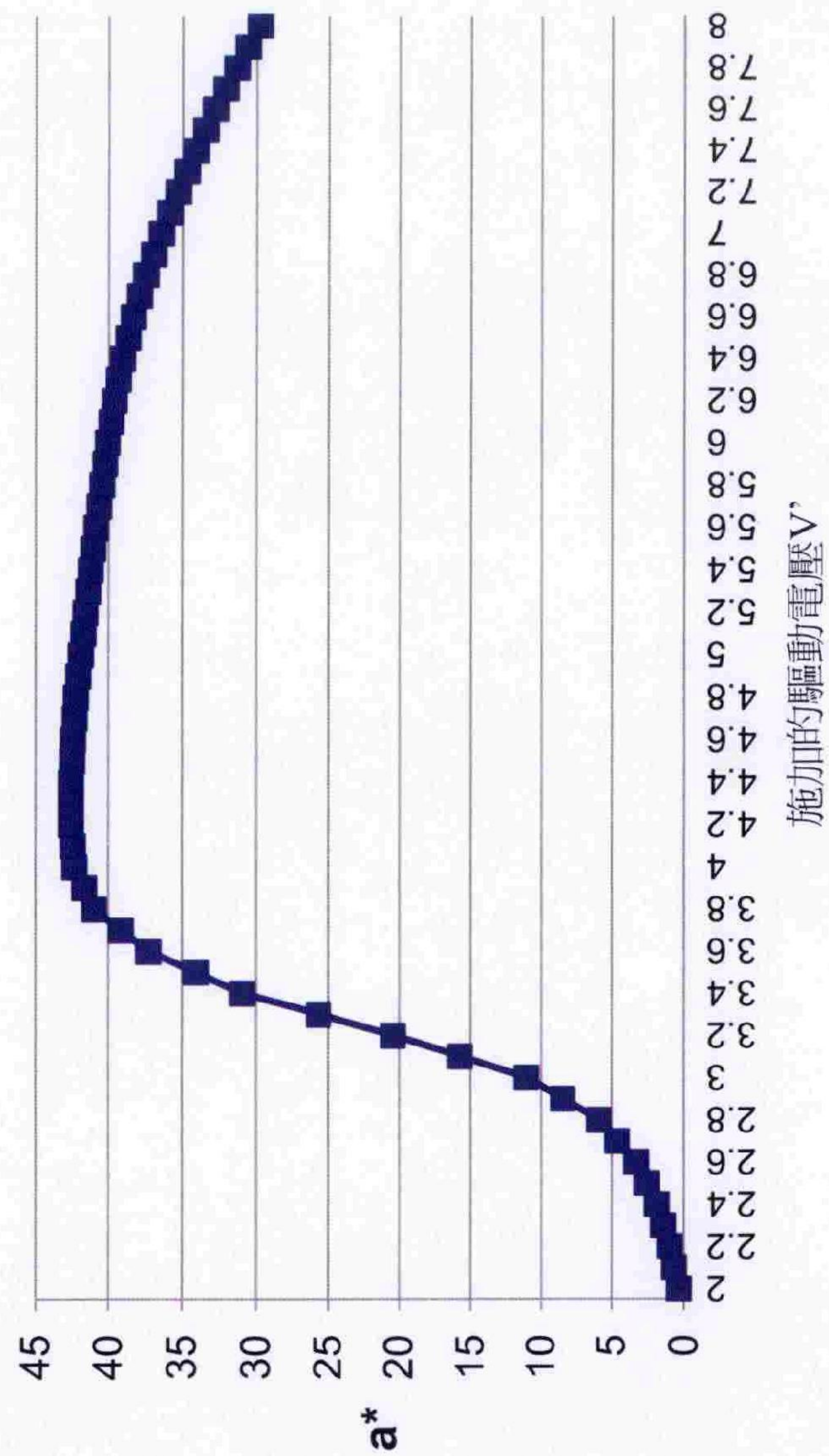
第7圖



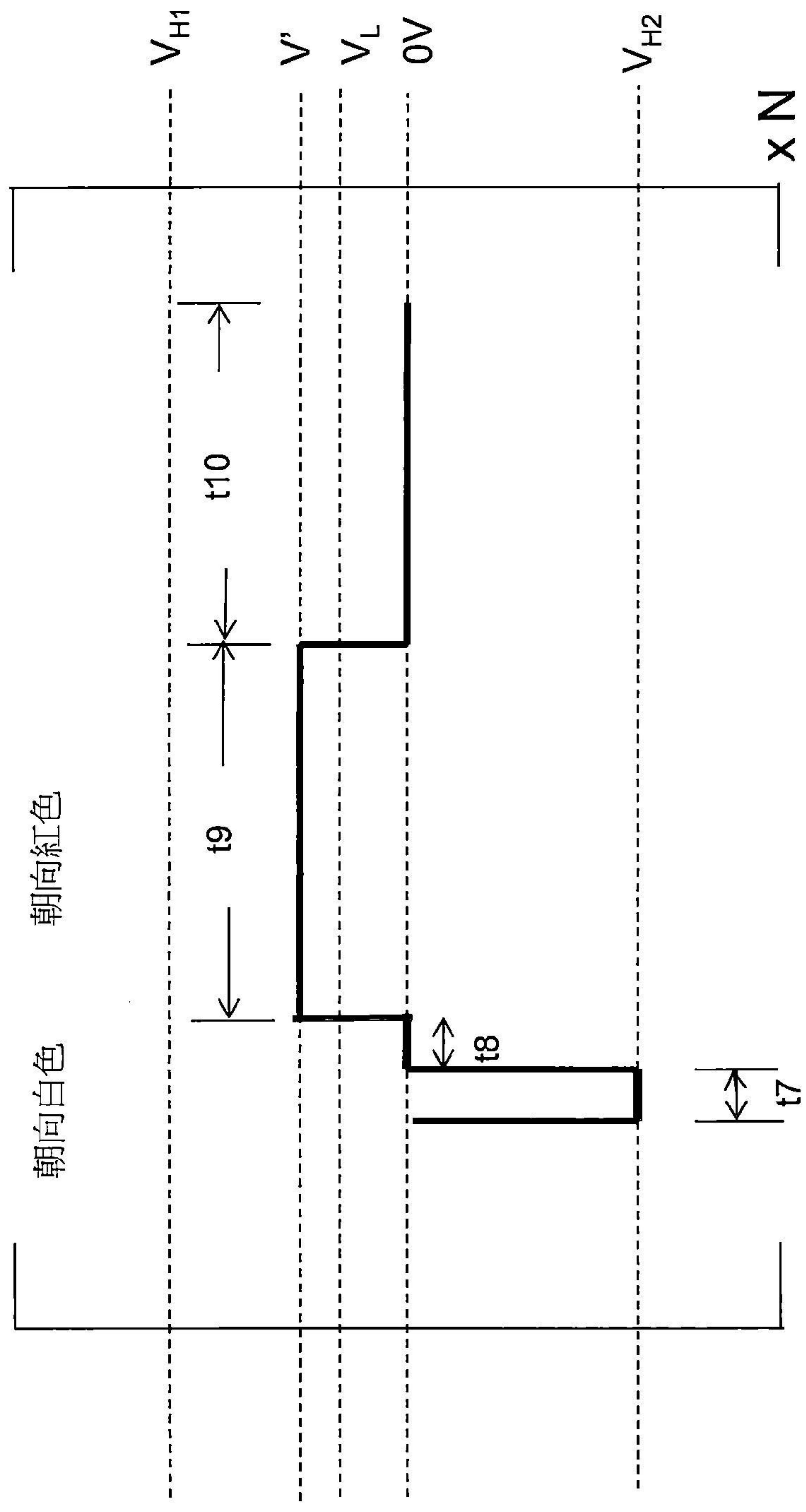
第8圖



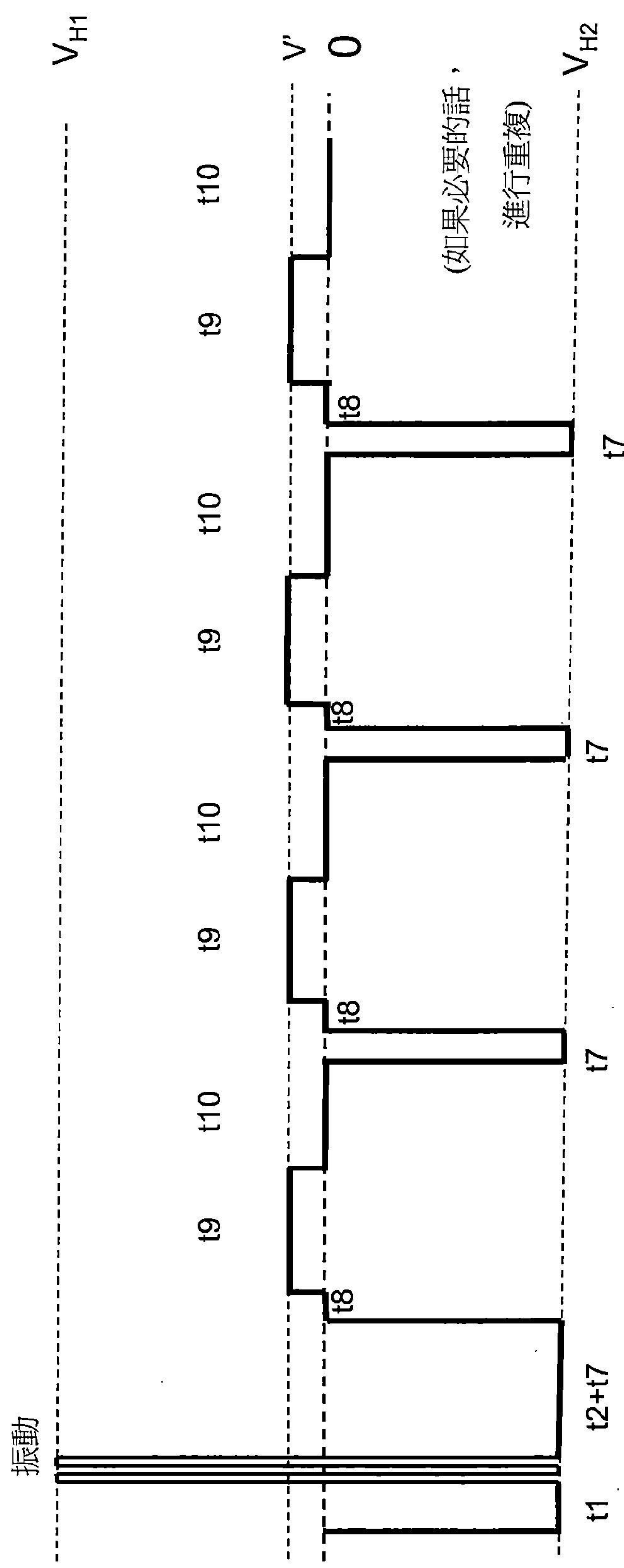
第10A圖



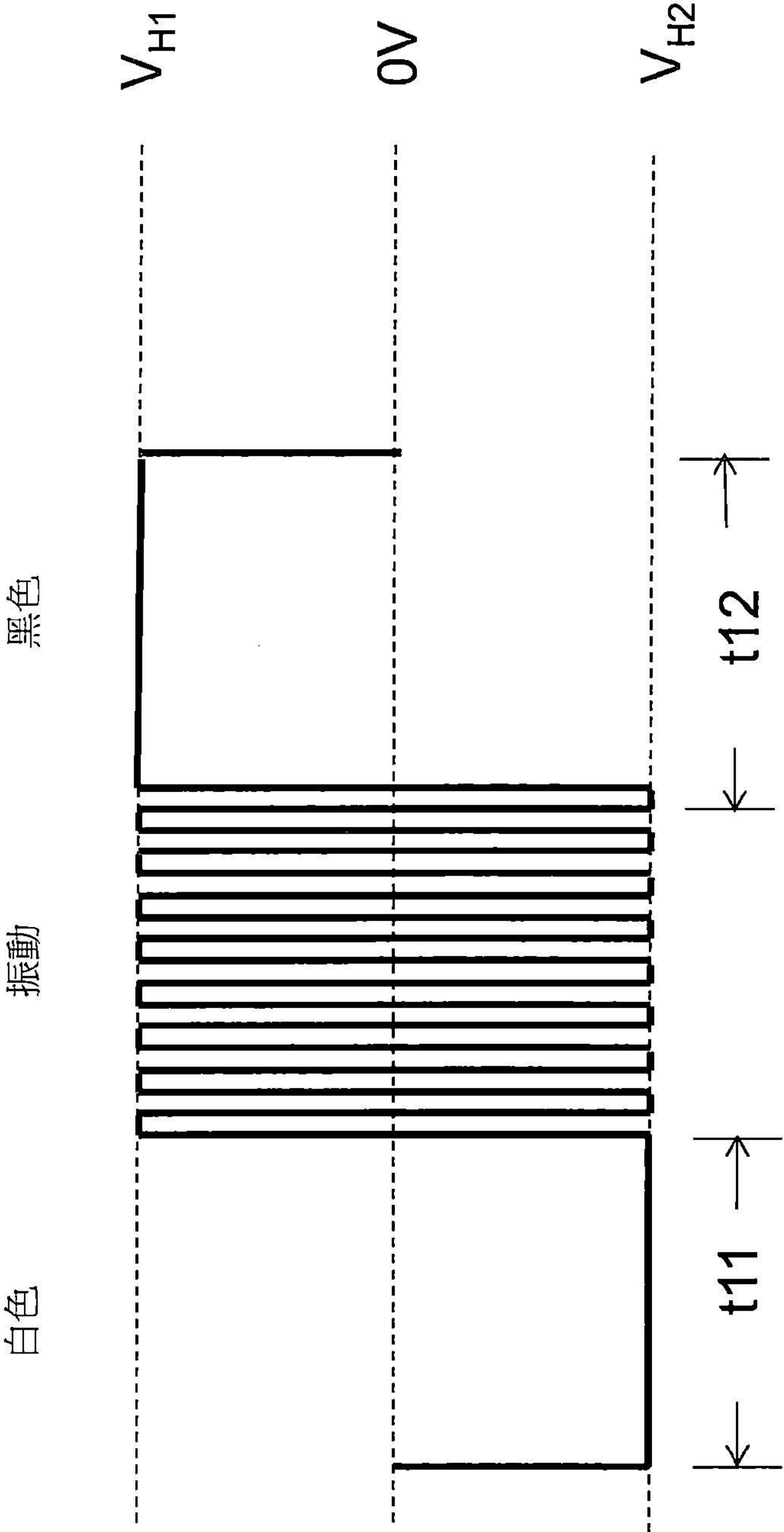
第10B圖



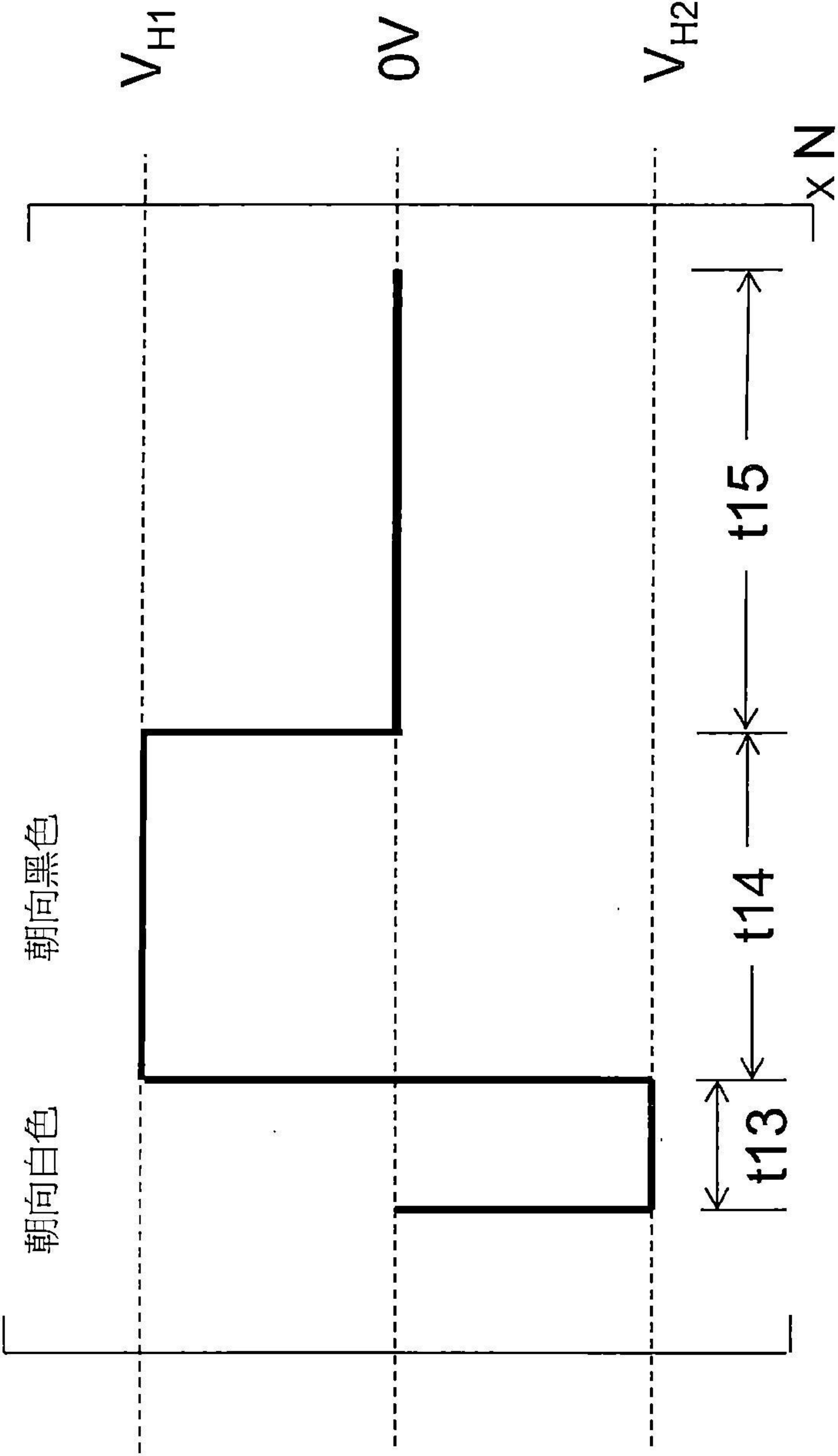
第11圖



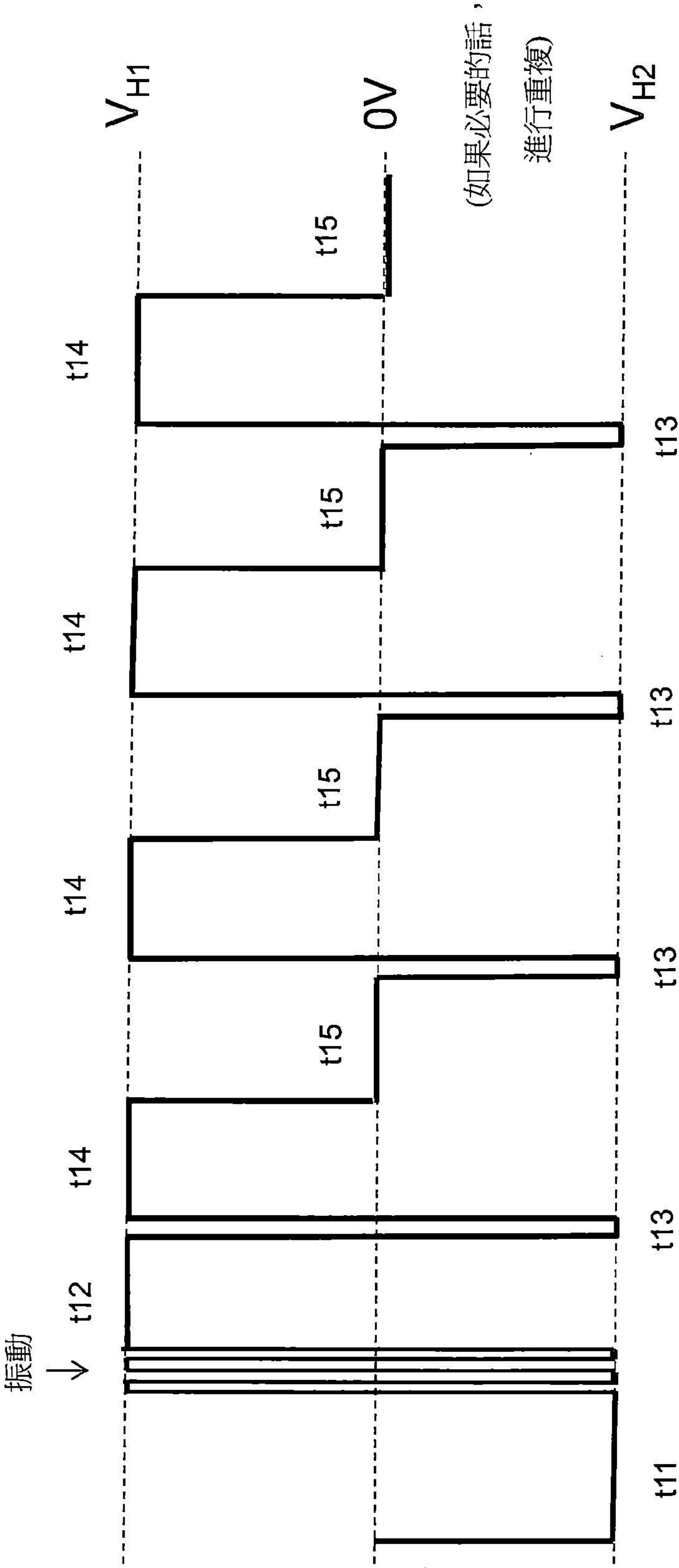
第12圖



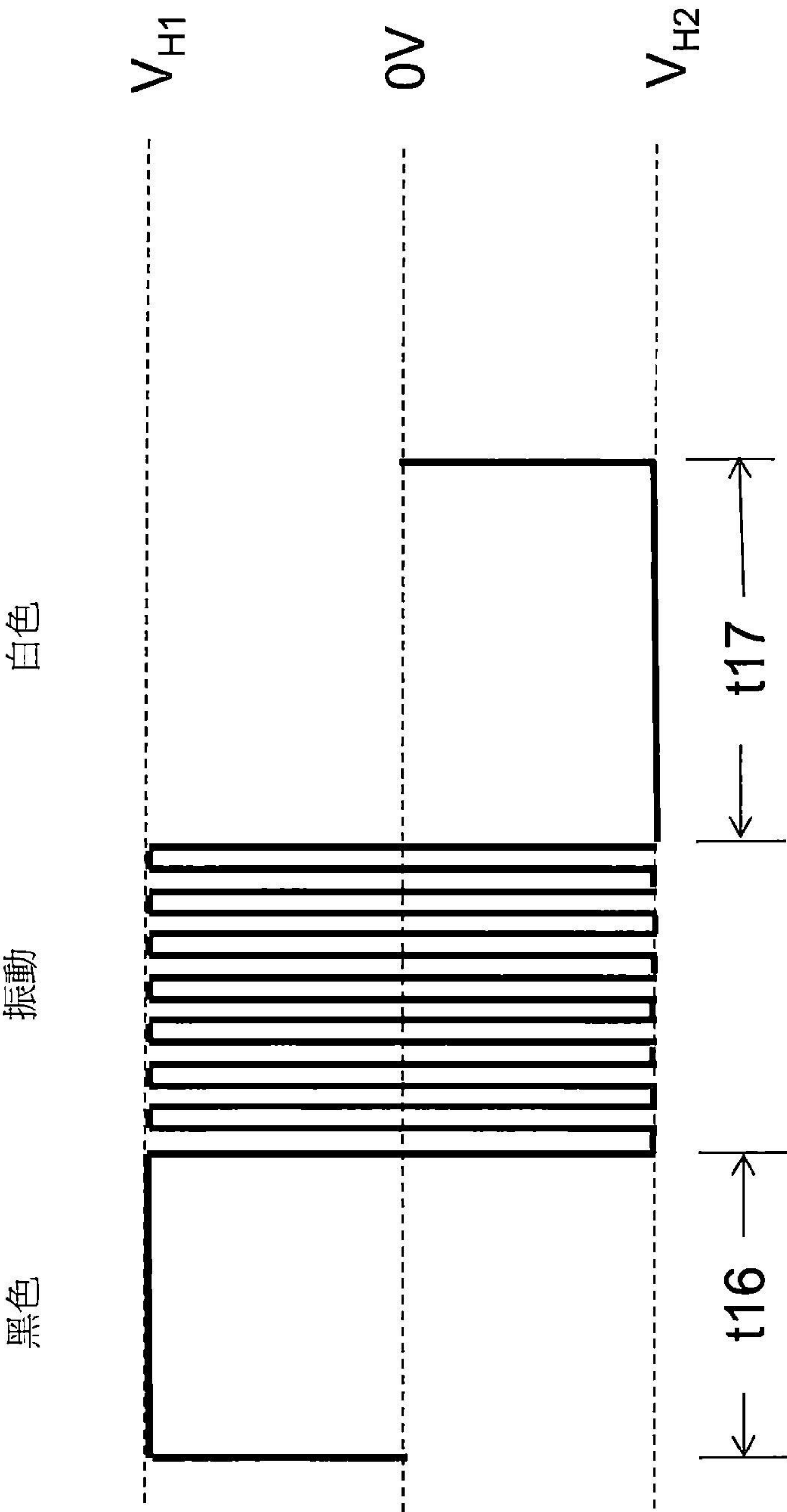
第14圖



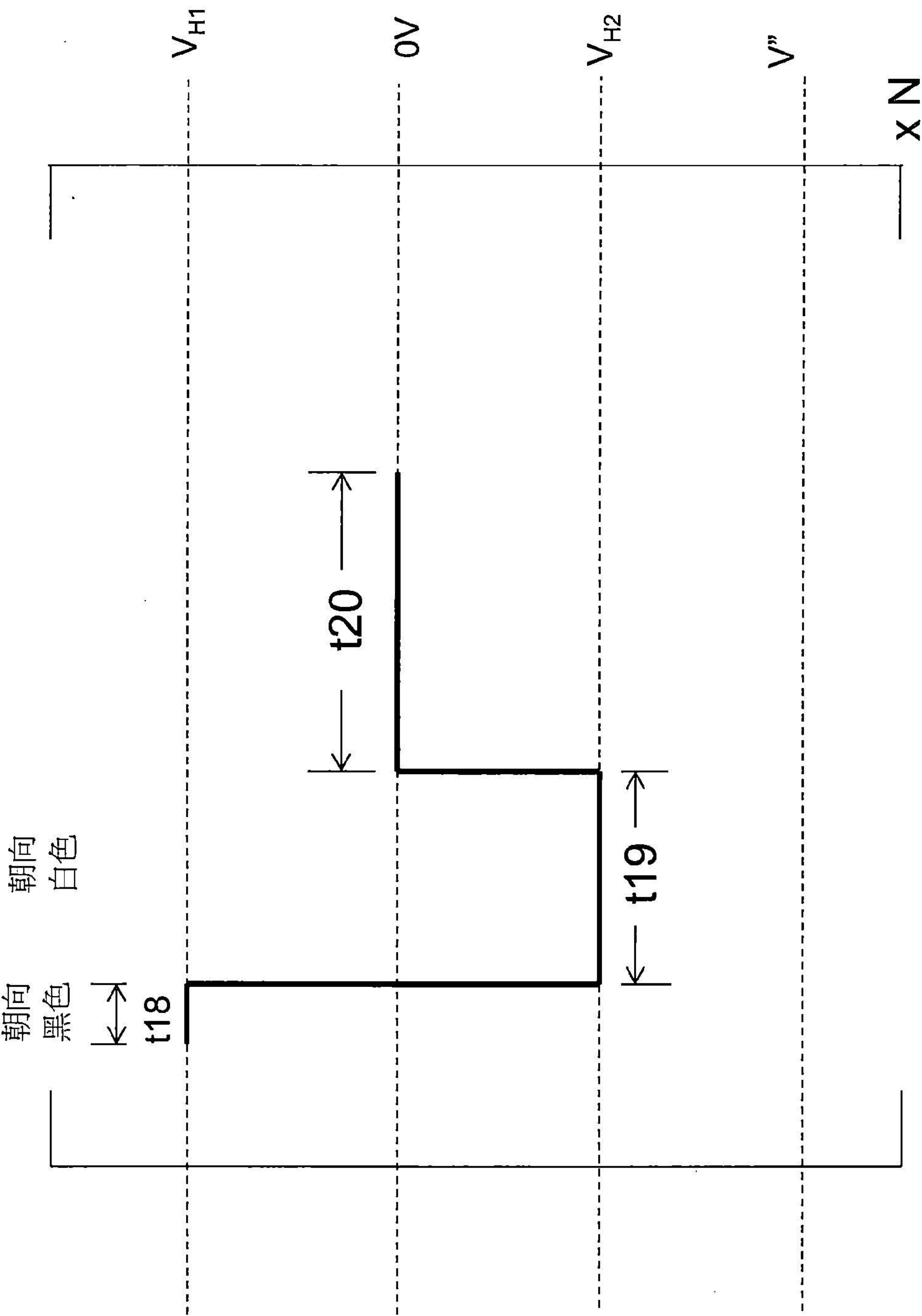
第15圖



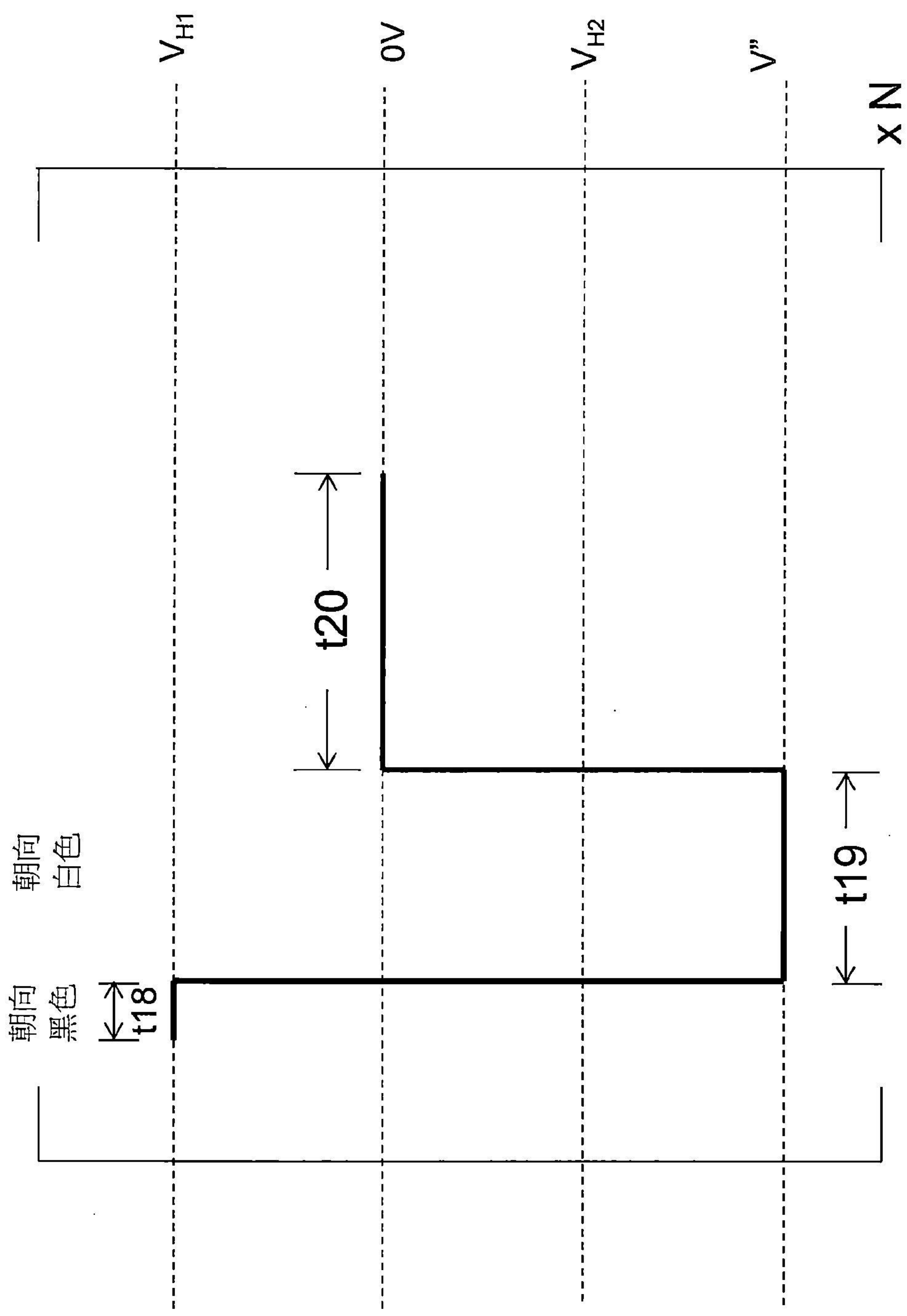
第16圖



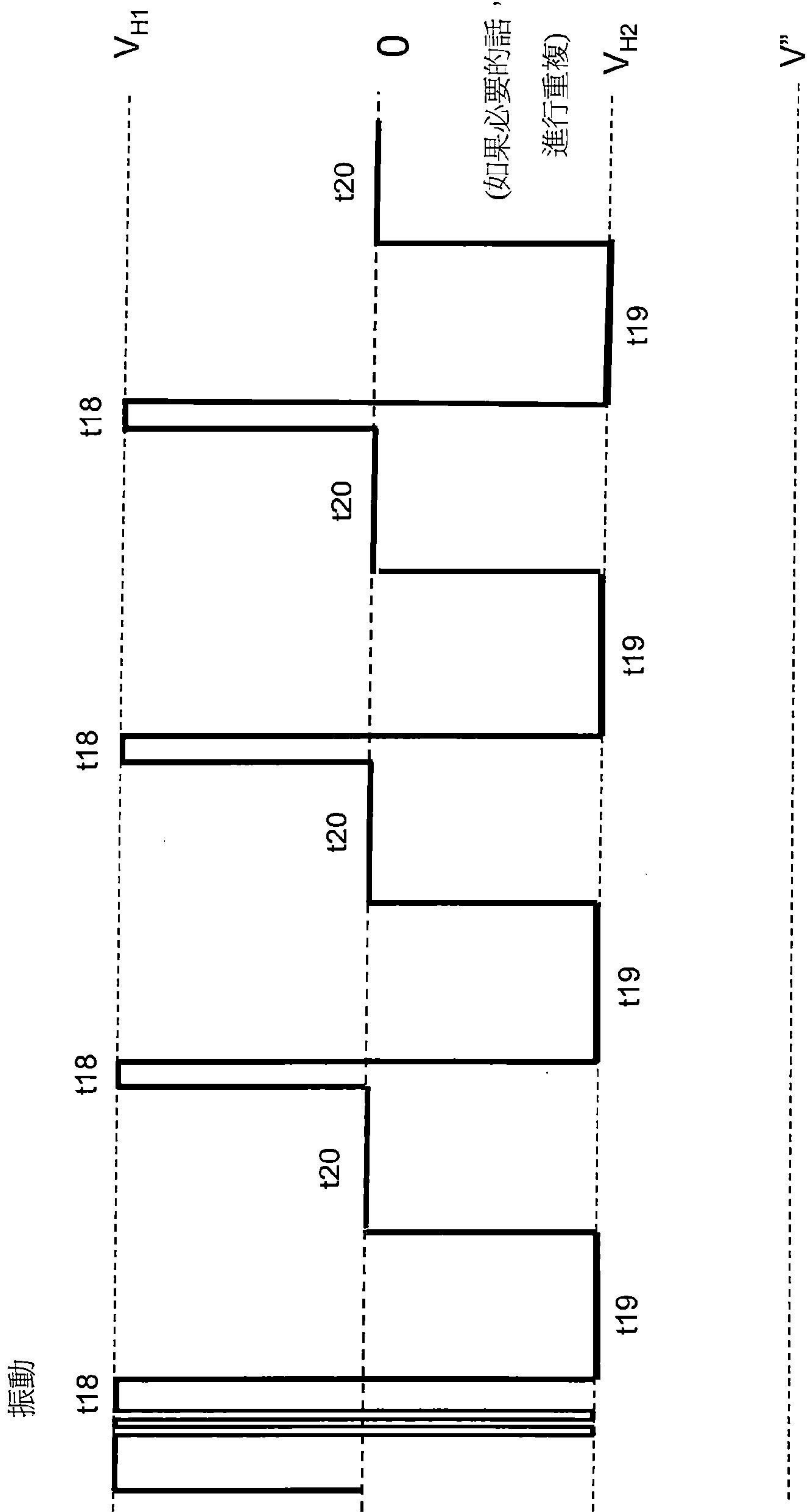
第17圖



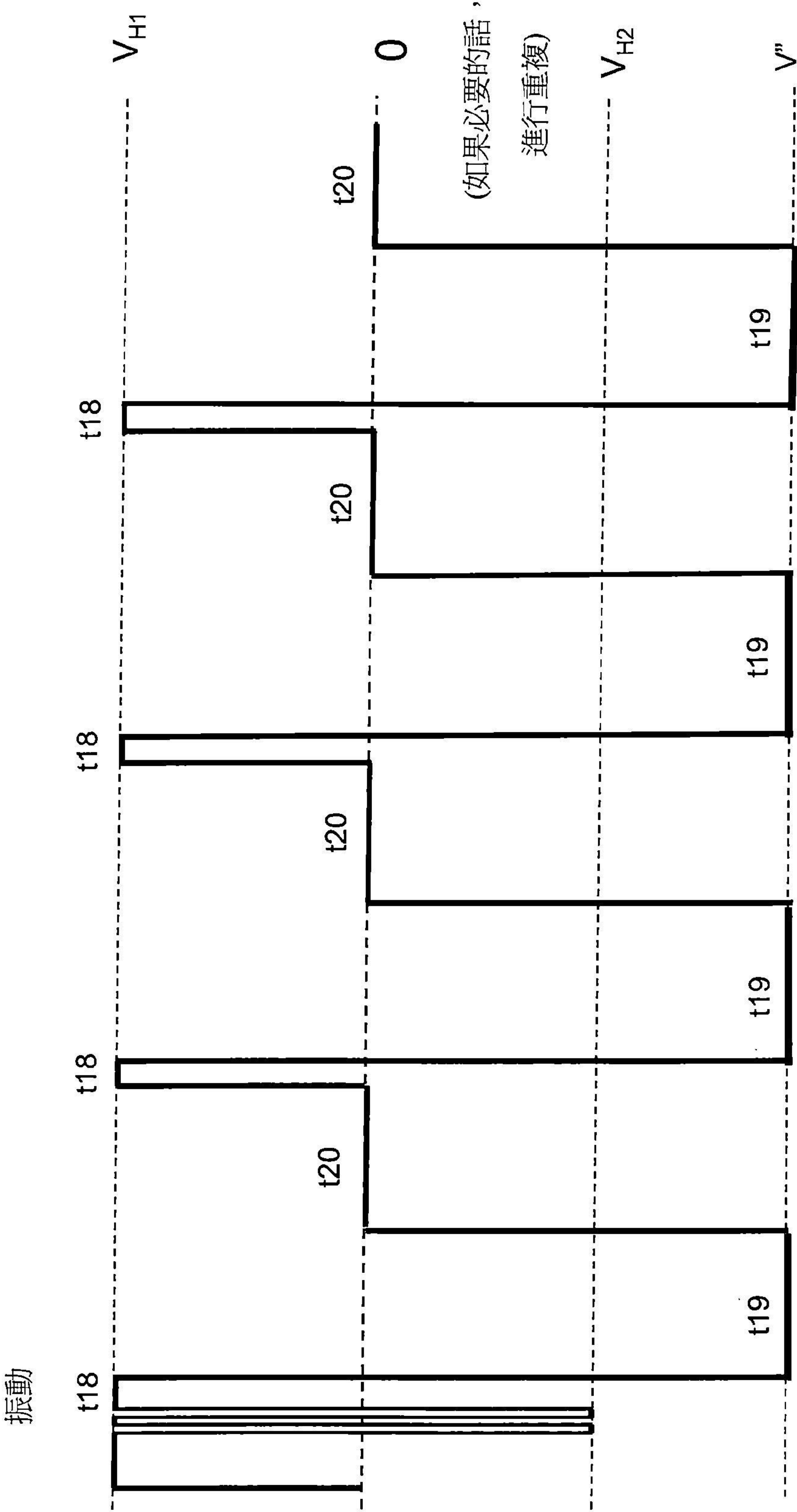
第18A圖



第18B圖

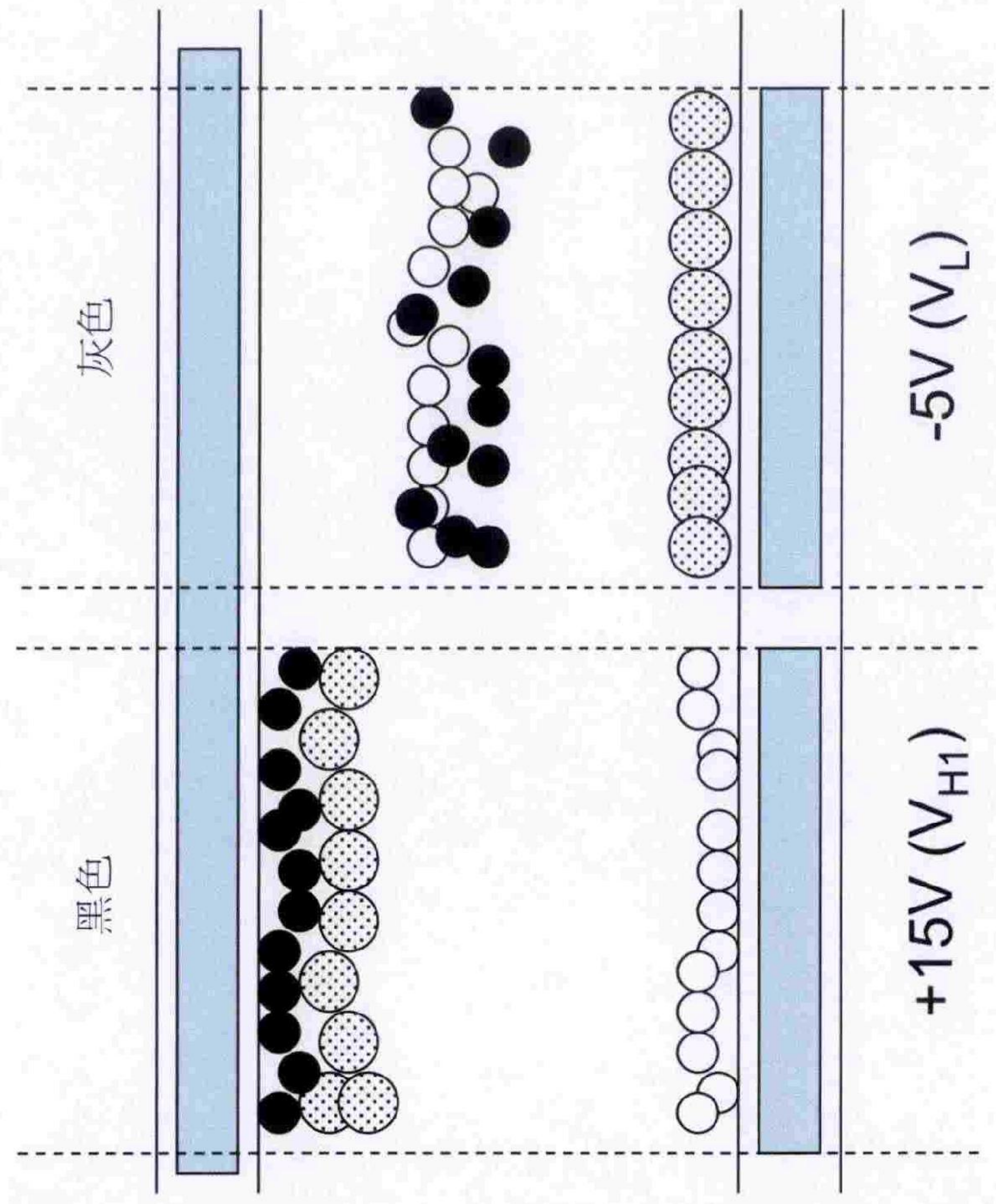


第19A圖



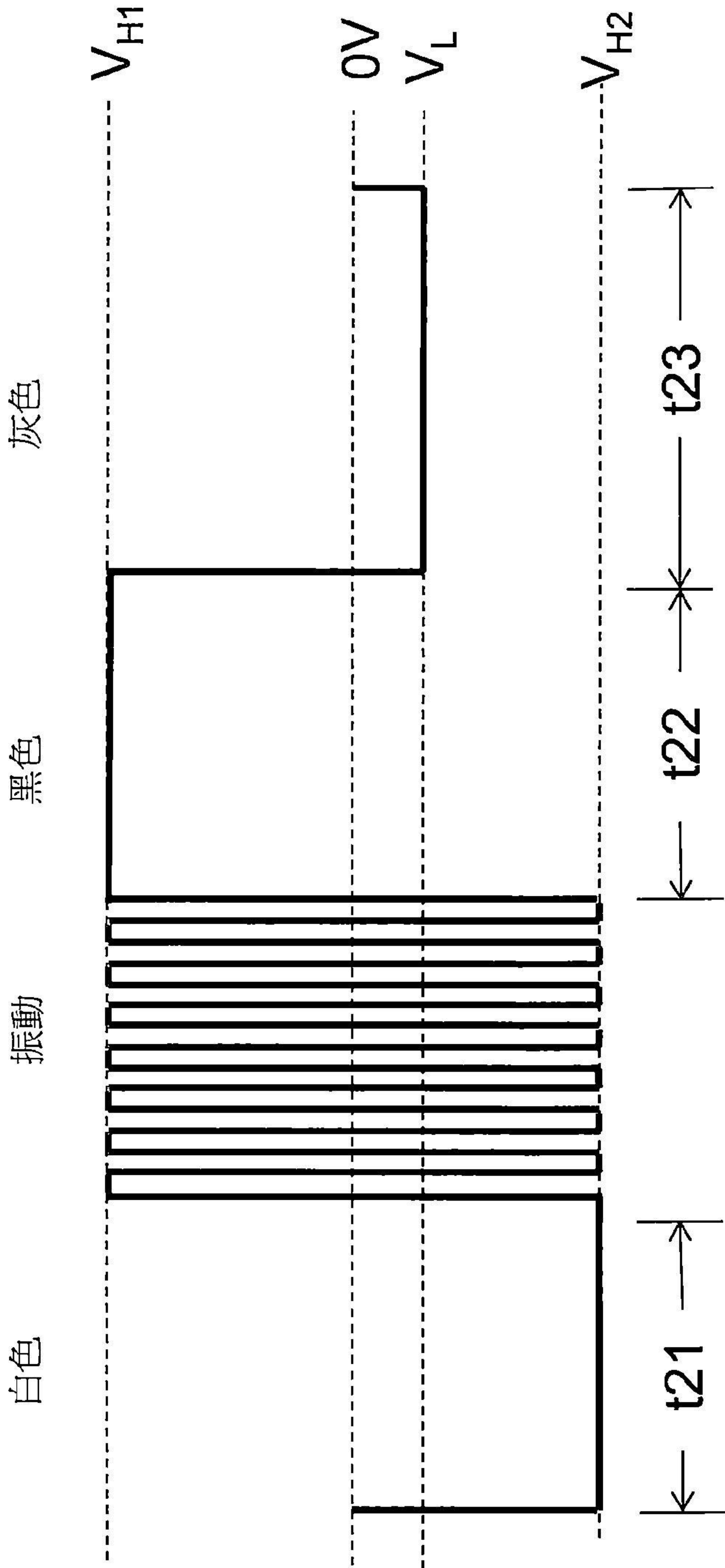
第19B圖

側看側

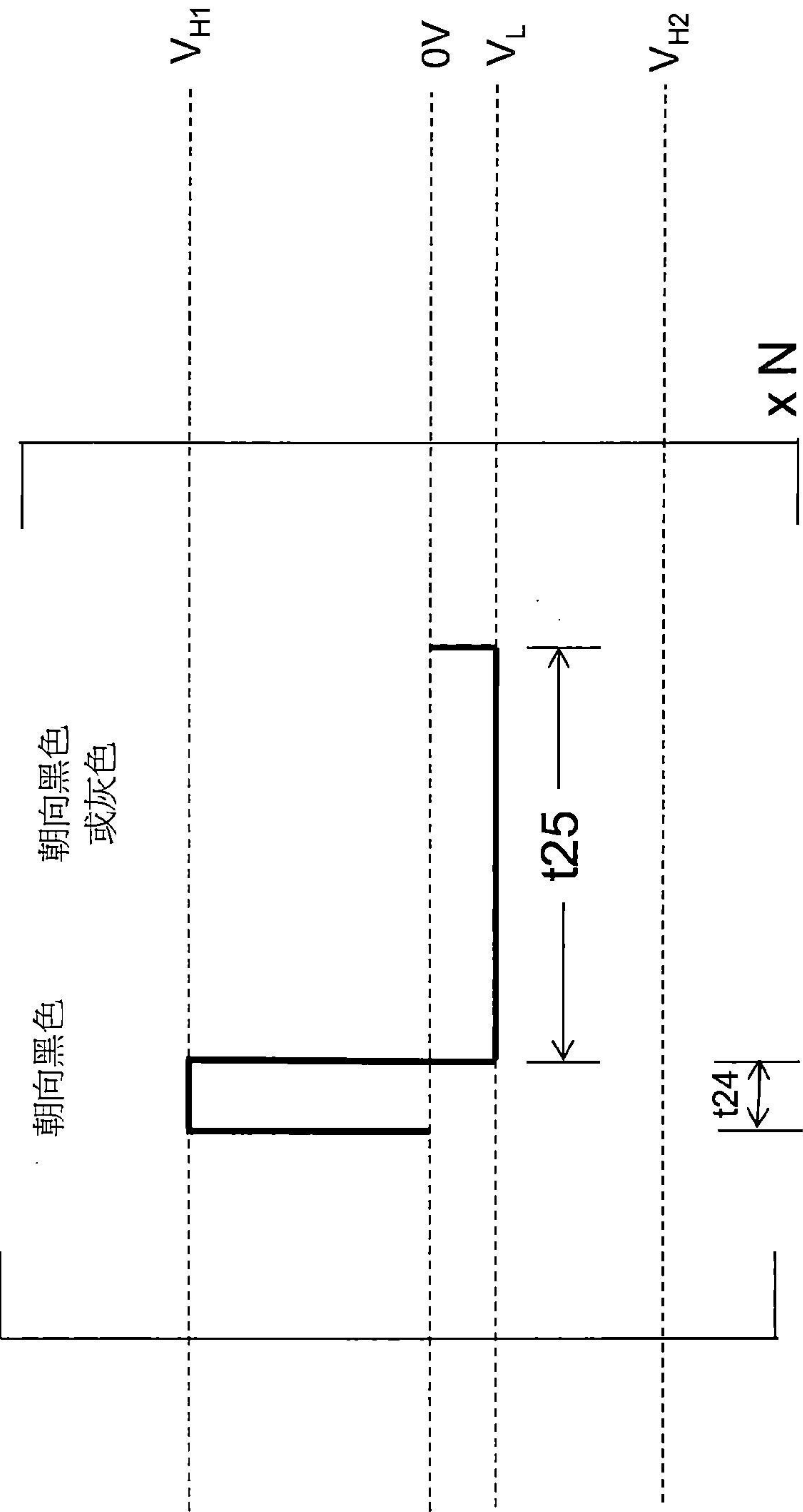


第20A圖

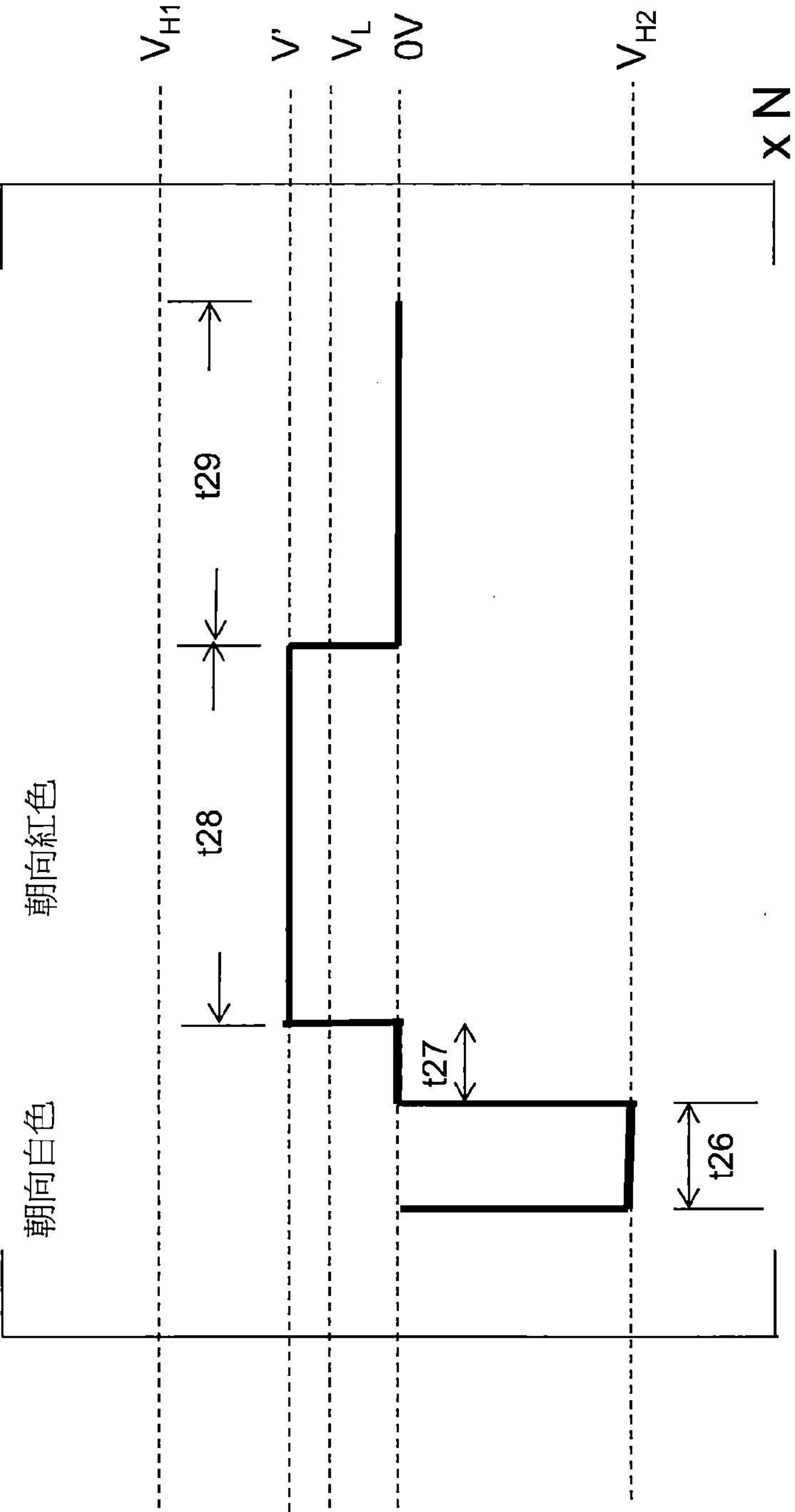
第20B圖



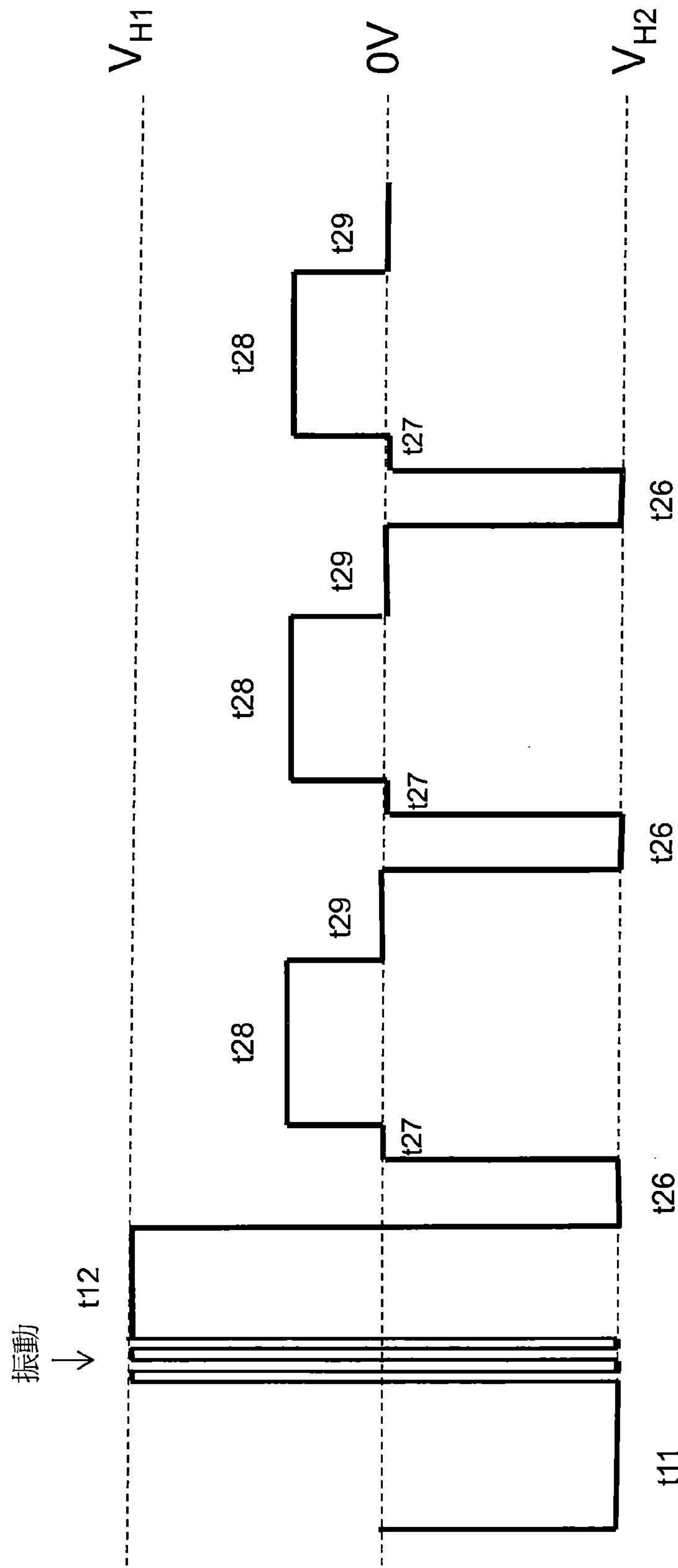
第21圖



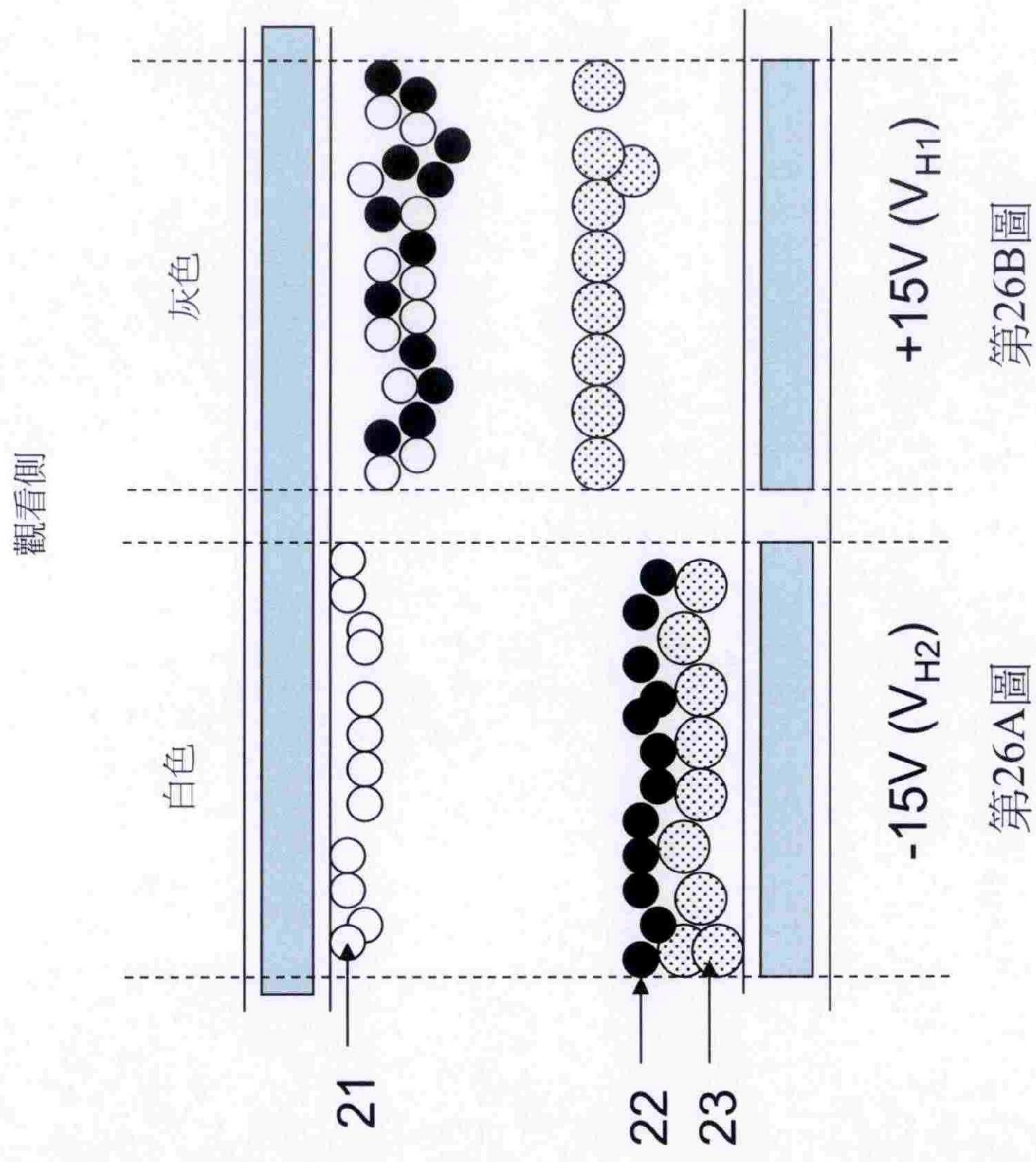
第22圖

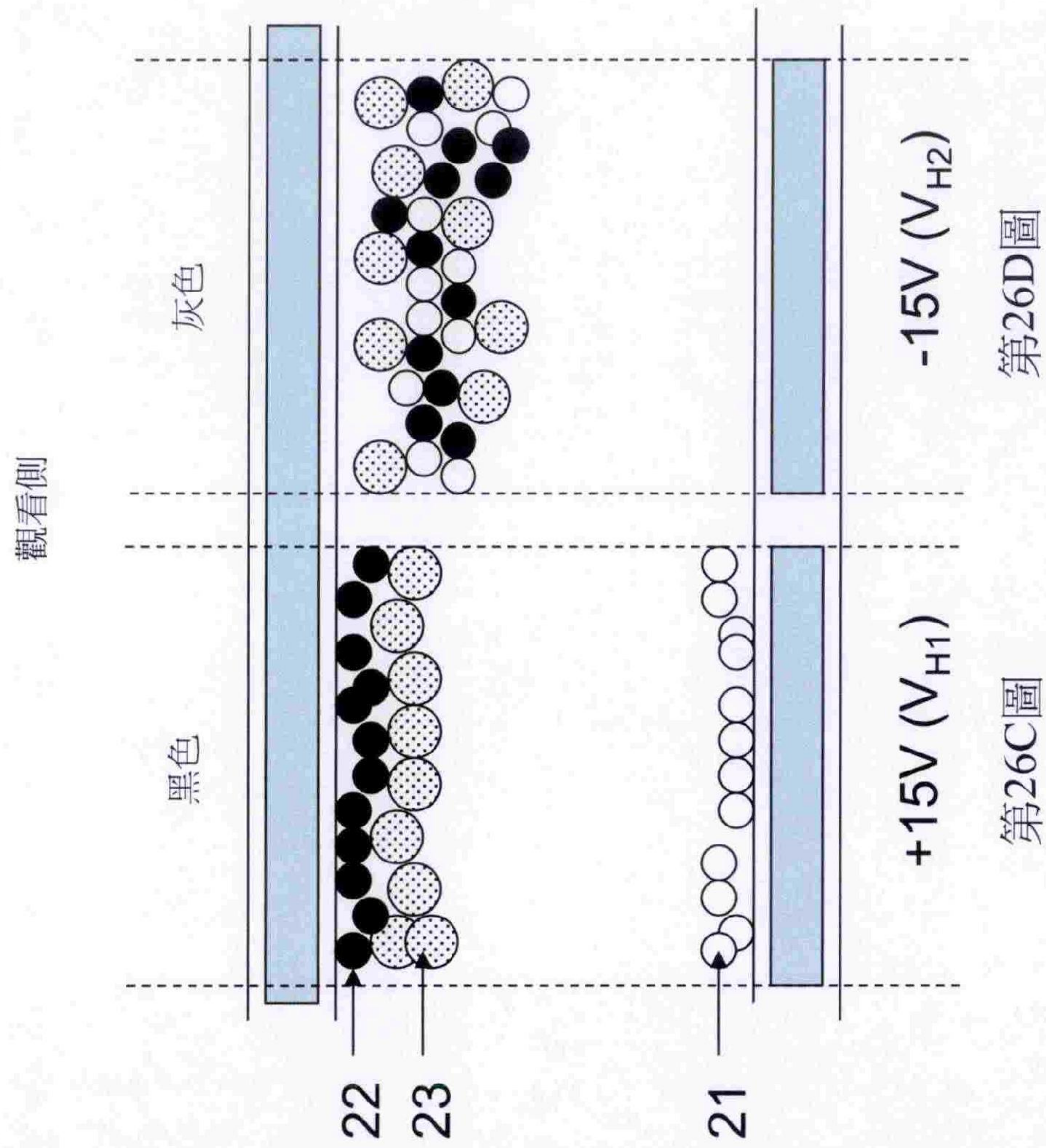


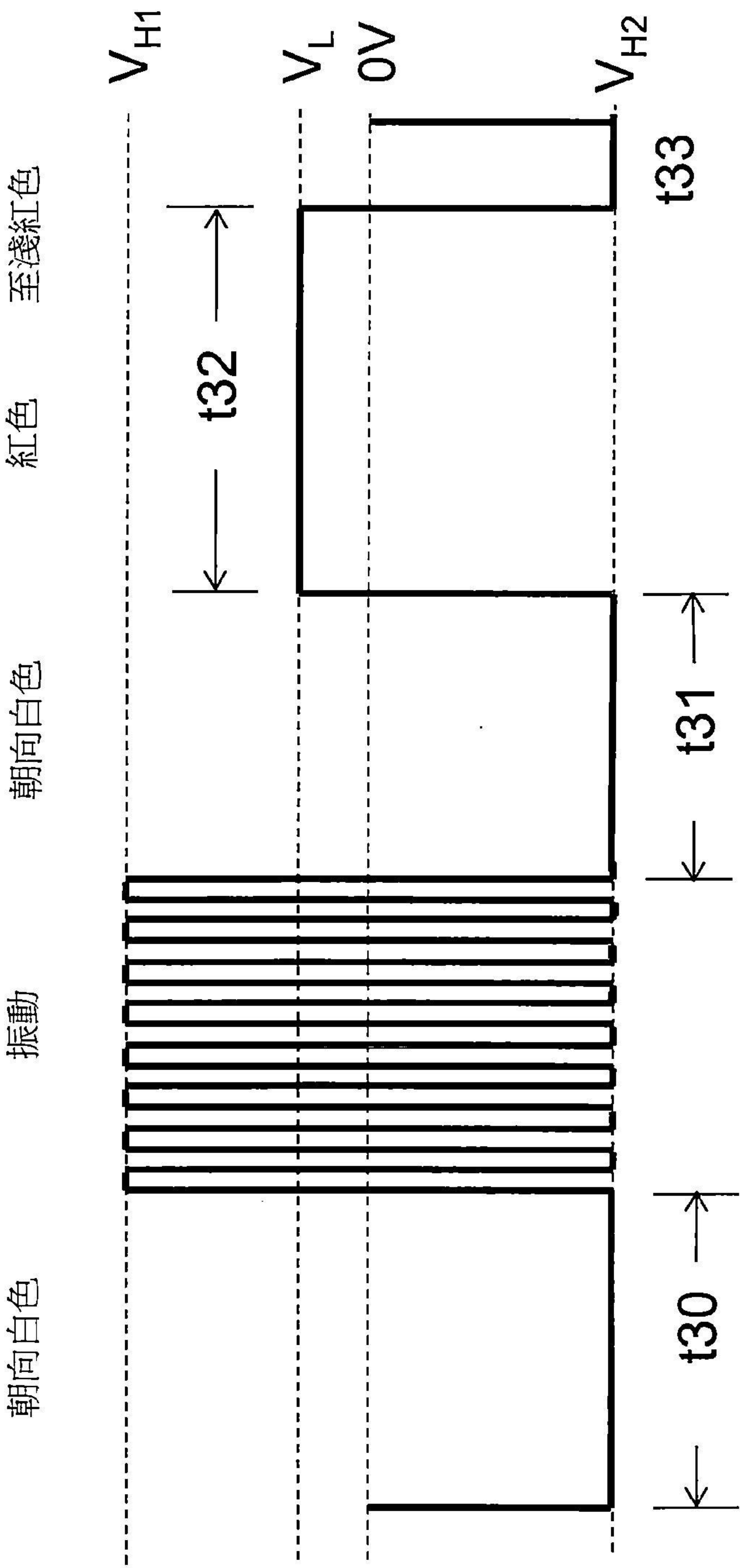
第24圖



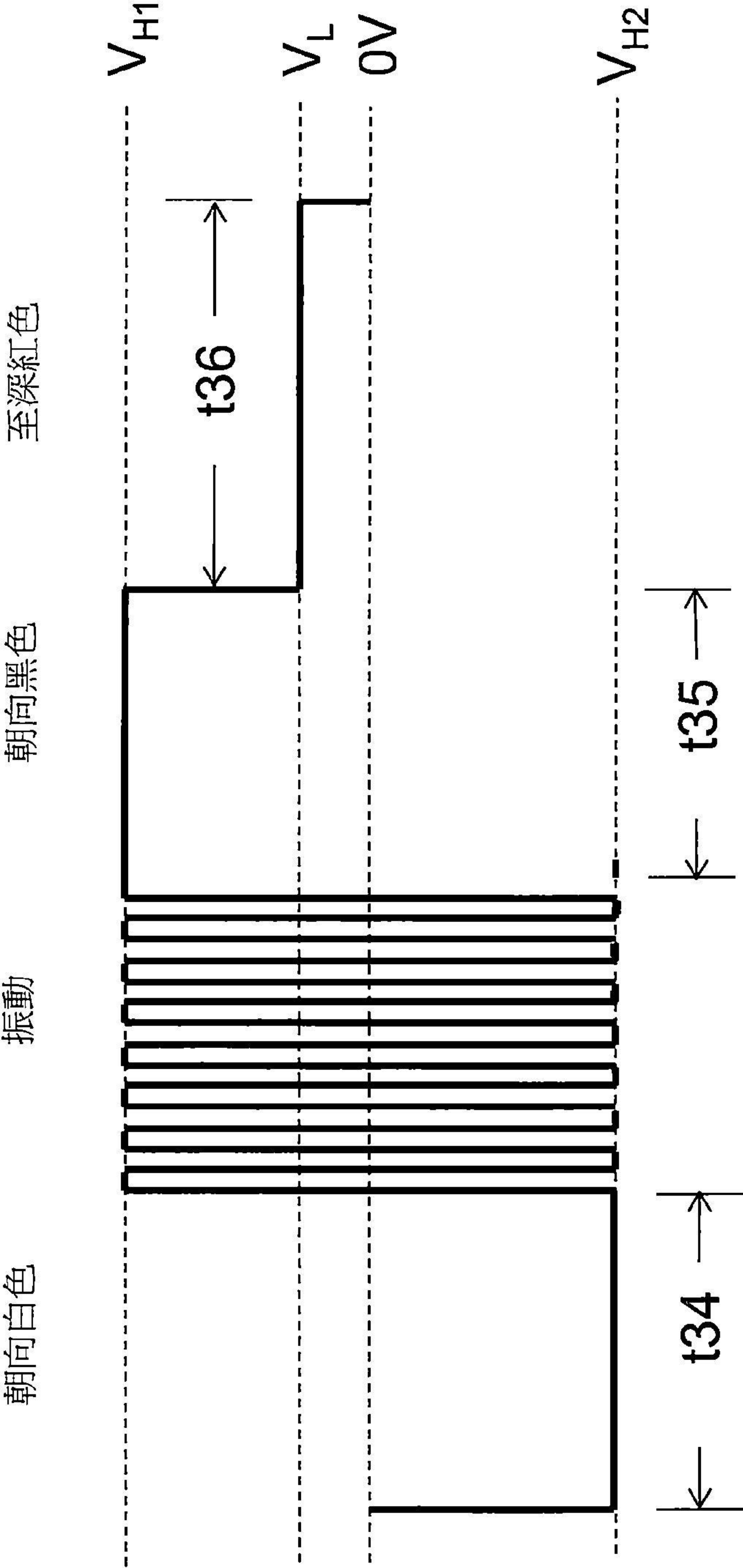
第25圖



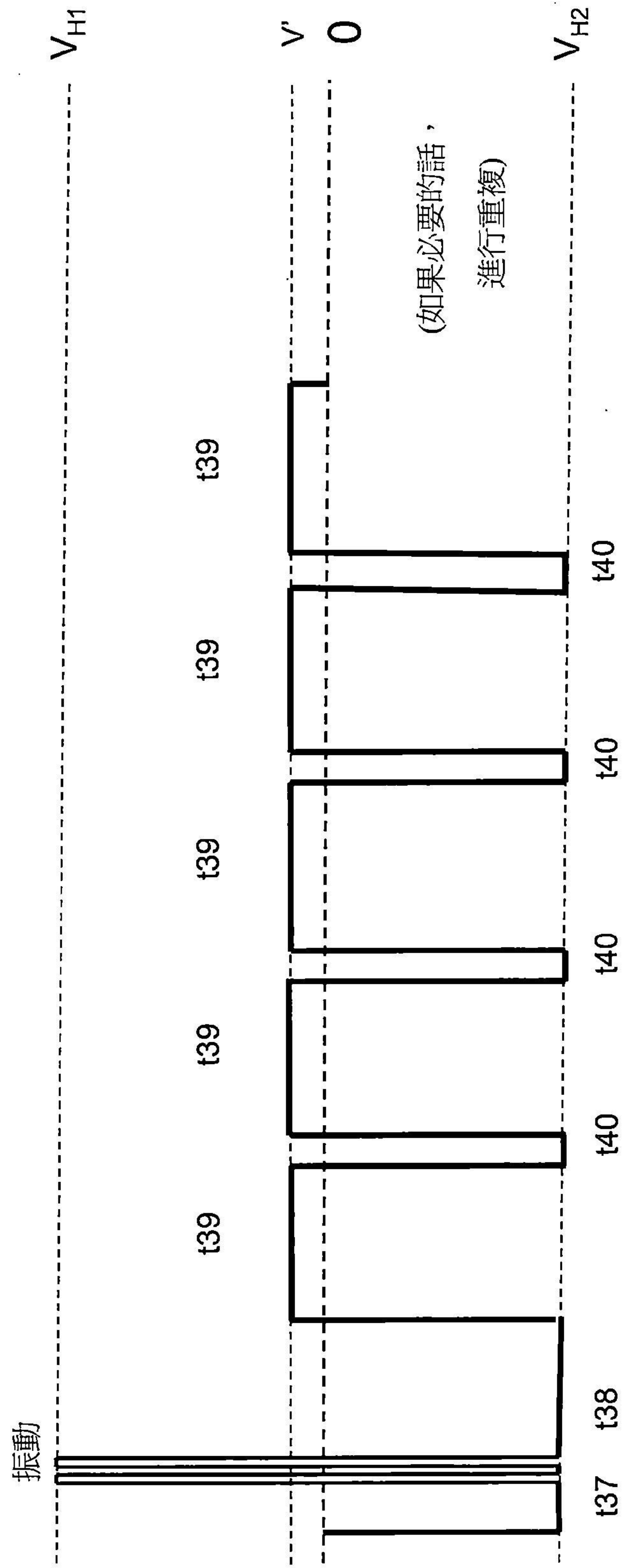




第27圖



第28圖



第29圖