

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-8832

(P2008-8832A)

(43) 公開日 平成20年1月17日(2008.1.17)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>GO 4 G</b> 9/00 (2006.01)	GO 4 G 9/00 3 O 3 D	2 F O O 2
<b>GO 2 F</b> 1/167 (2006.01)	GO 4 G 9/00 3 O 2 Z	
	GO 2 F 1/167	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2006-181393 (P2006-181393)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成18年6月30日 (2006.6.30)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
		(74) 代理人	110000637
			特許業務法人樹之下知的財産事務所
		(74) 代理人	100079083
			弁理士 木下 實三
		(74) 代理人	100094075
			弁理士 中山 寛二
		(74) 代理人	100106390
			弁理士 石崎 剛
		(72) 発明者	石井 潤一郎
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

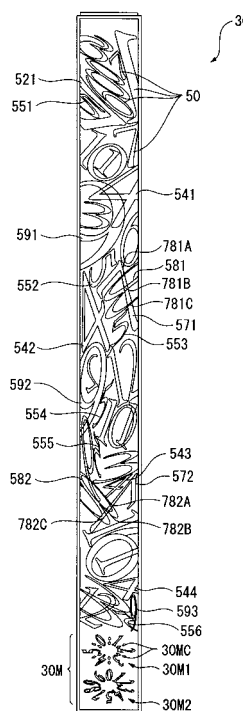
(54) 【発明の名称】 時計

## (57) 【要約】

【課題】電気泳動表示パネルの駆動回路部における端子数を大幅に少なくでき、かつ計時情報の表示デザインの自由度を向上させることができる時計を提供する。

【解決手段】電子時計が備える表示パネル30は、計時情報の内容をそれぞれ表す数字シンボルがデザインされた形に形成された各シンボル電極50を有し、これらのシンボル電極50は、計時情報に応じて適宜選択され、その選択されたシンボル電極50が設けられた領域に該当のシンボルが表示される。このようにシンボル自体の形状に電極を形成したので、多数のシンボルを表示する場合であっても、従来と比べて大幅に端子数を減らすことができ、ドライバの出力端子数を有効活用してより多くの電極を使用する複雑な画像表現を実現できる。このように端子数が少ない構成でありながら、外観意匠性を大きく向上させることが可能となる。

【選択図】 図6



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

電気泳動粒子を間に挟んで対向配置される 2 つの基板を含んで構成される表示パネルと、  
前記基板間に電界を印加する表示駆動部、および計時情報を取得する計時部を有する駆動回路部とを備え、

前記一方の基板には、前記計時情報の内容をそれぞれ表す複数種類のシンボルがそれぞれデザインされた形で形成された複数の第 1 電極が設けられ、

前記他方の基板には、前記第 1 電極との間に電圧が印加される第 2 電極が設けられていることを特徴とする時計。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の時計において、

前記第 1 電極は、前記シンボルの種類ごとに複数設けられ、

前記一方の基板には、同種のシンボルに対応する各第 1 電極が、基板表面の異なる位置にそれぞれ設けられている

ことを特徴とする時計。

## 【請求項 3】

請求項 2 に記載の時計において、

前記同種のシンボルに対応する各第 1 電極は、互いに導通されている

ことを特徴とする時計。

20

## 【請求項 4】

請求項 1 に記載の時計において、

前記駆動回路部により、

前記計時情報に応じて選択されたシンボルを前記表示パネルにおけるシンボル以外の背景表示部に対して所定のコントラストで表示する計時情報表示処理と、

前記選択されたシンボル以外の他のシンボルを、前記背景表示部に対して前記所定のコントラストよりも低いコントラストで表示する中間色表示処理とを行う

ことを特徴とする時計。

## 【請求項 5】

請求項 1 に記載の時計において、

前記各第 1 電極の少なくともいずれかは、対応するシンボルが他の 1 つ以上のシンボルと部分的に重なるように形成され、これらの第 1 電極は、前記シンボルが重なる重複領域を形成する重複電極部と、前記重複電極部以外の非重複電極部とに分かれて形成されている

ことを特徴とする時計。

30

## 【請求項 6】

請求項 5 に記載の時計において、

前記非重複電極部は前記重複電極部により分断され、この分断された各非重複電極部は互いに導通されている

ことを特徴とする時計。

40

## 【請求項 7】

請求項 5 または 6 に記載の時計において、

前記重複電極部は、一のシンボルと他のシンボルとが複数箇所で重なることで複数形成され、

前記各重複電極部において、重なったシンボルが同じ組み合わせのもの同士は互いに導通されている

ことを特徴とする時計。

## 【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載の時計において、

前記各基板は、可撓性を有する部材で構成され、

50

前記表示パネルは、略リング状に湾曲されていることを特徴とする時計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気泳動表示パネルを備えた時計に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、電気泳動現象、すなわち、液体中に分散した帯電粒子が電界印可により泳動する現象を利用した電気泳動表示パネルおよびこれを備える表示装置が開発されている。この  
10  
のような電気泳動表示パネルは、帯電粒子およびその分散液が表側の基板と裏側の基板との間に封入されて構成されており、フレキシブル基板の使用によって可撓性を持たせることができる。このため、この電気泳動表示パネルなどの表示パネルをリング状のプレスレット状ケースの外周部に沿って設けた腕時計が提案されている（特許文献1）。

【0003】

ここで、このような電気泳動表示パネルにおける表示に際しては、時刻等を示す1つ1つの文字ごとに複数の表示単位（セグメント）が規定されており、一方の基板にこれらのセグメントに対応してそれぞれ設けられた各セグメント電極と、他方の基板に設けられた電極との間に電圧が印加される（特許文献2）。例えば、時刻に関する「0」～「9」の  
20  
数字を表示する場合は、数字の「8」が7個や13個の略矩形状のセグメントに分割されてセグメント数と同数のセグメント電極が設けられる。そして、これらのセグメント電極が計時情報に応じて使い分けられることで、これらセグメント電極が設けられた時刻表示領域における表示が時間経過により更新される。

【0004】

【特許文献1】特開2005-250442号公報（明細書段落「0022」）

【特許文献2】特開昭54-151056号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、前述のようなセグメント表示方式では、1文字ごとに7個や13個などのセグメント電極が必要となる。近年、可撓性を有する電気泳動表示パネルが開発され、  
30  
前述したようにリング状のケースの外周部に沿って表示パネルが設けられるなど以前と比べて表示パネルが格段に大画面化しており、このような大画面を活かし、前述のような7個や13個のセグメントで構成される文字を数多く並べてより多くの情報、図柄等を表示する場合、端子の数が大幅に増加してしまう。このような表示は、表示パネルの駆動回路部の出力端子数の制限から、実現が困難であり、また、配線も複雑となる。つまり、表示パネルの大画面化が求められている中、従来のセグメント表示方式では限界があった。

また、従来のセグメント表示では、各数字を7個や13個のセグメントの組合せで表示するため、表示される数字等が画一的な表現となり、表示デザインに制約がある。

【0006】

このような問題に鑑みて、本発明の目的は、電気泳動表示パネルに必要な端子数を大幅に少なくでき、かつ計時情報の表示デザインの自由度を向上させることができる時計を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の時計は、電気泳動粒子を間に挟んで対向配置される2つの基板を含んで構成される表示パネルと、前記基板間に電界を印加する表示駆動部、および計時情報を取得する計時部を有する駆動回路部とを備え、前記基板の一方には、前記計時情報の内容をそれぞれ表す複数種類のシンボルがそれぞれデザインされた形で形成された複数の第1電極が設けられ、前記基板の他方には、前記第1電極との間に電圧が印加される第2電極が設けら  
50

れていることを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

この発明によれば、第 1 電極そのものの形状を、計時情報の内容をそれぞれ表すシンボル、例えば「時」ならば「 1 」～「 1 2 」などの数字がそれぞれデザインされた形状とし、計時部により計時された計時情報に応じて例えば 3 時のときは「 3 」というシンボル（数字）がデザインされた形状の第 1 電極が選択され、この第 1 電極と第 2 電極との間に駆動回路部によって電圧が印加される。これにより基板間に電界が印加され、電気泳動粒子が表示パネル前面側に設けられた基板に向かって泳動した際に、その電気泳動粒子の色を表示色として、当該第 1 電極が設けられた領域に「 3 」の数字シンボルが表示される。

【 0 0 0 9 】

すなわち、本発明では、シンボル自体の形状に電極を形成したので、多数のシンボルを表示する場合であっても、従来と比べて大幅に端子数を減らすことができる。このように、端子数を大幅に少なくできるから、表示パネル全体における端子数は表示パネルの駆動回路部の出力端子数の制限内としたまま、より多くの電極を表示パネルに配置できる。これにより、複雑な画像表現も可能となる。

さらに、各シンボルに対応する第 1 電極の形状を自由に決めることができ、かつ、各シンボルの配置位置も自由に決めることができるため、各第 1 電極への配線の取り回しの自由度を従来のセグメント表示方式の場合に比べて高くでき、設計や製造を容易化できる。

【 0 0 1 0 】

また、前述のような端子数の減少に加えて、第 1 電極の形状自体をシンボルを自由にデザインした形状にすることができるため、従来のセグメント表示技術の場合のような表示デザインの制約をなくすことができ、意匠性に優れた時刻表示を行うことができる。例えば、数字シンボルの「 1 」を表示するための第 1 電極は、「 1 」と認識できる形状であれば様々な形状にデザインすることができる。従って、同じシンボルである「 1 」を表示する第 1 電極同士でも、形状を異ならせることができる。すなわち、第 1 電極の形状に関する外観意匠設計の自由度を高くできるため、第 1 電極の形状を意匠性良好にデザインでき、表示パネルにおける時刻表示デザインを自由に設計できるため、時計の時刻表示部の意匠の向上に大きく貢献できる。

【 0 0 1 1 】

さらに、本発明では、シンボルの形状とされた第 1 電極が表示パネルに複数設けられているため、計時情報が表示される位置が各第 1 電極のそれぞれの領域に時間経過に伴い順々に移るという斬新な構成を実現できる。つまり、従来の画一的なセグメント方式では、表示パネルの特定の領域で「 0 」～「 9 」までの数字によって計時情報を表示し、計時情報が表示される位置は時刻に関わらず固定されていたが、本発明では、計時情報の内容を時刻に応じて個々に表示する複数の第 1 電極のレイアウトもデザイン要素の一つとなり得る。例えば「 0 」～「 1 2 」(あるいは「 0 」～「 2 4 」)の数字によって計時情報を表示する場合、個々の数字を表示パネルの領域内の様々な位置に配置することで、時刻を表示する数字が順次切り替わる際に、その表示位置も変化するという従来にない斬新な時刻表示を行うことができ、これによって時計の時刻表示の意匠性を大きく向上させることができる。

以上により、計時情報の表示デザインの自由度を向上させつつも、電気泳動表示パネルに必要な端子数を大幅に少なくできる。

【 0 0 1 2 】

また、表示パネルの表示色は、各電気泳動粒子の色のほか、電気泳動粒子が分散された溶液の色にも依存する。これらの電気泳動粒子および溶液の色については、計時情報の視認性や外観デザインが良好となるように適宜決められる。

【 0 0 1 3 】

本発明の時計では、前記第 1 電極は、前記シンボルの種類ごとに複数設けられ、前記一方の基板には、同種のシンボルに対応する各第 1 電極が、基板表面の異なる位置にそれぞれ設けられていることが好ましい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 4 】

この発明によれば、計時情報の内容に応じたシンボルを表示パネルの複数の位置で視認可能となるため、計時情報の視認性を向上させることができる。特に、表示パネルがリング状などに湾曲されている場合には、様々な方向から計時情報を確認でき、利便性を向上させることができる。

## 【 0 0 1 5 】

本発明の時計では、前記同種のシンボルに対応する各第 1 電極は、互いに導通されていることが好ましい。

## 【 0 0 1 6 】

この発明によれば、同種のシンボルに対応する各第 1 電極同士が導通されて同電位とされることにより、端子数をより少なくできる。これらの第 1 電極は、駆動回路部により、同時に選択され、同時に表示される。 10

## 【 0 0 1 7 】

本発明の時計では、前記駆動回路部により、前記計時情報に応じて選択されたシンボルを前記表示パネルにおけるシンボル以外の背景表示部に対して所定のコントラストで表示する計時情報表示処理と、前記選択されたシンボル以外の他のシンボルを、前記背景表示部に対して前記所定のコントラストよりも低いコントラストで表示する中間色表示処理とを行うことが好ましい。

## 【 0 0 1 8 】

この発明によれば、所定のコントラストで表示される計時情報表示に加えて、それよりもコントラストの低い中間色表示が行われることによってデザイン要素が増えるので、画面デザインをより一層向上させることができる。例えば、中間色表示を計時情報に応じて選択されたシンボルの背景模様として構成することにより、計時情報の視認性とデザイン性とを両立できる。 20

さらに、中間色表示により、計時情報表示が表す時刻以外についての各シンボルも視認可能となり、各シンボルの位置を自然と覚えることができるので、計時情報の把握に関して取扱性を向上できる。

なお、中間色表示において、計時情報表示として表示された情報とは異なる情報を表示しても良い。例えば、計時情報表示では「時」や「分」や「秒」を表示し、中間色表示では「日」などの暦を示すことなどが考えられる。 30

## 【 0 0 1 9 】

本発明の時計では、前記各第 1 電極の少なくともいずれかは、対応するシンボルが他の 1 つ以上のシンボルと部分的に重なるように形成され、これらの第 1 電極は、前記シンボルが重なる重複領域を形成する重複電極部と、前記重複電極部以外の非重複電極部とに分かれて形成されていることが好ましい。

## 【 0 0 2 0 】

この発明によれば、重複電極部を設けることで、シンボル同士が重なり合うような複雑なデザインを実現できるので、デザイン性の高い画像表現が可能となる。

なお、重複電極部は、1 つの第 1 電極によるシンボルの表示を行う際と、他の第 1 電極によるシンボルの表示を行う際とで共用され、表示するシンボルに対応する非重複電極部と同調動作されることにより、このような重なり合う各シンボルそれぞれの表示が可能となる。 40

## 【 0 0 2 1 】

本発明の時計では、前記非重複電極部は前記重複電極部により分断され、この分断された各非重複電極部は互いに導通されていることが好ましい。

## 【 0 0 2 2 】

この発明によれば、非重複電極部が互いに導通されて同電位とされるため、端子の数をより少なくできる。これにより、駆動回路部の出力端子数をさらに有効に活用できる。

## 【 0 0 2 3 】

本発明の時計では、前記重複電極部は、一のシンボルと他のシンボルとが複数箇所で重 50

なることで複数形成され、前記各重複電極部において、重なったシンボルが同じ組み合わせのもの同士は互いに導通されていることが好ましい。

【0024】

この発明によれば、重なったシンボルが同じ組み合わせの重複電極部同士が導通されて同電位とされるため、端子の数をより一層少なくできる。

【0025】

本発明の時計では、前記各基板は、可撓性を有する部材で構成され、前記表示パネルは、略リング状に湾曲されていることが好ましい。

【0026】

この発明によれば、表示パネルが略リング状に湾曲することにより、当該リングの周方向に表示パネルの表示領域が拡大する。このような広い表示領域の実現により、時計の外観をより良好にできるとともに、表示領域の広さに対して端子数が少ないため、一層有利な構成とできる。

ここで、前記の同種のシンボルに対応する各第1電極が基板表面の異なる位置にそれぞれ設けられている場合は、これら同種のシンボルにより、表示パネルに対する複数の方向から計時情報を視認可能となるため、利便性をより向上させることができる。

【発明の効果】

【0027】

以上の本発明によれば、電気泳動表示パネルに必要な端子数を大幅に少なくでき、かつ計時情報の表示デザインの自由度を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

〔第1実施形態〕

〔1.全体構成〕

図1は、本実施形態の電子時計1の斜視図である。この時計1は、円環状のケース2の外周面に沿って電気泳動表示パネル30が設けられ、腕などに装着されるブレスレット・ウォッチであり、電気泳動表示パネル30には、時刻情報を示す数字シンボルが表示されている。

【0029】

図2は、時計1の横断面図であり、図3は、図2のIII-III線断面図である。なお、図2では断面を示すハッチの図示は省略した。

時計1は、ケース2と、電気泳動表示パネル30を有する表示モジュール3とを備えている。ケース2は、図3に示すように、厚み方向の両端縁にケース2の径方向に突出するリブ21がそれぞれ形成されたボビン形状とされ、リブ21の間に表示モジュール3が組み込まれている。また、ケース2は、表示モジュール3を覆うカバーガラス22と、当該ケース2内周側の裏蓋23とを有する。裏蓋23はリブ21にネジ24で固定される。

【0030】

表示モジュール3は、電気泳動表示パネル30と、この表示パネル30を駆動する駆動回路部40とを有して構成されている。

図4は、表示モジュール3における電気泳動表示パネル30および回路基板42の平面図であり、図5は、表示パネル30の断面図である。なお、図5では、分かり易くするために、電気泳動ディスプレイを平面的（湾曲されていない状態）に表した。

図4に示すように、回路基板42と、表示パネル30とは個別に製造され、異方性導電膜（ACF；Anisotropic Conductive Film）などによる配線部材412で接続されている。また、図5に示すように、表示パネル30は、接着剤AD1によってケース2に接着されている。なお、接着剤AD1の他に両面テープなどを用いてもよい。

【0031】

〔2.表示パネルの構成〕

表示パネル30は、ケース2の外周面略全体に亘り帯状に設けられ、図5に示すように

、表示基板 3 1 と、透明基板 3 2 と、表示基板 3 1 および透明基板 3 2 の間に設けられた電気泳動層 3 3 とを含んで構成されている。表示パネル 3 0 に表示される計時情報は、表側に配置される透明基板 3 2 を通して視認される。これらの透明基板 3 2 および表示基板 3 1 はポリイミドやポリエステル等の可撓性を有する樹脂から形成されている。

このような表示パネル 3 0 は、図 2 に示すように、略 3 6 0 ° の円形状に湾曲されその両端が互いに継ぎ合わせられている。図 2 中、3 4 は、この継ぎ目を隠す外装部材である。

#### 【 0 0 3 2 】

表示基板 3 1 は、ポリイミドやポリエステルなどの可撓性を有する樹脂から形成されたフレキシブル基板 ( F P C : Flexible Printed Circuit ) であり、図 5 に示すように、透明基板 3 2 に比べて相対的に薄く形成され、上面には表示を制御するためのセグメント電極と呼ばれる複数のシンボル電極 ( 第 1 電極 ) 5 0 が設けられている。

#### 【 0 0 3 3 】

表示基板 3 1 の上面には、シンボル電極 5 0 を挟んで長手方向の一端部に第 1 共通電極駆動用電極 3 2 1 が設けられ、他端部には第 2 共通電極駆動用電極 3 2 2 が設けられている。また、シンボル電極 5 0 の上部には、接着剤 ( 接着層 ) A D 2 が設けられ、これによりシンボル電極 5 0 の上部には複数のマイクロカプセル 3 3 0 が接着されている。マイクロカプセル 3 3 0 の中には、電気泳動分散液が封入されている。電気泳動分散液には、プラスに帯電した黒色粒子、およびマイナスに帯電した白色粒子が混合されている。そして、この複数のマイクロカプセル 3 3 0 により電気泳動層 3 3 が構成されている。

#### 【 0 0 3 4 】

シンボル電極 5 0 および第 1、第 2 共通電極駆動用電極 3 2 1 は、図 5 に示すように、表示基板 3 1 の表面 ( 透明基板 3 2 との対向面 ) に形成され、表示基板 3 1 の裏面には、これらの電極を配線部材 4 1 2 ( 図 2、図 4 ) を介して回路基板 4 2 に導通する配線 3 1 2 が形成されている。各配線 3 1 2 とシンボル電極 5 0 などの各電極との間は、表示基板 3 1 を厚み方向に貫通するビア 3 1 4 によって接続されている。すなわち、表示パネル 3 0 における各電極は、表示パネル 3 0 の厚み方向に配線されている。

#### 【 0 0 3 5 】

一方、透明基板 3 2 の裏面 ( 表示基板 3 1 との対向面 ) には、I T O ( Indium Tin Oxide ) などによる透明な共通電極 ( 第 2 電極 ) 3 2 0 が設けられている。この共通電極 3 2 0 は、透明基板 3 2 の表示基板 3 1 との対向面の略全体に亘って設けられ、各シンボル電極 5 0 との間でそれぞれ電圧が印加される各シンボル電極 5 0 共通の電極とされている。この共通電極 3 2 0 と、第 1 共通電極駆動用電極 3 2 1 との間には、導通部材 3 2 1 A が介装され、共通電極 3 2 0 と、第 2 共通電極駆動用電極 3 2 2 との間には、導通部材 3 2 2 A が介装されている。これらの導通部材 3 2 1 A、3 2 2 A は、導電性の接着剤等から構成され、共通電極 3 2 0 および共通電極駆動用電極 3 2 1、3 2 2 と導電接着剤等で接着されて共通電極 3 2 0 と共通電極駆動用電極 3 2 1、3 2 2 とを導通している。

#### 【 0 0 3 6 】

また、透明基板 3 2 の上面側に設けられた耐湿シート 3 0 A、および表示基板 3 1 の下面側に設けられた耐湿シート 3 0 B により、透明基板 3 2、電気泳動層 3 3、および表示基板 3 1 等は密封され、電気泳動層 3 3 への水分の浸入が防がれている。詳述すると、これらの耐湿シート 3 0 A、3 0 B の内側には、接着層としてホットメルト材が塗布され、真空ラミネータ等で耐湿シート 3 0 A、3 0 B の端部同士を接着させ、また、耐湿シート 3 0 A、3 0 B を表示基板 3 1 並びに透明基板 3 2 に接着させることにより、基板端面並びに表裏面において、透明基板 3 2、電気泳動層 3 3、および表示基板 3 1 等を密封している。

#### 【 0 0 3 7 】

図 6 は、電気泳動表示パネル 3 0 の平面図である。この図に示すように、表示パネル 3 0 の略全体に亘り、互いに重なり合うように配置された複数の数字シンボル 1 つ 1 つに対応して、数字がデザインされた形で形成されたシンボル電極 ( 第 1 電極 ) 5 0 がそれぞれ

10

20

30

40

50

配置されている。シンボル電極 50 の中には、表裏反転した数字シンボルをデザインしたものも含まれているとともに、シンボル電極 50 の向きは様々にレイアウトされている。本実施形態における特徴の一つは、このようなシンボル電極 50 のそれぞれの領域において「時」が表示されることにあり、表示パネル 30 は、重なり合った数字シンボルにより躍動的で斬新なデザインとなっている。

#### 【0038】

ここで、シンボル電極 50 は、本実施形態では「時」を示す「1」～「12」の12種類の数字シンボルがデザインされた形に形成されたもので、シンボル1種類につき、少なくとも3つ以上ずつ、設けられている。例えば、「9」のシンボルにそれぞれ対応して3つのシンボル電極 591～593 が設けられている。このように少なくとも3つずつ設けられる同種のシンボルに対応する各シンボル電極 50 は、表示パネル 30 が湾曲した状態の周方向において、互いに離れた位置に配置されている。

10

#### 【0039】

なお、シンボル電極 50 の種類は複数あるが、区別が必要ない場合、これらをシンボル電極 50 と総称する。これらのシンボル電極 50 のうち計時情報に応じて選択された1つ以上の領域に「時」が表示される。

#### 【0040】

ここで、時刻の「分」については、表示パネル 30 の一端部に、分表示部 30M が配置されている。この分表示部 30M は、十の位の数字を示す十位表示部 30M1 と、一の位の数字を示す一位表示部 30M2 とを有する。十位表示部 30M1 は、コロン表示部 30MC を有する。これらの十位表示部 30M1 および一位表示部 30M2 においても、数字がデザインされた形状のシンボル電極がそれぞれ配置されているが、これらについては「時」を示すシンボル電極 50 について説明することによってその構成および作用効果を理解できるため、その説明を省略する。

20

また、表示パネル 30 は、表示パネル 30 全体の矩形領域からすべてのシンボル電極 50 および分表示部 30M を除いた領域である背景表示部の表示を行うため、図示しない2つの駆動電極を有する。

#### 【0041】

##### [ 3 . 駆動回路部の構成 ]

図4に戻り、回路基板 42 は、基板 31, 32 と同様に、ポリイミドやポリエステルなどの可撓性を有する樹脂から形成されたフレキシブル基板である。回路基板 42 上には、可撓性を有するリチウムポリマー電池などから構成されて各部に電力を供給する電源 429 と、時計 1 全体を制御する制御用コントローラ 426 と、ドライバ IC から構成されて表示パネル 30 の表示制御を実行する表示駆動回路素子 425 と、タッチセンサ 427 とがそれぞれ互いに重なることなく実装されている。なお、各タッチセンサ 427 用の操作ボタン 43 がそれぞれケース 2 に設けられている。

30

また、駆動回路 425 と配線部材 412 とは、詳しい図示を省略するが、互いに接続されている。

#### 【0042】

図7は、駆動回路部 40 の電氣的構成を示す。駆動回路部 40 は、制御用コントローラ 426 に実装される駆動制御部 61 と、表示駆動回路素子 425 に実装された表示駆動部 62 とを有する。

40

駆動制御部 61 は、表示駆動部 62 に対する入出力を行う入出力部 611 と、計時情報を取得する計時部 612 と、電源 429 から各回路素子 425～427 に電力を供給する電圧制御部 613 と、操作ボタン 43 の操作検出を行う操作検出部 614 と、これらの各部 611～614 の動作を制御する制御部 615 とを有する。

#### 【0043】

計時部 612 は、図示しない発振回路の発振パルスのカウントすることにより時刻を計時するものであり、この計時部 612 は、入出力部 611 を介して表示駆動部 62 と接続されている。

50



また、表示駆動部 6 2 は、表示パネル 3 0 の表示基板 3 1 および透明基板 3 2 間に電圧を印加する駆動信号を表示パネル 3 0 に供給する。ここで、表示駆動部 6 2 は、計時部 6 1 2 により取得された計時情報に基いて、各シンボル電極 5 0 のうち、所定電位の駆動信号を供給するものを選択する。

なお、本実施形態の表示駆動部 6 2 は、昇圧回路を内蔵し、電源 4 2 9 から供給される電圧（例えば 3 V）を昇圧して例えば + 1 5 V とすることが可能となっている。

【 0 0 4 4 】

[ 4 . 電気泳動による表示 ]

次に、表示パネル 3 0 における電気泳動について説明する。

図 8 は、電気泳動層 3 3 を示す模式図である。電気泳動層 3 3 は、多数のマイクロカプセル 3 3 0 が密集して配置されることによって形成され、各マイクロカプセル 3 3 0 には、多数の帯電粒子が分散した電気泳動粒子分散液 3 3 1 がそれぞれ封入されている。電気泳動粒子分散液 3 3 1 では、黒色の電気泳動粒子（以下、黒粒子という）3 3 1 A と、白色の電気泳動粒子（以下、白粒子という）3 3 1 B とが混合されて、二色の粉体流体方式の電気泳動層が構成されている。これら黒粒子 3 3 1 A および白粒子 3 3 1 B は、互いに異なる極性に帯電しており、本実施形態では、黒粒子 3 3 1 A がプラス（正）に帯電し、白粒子 3 3 1 B がマイナス（負）に帯電している。

【 0 0 4 5 】

すなわち、シンボル電極 5 0 がローレベル電位（L 電位）であり、共通電極 3 2 0 がハイレベル電位（H 電位）の場合、共通電極 3 2 0 からシンボル電極 5 0 に向かう電界が発生し、正に帯電した黒粒子 3 3 1 A がシンボル電極 5 0 側に移動するとともに、負に帯電した白粒子 3 3 1 B が共通電極 3 2 0 側に移動する。このとき、図 1 におけるシンボル「1 2」のように、表示パネル 3 0 における表示は白色となる。

【 0 0 4 6 】

この白色表示の場合とは逆に、シンボル電極 5 0 をハイレベル電位（H 電位）とし、共通電極 3 2 0 をローレベル電位（L 電位）に切り替えた場合、電界が反転し、表示パネル 3 0 における表示は黒色に切り替わる。

【 0 0 4 7 】

また、黒粒子 3 3 1 A、白粒子 3 3 1 B の移動量を電圧の印加時間や印加電圧などに応じて調整することにより、黒と白との間の色階調の中間色表示も可能であり、図 1 におけるシンボル「1 2」以外のシンボル「1」～「1 1」は、この中間色で表示されている。

なお、電界印加が停止されると、黒粒子 3 3 1 A、白粒子 3 3 1 B の移動は生じないため、表示色は変化せずに以前の表示色が保持される。

【 0 0 4 8 】

[ 5 . シンボル電極の構成 ]

以上において、本実施形態の主な特徴は、数字がデザインされた形状のシンボル電極 5 0 の構成にあることから、これについてさらに詳細に説明する。

図 6 で見たように、表示パネル 3 0 に表示されるシンボルには、互いに重なり合うものが含まれている。この互いに重なるシンボルに係る重複シンボル電極 5 0、例えば、図 9 に示すように、「9」および「4」にそれぞれ係るシンボル電極 5 9 1、5 4 1 は、3 つの重複領域 R 1 ~ R 3 でそれぞれ互いに重なっている。

【 0 0 4 9 】

これらのシンボル電極 5 9 1、5 4 1 を含めて、表示パネル 3 0 において互いに 1 箇所でも重なるシンボルについての重複シンボル電極 5 0 はすべて、その重複領域と同じ形状の重複電極部と、その他の非重複電極部とに分けて形成されている。具体的には、シンボル「9」に係るシンボル電極 5 9 1 は、シンボル「9」とシンボル「4」とが重なる 3 つの重複電極部 9 4 A ~ 9 4 C と、「9」の表示領域が重複電極部 9 4 A ~ 9 4 C により分断されて形成された 3 つの非重複電極部 5 9 1 A ~ 5 9 1 C とに分けて形成されている。

また、シンボル「4」に係るシンボル電極 5 4 1 は、重複電極部 9 4 A ~ 9 4 C と、「4」の表示領域が重複電極部 9 4 A ~ 9 4 C により分断されて形成された 3 つの非重複電

極部 5 4 1 A ~ 5 4 1 C とに分けて形成されている。「4」または「9」が表示される際に重複電極部 9 4 A ~ 9 4 C をそれぞれ非重複電極部 5 9 1 A ~ 5 9 1 C または非重複電極部 5 4 1 A ~ 5 4 1 C と同調して動作させることで、「4」または「9」のシンボル表示が可能となる。

#### 【0050】

ここで、重複電極部 9 4 A ~ 9 4 C は、それぞれビア 3 1 4 (図 5) を通じて表示基板 3 1 の裏側に導通されるが、これら重複電極部 9 4 A ~ 9 4 C は、これらのビア 3 1 4 を繋ぐ 1 つの共通の配線 3 1 2 によって互いに導通され、配線部材 4 1 2 を介して表示駆動回路素子 4 2 5 の同じ端子に接続されている。

また、「9」に係る非重複電極部 5 9 1 A ~ 5 9 1 C や、「4」に係る非重複電極部 5 4 1 A ~ 5 4 1 C についても同様であり、これらはそれぞれのビア 3 1 4 を通じて表示基板 3 1 の裏側に導通されるが、これらのビア 3 1 4 を繋ぐ配線 3 1 2 によって表示駆動回路素子 4 2 5 の同じ端子に接続されている。

つまり、同調動作させる各電極については、端子を共通化することにより、表示パネル 3 0 全体で必要とされる端子数を表示駆動回路素子 4 2 5 の出力端子数以下に収めている。

#### 【0051】

なお、表示パネル 3 0 において互いに重なり合う他のシンボルの組み合わせについても同様に配線され、端子が共通化されている。

#### 【0052】

##### [ 6 . 表示パネルにおける画像表現 ]

ここで、表示パネル 3 0 における画像表現について説明する。図 1 0 は、通常表示モードにおける表示パネル 3 0 を示し、表示パネル 3 0 には、計時情報に応じて特定される該当時刻 (本実施形態では「時」) の数字シンボル「4」に係るシンボル電極 5 4 1 の領域が白色で表示されている。このような計時情報表示 D S P 1 は、現在の「時」が 4 時であることを意味する。本実施形態では、同じ数字について複数設けられる同種シンボル電極のそれぞれの領域に、シンボルを順次白色で表示しており、図 1 0 のように 4 時代 (4 時 0 分以降 5 時 0 分より前) のとき、4 つ設けられた同種シンボル電極 5 4 1 ~ 5 4 4 のそれぞれの領域に、「4」が順次白色で表示される。なお、表示される順序は問わず、交互に表示したり、いくつかの同種シンボルを同時に表示したりすることも適宜決めてよい。

また、十位表示部 3 0 M 1 には「5」が白色で表示され、一位表示部 3 0 M 2 には「9」が表示されていることから、現在時刻は「4 時 5 9 分」であることが読み取れる。

#### 【0053】

さらに、表示パネル 3 0 には、シンボル電極 5 4 1 以外のシンボル電極 5 0 の領域が白黒よりも低いコントラストで表示されており、このような中間色表示 D S P 2 により、表示パネル 3 0 における画像表現のデザイン性が高められている。

そして、計時情報表示 D S P 1 にも、中間色表示 D S P 2 にも用いられないシンボル電極 5 0 の各領域、および背景表示電極 (図示せず) の領域は、表示パネル 3 0 における背景表示 D S P 3 を構成し、黒色で表示されている。

#### 【0054】

図 1 1 は、現在「時」が 5 時のときの表示パネル 3 0 を示す。ここでは、計時情報に応じて特定されるシンボルは「5」となり、表示パネル 3 0 に 6 つ設けられた「5」に係るシンボル電極 5 5 2 の領域が白色で表示されている。このように「時」が 5 時のときは、6 つ設けられた同種シンボル電極 5 5 1 ~ 5 5 6 のそれぞれの領域に、「5」が順次白色で表示される。

#### 【0055】

図 1 2 は、デザイン表示モードにおける表示パネル 3 0 の表示を示す。図 1 2 (A) および (B) においても、計時情報表示 D S P 1、中間色表示 D S P 2、および背景表示 D S P 3 がそれぞれ表示されているが、中間色表示 D S P 2 は、図 1 2 (A) および (B) に示すように、中間色で表示される領域が表示パネル 3 0 の長手方向一端側から他端側へ

10

20

30

40

50

と向かって波状に流れるように表示され、動きのある画像表現となっている。

#### 【 0 0 5 6 】

また、図 1 3 は、白黒反転表示モードにおける表示パネル 3 0 の表示を示す。このモードでは、表示パネル 3 0 の背景色が白色、「時」を示すシンボルの表示は黒色となっており、駆動制御部 6 1 により、共通電極 3 2 0 における電位と「時」を示すシンボル電極 5 4 1 ~ 5 4 4 における電位とが逆にされている。

なお、その他のモードとして、時刻修正モードや、電源投入時に表示パネル 3 0 の全面を白黒に切り替えるフラッシュモードなどがあるが、これらについての説明は省略する。通常表示モードやデザイン表示モード、白黒反転表示モードの切替えは、操作ボタン 4 3 ( 図 3、図 7 ) などで行う。あるいは、午前、午後などの時間帯などに応じて表示モードを切り替えたり、アラームに応じて表示モードを切り替えることなども検討できる。

#### 【 0 0 5 7 】

##### [ 7 . 表示パネルにおける描画処理 ]

次に、表示パネル 3 0 における描画処理について概略を説明する。

本実施形態では、駆動制御部 6 1 がシンボル電極 5 0 ごとに現在の描画レベル ( 以下、現在レベルという ) を管理するとともに、シンボル電極 5 0 ごとに目標の描画レベル ( 以下、目標レベル ) を設定し、現在レベルと目標レベルとを比較し、現在レベルが目標レベルと一致するように描画処理を行っている。

##### [ 7 - 1 . 表示の色階調 ]

この描画レベルには、図 1 4 に示すように、黒レベル 1 ~ 8 と白レベル 1 ~ 8 の計 1 6 種類のレベルが設定され、表示パネル 3 0 の階調範囲 ( 反射率並びにコントラスト値の範囲に相当 ) が黒レベル 1 ~ 4 と白レベル 1 ~ 4 の 8 階調に相当し、この階調範囲を超えるレベル ( 黒レベル 5 ~ 8、白レベル 5 ~ 8 ) は、前記階調最大レベル ( 黒レベル 4、白レベル 4 ) に一定時間保持された場合に、保持時間に応じて設定されるレベルとされている ( 後述の現在レベル更新処理 ) 。

#### 【 0 0 5 8 】

なお、前記の黒レベル 1 ~ 3 および白レベル 1 ~ 3 は黒と白との間の中間色 ( グレースケール ) の範囲に相当しており、中間色を表示する場合は、中間色の描画レベルを目標レベルに設定し、そのレベルに応じたパルス数の駆動信号 ( 後述する駆動信号 C O M ) により描画処理を行うこととしている。すなわち、例えば、白レベル 4 から中間色として黒レベル 1 に表示変化を行う場合においては、目標レベルを黒レベル 1 とし、後述する駆動方式に従ってパルス信号を 4 回印加することになる。一方、白レベル 4 ( 白色 ) から黒レベル 4 ( 黒色 ) に表示変化を行う場合はパルス信号を 7 回印加することになる ( 詳細な説明は後述 ) 。このように白レベル 4 ( 白色 ) から黒レベル 4 ( 黒色 ) に到達させるための 7 回よりも少ない、4 回というパルス数の駆動信号を印加することによって、マイクロカプセル 3 3 0 内の白粒子 3 3 1 B 並びに黒粒子 3 3 1 A の移動量 ( 移動距離 ) を少なくし、その位置関係を任意に制御することによって本実施形態においては中間色を実現している。

#### 【 0 0 5 9 】

##### [ 7 - 2 . 駆動信号による書換動作 ]

図 1 5 は、表示パネル 3 0 の駆動信号の波形の一例を示し、この図を参照して表示パネル 3 0 の各電極における表示色が同時に変更されること、および色階調変化について説明する。なお、図 1 5 では、図 1 0 ( 4 時 ) から図 1 1 ( 5 時 ) に変化する際に生じる「 4 」に係るシンボル電極 5 4 1 の領域における白色から黒色への変化、および「 5 」に係るシンボル電極 5 5 1 の領域における黒色から白色への変化を例に取る。

また、この図において、共通電極 3 2 0 に供給される駆動信号を C O M、黒から白に切り替えるシンボル「 5 」に対応するシンボル電極 5 5 1 への駆動信号を S E G 1 ( L 電位 )、白から黒に切り替えるシンボル「 4 」に対応するシンボル電極 5 4 1 への駆動信号を S E G 2 ( H 電位 ) と表記している。以下、駆動信号 S E G 1、S E G 2 を特に区別する必要のないときは単に駆動信号 S E G と表記する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 0 】

同図に示すように、駆動制御部 6 1 から表示駆動部 6 2 への表示切替信号（ドライバデータ）の出力が開始されたタイミング（タイミング M 1 A）から書換が終了するタイミング（M 1 B）までが書換期間 T a に設定され、この書換期間 T a は、表示駆動部 6 2 が共通電極 3 2 0 および各シンボル電極 5 0 に対して駆動信号 C O M , S E G を供給して各シンボル電極 5 0 の表示色を切り替え、時刻表示等を変更する期間である。また、休止期間 T b は、表示駆動部 6 2 が時刻表示等の切り替え後に、次の表示切替信号が入力されるまで待機する期間であり、この休止期間 T b においては、表示駆動部 6 2 はその動作モードを省電力モードとする。また、休止期間 T b においては、表示駆動部 6 2 はその動作モードを省電力モードとする出力端がハイインピーダンス状態となる。したがって、休止期間 T b においては、共通電極 3 2 0 と各シンボル電極 5 0 との間に電位差が生じることがないため、各シンボル電極 5 0 の表示色が書換期間 T a において変化した色に維持される。

## 【 0 0 6 1 】

この書換期間 T a において、本実施形態では、白から黒への表示色の切り替えと、黒から白への表示色の切り替えとを同時に行うこととしている。具体的には、表示駆動部 6 2 は、各シンボル電極 5 0 に対して、白あるいは黒に対応する電圧を印加する駆動信号 S E G を出力し、共通電極 3 2 0 に対して、電圧が時系列的に表示色のそれぞれに対応した電圧に変化する駆動信号 C O M を出力する。このような駆動信号 C O M として、本実施形態では、表示切替信号（ドライバデータ）に応じて電圧値が H 電位（+ 1 5 V）と L 電位（0 V）との間で変化するパルス信号が用いられている。このとき、駆動信号 C O M の 1 パルスのパルス幅は、図示しない発信回路から出力される信号を分周して生成可能な周期（本例では 1 2 5 m s）に設定されており、この分周信号に基いて駆動信号 C O M を生成可能としている。本例では、L 電位の期間と H 電位の期間とが 1 2 5 m s で切り替わる。この駆動信号 C O M のパルス数は表示切替信号の出力回数に対応し、このパルス数が適宜調整されることで、シンボル電極 5 0 の表示色の階調が調整される。

## 【 0 0 6 2 】

この結果、書換期間 T a において、駆動信号 C O M の電圧が L 電位の間、共通電極 3 2 0（L 電位）とシンボル電極 5 4 1（駆動信号 S E G 2；H 電位）との間に電界が発生し、マイクロカプセル 3 3 0 の中の黒粒子 3 3 1 A が共通電極 3 2 0 側に移動すると共に、白粒子 3 3 1 B がシンボル電極 5 4 1 側に移動することで 1 階調分、シンボル電極 5 4 1 の表示色が黒に変化する。続いて、駆動信号 C O M の電圧が H 電位の間は、共通電極 3 2 0（H 電位）とシンボル電極 5 5 1（駆動信号 S E G 1；L 電位）との間に電界が発生し、マイクロカプセル 3 3 0 の中の白粒子 3 3 1 B が共通電極 3 2 0 側に移動すると共に、黒粒子 3 3 1 A がシンボル電極 5 5 1 側に移動することで 1 階調分、シンボル電極 5 5 1 の表示色が白に変化する。以降同様にして、駆動信号 C O M の電圧の時系列的变化に応じて黒粒子 3 3 1 A および白粒子 3 3 1 B が共通電極 3 2 0 およびシンボル電極 5 5 1 , 5 4 1 との間で少しずつ順次移動することで、各シンボル電極 5 5 1 , 5 4 1 の表示色が段階的に変化し、この書換期間 T a の経過時には、シンボル電極 5 5 1 の表示色が白になると共に、シンボル電極 5 4 1 の表示色が黒になり、表示パネル 3 0 に白色で表示される「時」表示がシンボル電極 5 4 1 の領域からシンボル電極 5 5 1 の領域へと移る。

## 【 0 0 6 3 】

## [ 7 - 3 . 描画処理における基本動作 ]

次に、図 1 6 のフローチャートに沿って、表示パネル 3 0 における描画処理の手順を説明する。この描画処理は、時刻更新（本例ではシンボル電極 5 0 については原則的に 1 時間間隔で更新（該当「時」の同種シンボル電極については適宜更新）、分表示部 3 0 M については 1 分間隔で更新）や、操作ボタン 4 3 への接触等による表示更新指令によって表示パネル 3 0 の表示の更新が生じた場合をトリガとして実行される処理である。

## 【 0 0 6 4 】

図 1 0（4 時 5 9 分）および図 1 1（5 時 0 0 分）に示したように、計時情報等に応じて、各種の電極における表示が変更される。図 1 6 には、図 1 0 で黒色の「5」に係るシ

10

20

30

40

50

ンボル電極 5 5 1、図 1 0 で中間色の「5」に係るシンボル電極 5 5 2、図 1 0 で白色の「4」に係るシンボル電極 5 4 1、図 1 0 で黒色の「9」に係るシンボル電極 5 9 2、および図 1 0 で（図 1 1 でも）黒色の「2」に係るシンボル電極 5 2 1 の 5 つの電極についてそれぞれ示した。

これら 5 つのシンボル電極 5 5 1、5 5 2、5 4 1、5 9 2、5 2 1 における現在レベルはそれぞれ、黒レベル 4、黒レベル 2、白レベル 4、黒レベル 4、黒レベル 4 であり、これらのうち更新すべき 4 つのシンボル電極 5 5 1、5 5 2、5 4 1、5 9 2 をそれぞれ、白レベル 4、白レベル 4、黒レベル 4、黒レベル 2 に変更する場合を例に説明する。ここでは、シンボル電極 5 2 1 における表示色は黒レベル 4 で不変とする。また、中間色は黒レベル 2 としたが、これに限らず、中間色は黒レベル 3 ~ 白レベル 3 の範囲で適宜設定できるし、中間色とされる電極ごとに階調を変えてグラデーションを表現することも検討できる。

10

#### 【0065】

図 1 6 に示すように、初期状態では、目標レベルは現在レベルと一致するものとする。

ここで、駆動制御部 6 1 は、表示更新指令により、更新すべきシンボル電極 5 5 1、5 5 2、5 4 1、5 9 2 の各目標レベルを更新し（ステップ S 1）、EPD 描画トリガを ON に設定する（ステップ S 2）。EPD 描画トリガを ON に設定すると、駆動制御部 6 1 は、表示駆動部 6 2 への表示切替信号（ドライバデータ）の出力を開始する。実際には、駆動制御部 6 1 は、各シンボル電極 5 0、余白電極（図示せず）、および分表示部 3 0 M における各電極すべての現在レベルと目標レベルとを比較し、これらの各電極のうち現在レベルと目標レベルとが異なる電極を特定すると共に、白黒のいずれに変化させるかを特定し、この特定結果に基き、白または黒への表示切り替えを各電極ごとに指示する表示切替信号を表示駆動部 6 2 に出力する（ステップ S 3）。

20

#### 【0066】

この表示切替信号の入力を受けて表示駆動部 6 2 は、白色へ表示切替する電極については駆動信号 SEG 1（L 電位）を、黒色へ表示切替する電極については駆動信号 SEG 2（H 電位）を出力するとともに、共通電極 3 2 0 に駆動信号 COM を、駆動信号 COM の 1 パルス分、出力する。これにより、共通電極 3 2 0 に L 電位および H 電位が 1 2 5 m s ずつ供給され、この 1 パルスにより、シンボル電極 5 5 1、5 5 2、5 9 2 における表示色が黒色から白色へと 1 階調分変更されるとともに、シンボル電極 5 4 1 における表示色が白色から黒色へと 1 階調分変更される。

30

#### 【0067】

これにより、駆動制御部 6 1 は、シンボル電極 5 5 1、5 5 2、5 4 1、5 9 2 の現在レベルを、1 階調分、更新するとともに（ステップ S 4）、更新後の現在レベルが目標レベルとすべて一致したか否かを判定し（ステップ S 5）、一致していない場合は（ステップ S 5：NO）、ステップ S 3 の処理に移行する。

従って、駆動制御部 6 1 は、各電極における現在レベルと目標レベルとが一致するまで、表示切替信号を表示駆動部 6 2 に間欠的に出力し、また、表示切替信号を出力する毎に現在レベルを 1 ずつ変更する処理を実行する。この際、現在レベルと目標レベルとの差に応じたパルス数だけ、図 1 5 に示したように電圧レベルが切り替わる駆動信号 COM が共通電極 3 2 0 に供給される。そして、L 電位に保持されたシンボル電極 5 5 1、5 5 2 等の表示色が目標レベルと一致する白レベル 4 の表示色に変更されるのと並行して、H 電位に保持されたシンボル電極 5 4 1 等の表示色が目標レベルと一致する黒レベル 4 の表示色に変更される。

40

そして、駆動制御部 6 1 は、シンボル電極 5 5 1、5 5 2、5 4 1、5 9 2 等における現在レベルと目標レベルとが一致すると（ステップ S 5：YES）、EPD 描画トリガを OFF に設定する（ステップ S 6）。以上が描画処理における基本動作である。

#### 【0068】

##### [ 7 - 4 . 画面リフレッシュ処理 ]

ところで、本実施形態では、表示パネル 3 0 における各電極のうち、表示色が中間色で

50

はなく黒色および白色とされるものに対し（以降、白黒表示電極という）、一定時間毎に、表示色の階調を更新する画面リフレッシュ処理を実行している。

具体的に、駆動制御部 61 は、図 17 に示すように、予め定められた更新周期（リフレッシュ周期）に至ると、各白黒表示電極の現在レベルを参照し、現在レベルが黒レベル 4 以上（黒レベル）4～8 の電極に対して、黒を書き込む描画処理を行うと共に、現在レベルが白レベル 4 以上（白レベル 4～8）の電極に対して、白を書き込む描画処理を行う（画面リフレッシュ処理（ステップ S10））。すなわち、駆動制御部 61 は、図 15 で例示したように、黒レベル 4 以上の電極に対して黒への表示切替信号を出力して表示駆動部 62 により表示色を 1 階調分ずつ変更させる（黒書き込み）と共に、白レベル 4 以上の電極に対して白への表示切替信号を出力して表示駆動部 62 により表示色を 1 階調分ずつ変 10  
更させる（白書き込み）。

これによって、黒レベル 4 以上白レベル 4 以上の電極、つまり、表示パネル 30 の最大黒レベルおよび最大白レベルとされた電極の表示色が、時間の経過等により中間色レベルにずれてしまい、そのままの状態が継続されてしまう事態を回避することができ、階調（反射率およびコントラスト）ずれを解消することができる。

#### 【0069】

##### [ 7 - 5 . 現在レベル更新処理 ]

また、本実施形態では、前記画面リフレッシュ処理に続いて、白黒表示電極における黒および白の連続表示時間に応じて現在レベルのレベル値を更新する現在レベル更新処理を実行している。 20

すなわち、駆動制御部 61 は、現在レベルが黒レベル 4 以上（黒レベル 4～8）および白レベル 4 以上（白レベル 4～8）の電極の現在レベルのレベル値を 1 ずつ増やし、具体的には、黒レベル 4 は黒レベル 5 へ、・・・、黒レベル 7 は黒レベル 8 へ、・・・白レベル 4 は白レベル 5 へ、・・・、白レベル 7 は白レベル 8 へと更新する（現在レベル更新処理（ステップ S11））。この場合、黒レベルおよび白レベルが描画レベル（図 14 参照）の最大レベルのものについては（黒レベル 8、白レベル 8）、現在レベルをそのレベルに維持する。なお、画面リフレッシュ処理の度に現在レベル更新処理を行うことに限らず、画面リフレッシュ処理を複数回（例えば 10 回）実行したら現在レベル更新処理を実行するようにしてもよい。

#### 【0070】

このように、本実施形態では、表示色が中間色でない白黒表示電極については、その表示色の連続表示時間に比例して現在レベルをレベル値が高くなるように更新するので、かかる白黒表示電極における表示色を切り替える場合、切替前の表示色の連続表示時間が長いほど、目標レベルと現在レベルとの差が大きくなる。つまり、表示切替時（描画所理事）に供給される駆動信号 COM のパルス数が増える。 30

このような現在レベル更新処理は、表示パネル 30 において表示変化のない状態が長時間継続すると、電気泳動層 33 における電気泳動粒子の泳動が遅くなるという泳動特性のために行われている。すなわち、表示色の連続表示時間が長いほど、電気泳動粒子の移動量（移動距離）に対する駆動信号 COM のパルス数が増え、駆動力（ここでは電圧印加時間）が大きくなるので、泳動特性の変化に対応して表示色を黒色または白色に確実に切り 40  
替えることができる。この結果、泳動特性の変化に起因する色の不均一表示が回避され、表示品質（デザイン性、見た目、見易さ）が向上する。本実施形態では、表示色の連続表示時間に応じて駆動信号 COM のパルス数を段階的に増やすことで、必要十分な駆動力を実現し、低消費電力化を図っている。

#### 【0071】

##### [ 8 . 本実施形態による効果 ]

本実施形態によれば、次のような効果を得ることができる。

（１）電子時計 1 が備える電気泳動表示パネル 30 は、計時情報の内容をそれぞれ表す数字シンボルがデザインされた形状の各シンボル電極 50 を有し、これらのシンボル電極 50 は、計時情報に応じて適宜選択され、その選択されたシンボル電極 50 が設けられた領 50

域に該当のシンボルが表示される。このようにシンボル自体の形状にシンボル電極 50 を形成したので、多数のシンボルを表示する場合であっても、従来と比べて大幅に端子数を減らすことができる。このように端子数を大幅に少なくできるから、表示パネル 30 にある全電極に必要な端子数が表示駆動回路素子 425 の限りある出力端子数の範囲内に十分に収まる。

【0072】

(2) 加えて、シンボル電極 50 の形状自体が自由であり、各シンボル電極 50 それぞれについて曲線を多用して個々にデザインすることが可能となる。また、各シンボル電極 50 の表示パネル 30 におけるレイアウトも自由にできる。これによって今までにはないデザインの時計 1 を実現できる。

10

【0073】

(3) さらに、時計 1 により、計時情報表示 DSP 1 が行われる位置が 1 時、2 時・・・11 時、12 時などの時間経過によって各シンボル電極 50 の領域を移り変わるという斬新な構成を実現できる。

【0074】

(4) 可撓性を有する表示パネル 30 の採用により、表示パネル 30 が略リング状に湾曲されるので、腕に沿って広範囲に亘る表示領域が確保される。これにより、表示パネル 30 を大画面化できる。このように大画面化されていても、表示パネル 30 の異なる位置に同種のシンボル(「4」に係るシンボル電極 541 ~ 544 など)が順次表示され、表示パネル 30 に対する複数方向から当該シンボルを視認可能となるため、計時情報の視認性を向上させることができる。

20

また、前述のように端子数が少ないながら、このような広い領域での表示が可能となるので、前述した端子数減少の効果をより大きいものにできる。このような広い画面によって時計の外観をより向上できる。

【0075】

(5) 表示パネル 30 では計時情報表示 DSP 1 に加えて、中間色表示 DSP 2 が行われており、これによってデザイン要素が増えるので、表示パネル 30 の画面デザインをより一層向上させることができる。中間色表示 DSP 2 の背景表示 DSP 3 に対するコントラストは計時情報表示 DSP 1 の背景表示 DSP 3 に対するコントラストよりも低いことから、計時情報の視認性とデザイン性とを両立できる。

30

さらに、中間色表示 DSP 2 により、計時情報に応じて特定されたシンボル(図 10 では「4」)が表す時刻以外についての各シンボルも視認可能となり、各シンボルの位置を自然と覚えることができるので、計時情報の把握に関して取扱性を向上できる。

【0076】

(6) さらに、表示パネル 30 における数字シンボルは互いに重なり合い、重複領域 R1, R2, R3 などに係るシンボル電極 591, 541 などは、重複電極部 94A ~ 94C と、それ以外の非重複電極部 591A ~ 591C、541A ~ 541C とに分けて形成されている。このように重複電極部 94A ~ 94C を設けることで、シンボル同士が重なり合うような複雑なデザインを実現でき、デザイン性を向上できる。

【0077】

40

(7) また、シンボル同士の複数箇所での重なり合いによって生じる重複領域 R1, R2, R3 にそれぞれ対応する重複電極部 94A ~ 94C などに関し、これら重なったシンボルが同じ組み合わせであるもの同士を互いに導通させて端子の共通化を図ったことから、端子数をより少なくできる。つまり、駆動経路素子 425 の出力端子数の制限内で効率的により多くのシンボル電極 50 を配置することが可能となるから、一層デザイン性の高い画像表現が可能となる。

【0078】

(8) さらに、複数の非重複電極部 591A ~ 591C、541A ~ 541C などとも同一の端子に接続されることから、端子数をより一層少なくできる。

【0079】

50

## 〔第２実施形態〕

次に、本発明の第２実施形態について説明する。本実施形態は、同種のシンボルに対応する各電極が互いに導通されている点が第１実施形態と相違する。

なお、本実施形態では、中間色表示ＤＳＰ２（図１０等）は行わないものとする。

## 【００８０】

図１８は、本実施形態の時計の斜視図であり、図１９は、この時計が備える表示パネル８０の平面図である。これらの図は、現在の「時」が５時であることを示し、「５」に係るシンボル電極５０のすべてが同時に白色で表示されている。なお、「５」以外の他の数字シンボルについても、時に応じて同様に表示される。つまり、シンボル電極５０は、同じ数字の同種のシンボルごとに互いに導通されており、「５」の場合では、同種シンボル電極５５１～５５６が互いに導通されている。これらの導通態様は、前述したように、各シンボル電極５０直下のビア３１４（図５）によって表示基板３１の裏側に電位を取り出し、互いに同電位とするもの同士のビア３１４を繋ぐように、配線３１２を形成するというものである。配線３１２は配線部材４１２を介して回路基板４２の表示駆動回路素子４２５に接続される。

なお、シンボル電極５５６は、図６に示すようにシンボル電極５９３と重なり合うことで重複電極部と非重複電極部とに分かれており、重複電極部については他のシンボル電極５５１～５５５と同調しないことから、シンボル電極５５６の非重複電極部を他のシンボル電極５５１～５５５と導通させる。

## 【００８１】

本実施形態によれば、シンボル電極５５１～５５６などの同種シンボル電極同士が導通されることにより、端子数をより少なくできる。また、第１実施形態と略同様の効果を奏する。

## 【００８２】

## 〔本発明の変形例〕

以上、本発明の実施態様について具体的に示したが、前記各実施形態に限らず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の改良、変形が可能である。

## 【００８３】

例えば、前記実施形態では、黒粒子３３１Ａおよび白粒子３３１Ｂによる白黒二粒子系の電気泳動表示が行われていたが、これに限らず、青白等の一粒子系の電気泳動表示を行っても良く、また、白黒以外の組み合わせでも構わない。

また、前記実施形態では、２つのシンボル同士が重なり合う例について示したが、これに限らず、３つのシンボルが互いに重なり合う場合も前述と略同様の構成および作用効果となる。

なお、表示パネルに表示する計時情報の内容を表すシンボルとしては、前記各実施形態のようなアラビア数字のシンボルに限らず、アルファベットや記号、ギリシア数字、漢数字などを適宜使用できる。

## 【００８４】

また、表示パネルにおける互いに近接しない離間位置に、各シンボル電極が同じ数字の組み合わせで重なる領域が複数ある場合、配線パターンの取り回しにもよるが、これら離れた位置の重複領域における各電極も同じ端子に接続することが好ましい。このような配線に際しては、例えば、表示基板の裏面（透明基板とは反対側の面）にフレキシブル基板を積層することなどが有効である。ここで、図６を参照して互いに導通する電極の具体例を挙げると、例えば、シンボル「７」および「８」は、表示パネル３０における２箇所では重なり合っており、シンボル電極５７１と５８１とは３つの重複電極部７８１Ａ～７８１Ｃを、シンボル電極５７２と５８２とは、重複電極部７８２Ａ～７８２Ｃをそれぞれ有するが、これらの重複電極部７８１Ａ～７８１Ｃおよび７８２Ａ～７８２Ｃを互いに導通してもよい。

## 【００８５】

さらに、前記実施形態におけるケース２は円環状であったが、ケースの形状は楕円形状

10

20

30

40

50



、多角形状などであってもよい。また、前記実施形態では、略360°に湾曲した大画面の表示パネル30を示したが、これに限らず、湾曲しない平面状の表示パネルにバンド部材が設けられたウォッチとしてもよい。

ここで、本発明の時計は、腕時計に限らず、懐中時計、置時計、掛時計などにも適用可能である。また、時計機能を有する各種電子機器にも広く適用でき、このような機器としては、例えば、PDA(Personal Digital Assistants)や、携帯電話、メモリカード、デジタルカメラ、ビデオカメラ、プリンタ、パーソナルコンピュータなどを例示できる。

#### 【0086】

本発明を実施するための最良の構成、方法などは、以上の記載で開示されているが、本発明は、これに限定されるものではない。すなわち、本発明は、主に特定の実施形態に関して特に図示され、かつ、説明されているが、本発明の技術的思想および目的の範囲から逸脱することなく、以上述べた実施形態に対し、形状、材質、数量、その他の詳細な構成において、当業者が様々な変形を加えることができるものである。

したがって、上記に開示した形状、材質などを限定した記載は、本発明の理解を容易にするために例示的に記載したものであり、本発明を限定するものではないから、それらの形状、材質などの限定の一部もしくは全部の限定を外した部材の名称での記載は、本発明に含まれるものである。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0087】

【図1】本発明の第1実施形態における電子時計の外観斜視図。

【図2】前記実施形態における電子時計の横断面図。

【図3】図2のIII-III線断面図。

【図4】前記実施形態における表示パネルおよび回路基板の平面図。

【図5】前記実施形態における表示パネルの断面図。

【図6】前記実施形態における電気泳動表示パネルの平面図

【図7】前記実施形態における表示モジュールの電氣的構成を示すブロック図。

【図8】前記実施形態における電気泳動層を示す模式図。

【図9】図6の部分拡大図。

【図10】前記実施形態における表示パネルの画像表現を示す図(通常表示モード)。

【図11】前記実施形態における表示パネルの画像表現を示す図(通常表示モード)。

【図12】前記実施形態における表示パネルの画像表現を示す図(デザイン表示モード)

【図13】前記実施形態における表示パネルの画像表現を示す図(白黒反転表示モード)

【図14】前記実施形態の表示パネルにおける表示の色階調を示す図。

【図15】前記実施形態における表示パネルの駆動信号の波形の一例を示す図。

【図16】前記実施形態における表示パネルの描画処理における基本動作を示すフローチャート。

【図17】前記実施形態における表示パネルの画面リフレッシュ処理を示すフローチャート。

【図18】本発明の第2実施形態における電子時計の外観斜視図。

【図19】前記実施形態における電気泳動表示パネルの平面図

#### 【符号の説明】

#### 【0088】

1・・・時計(電子機器)、30, 80・・・表示パネル、31・・・表示基板(第1基板)、32・・・透明基板(第2基板)、40・・・駆動回路部、50・・・シンボル電極(第1電極)、62・・・表示駆動部、320・・・共通電極(第2電極)、331A・・・黒粒子(電気泳動粒子)、331B・・・白粒子(電気泳動粒子)、541~544, 551~556・・・同種シンボル電極、541A~541C, 591A~591C

10

20

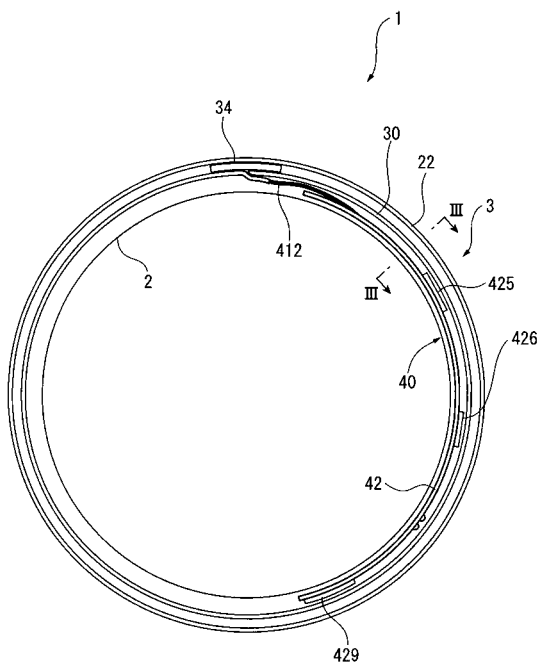
30

40

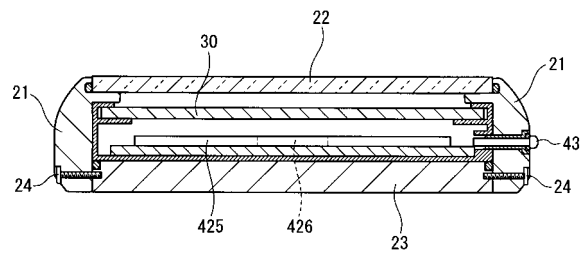
50

・ ・ ・ 非重複電極部、9 4 A ~ 9 4 C ・ ・ ・ 重複電極部、6 1 2 ・ ・ ・ 計時部、D S P 1  
 ・ ・ ・ 計時情報表示、D S P 2 ・ ・ ・ 中間色表示、D S P 3 ・ ・ ・ 背景表示部、R 1 ~ R  
 3 ・ ・ ・ 重複領域。

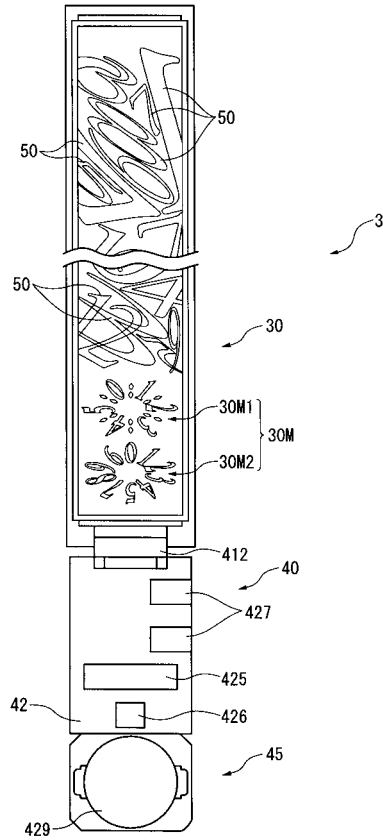
【図 2】



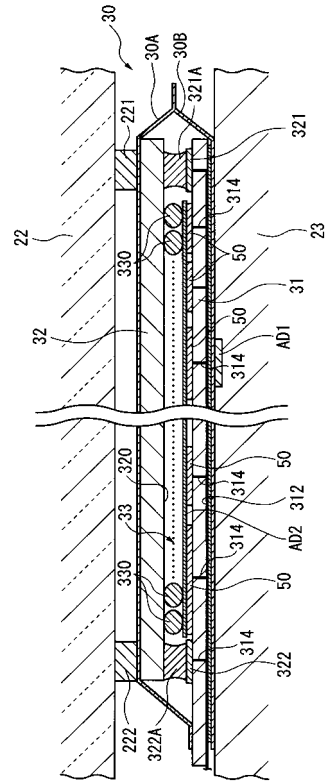
【図 3】



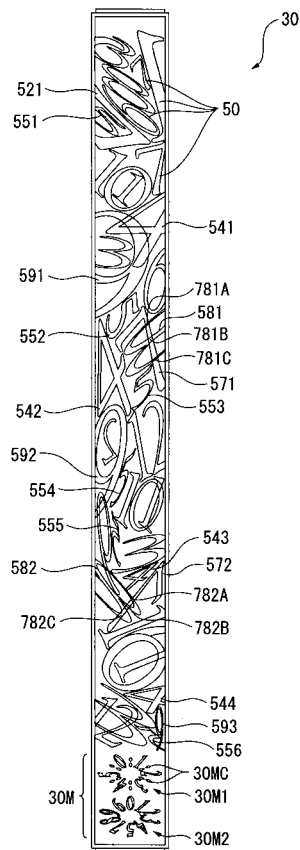
【図 4】



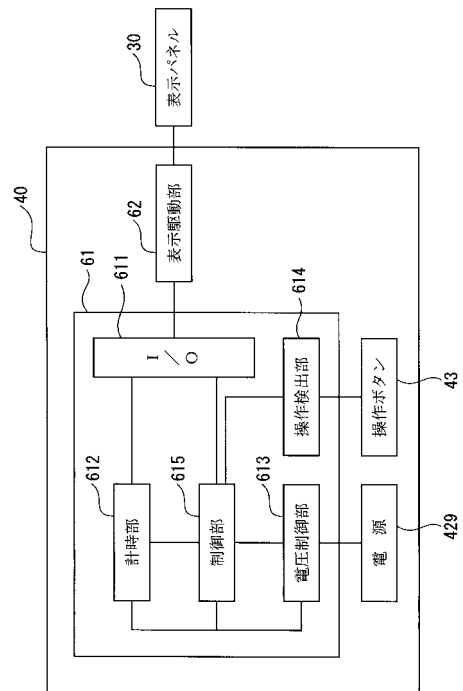
【図 5】



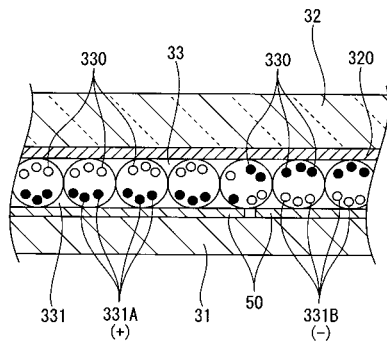
【図 6】



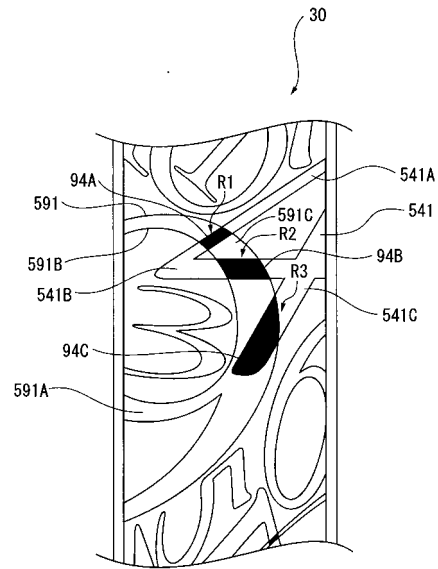
【図 7】



【図 8】



【図 9】

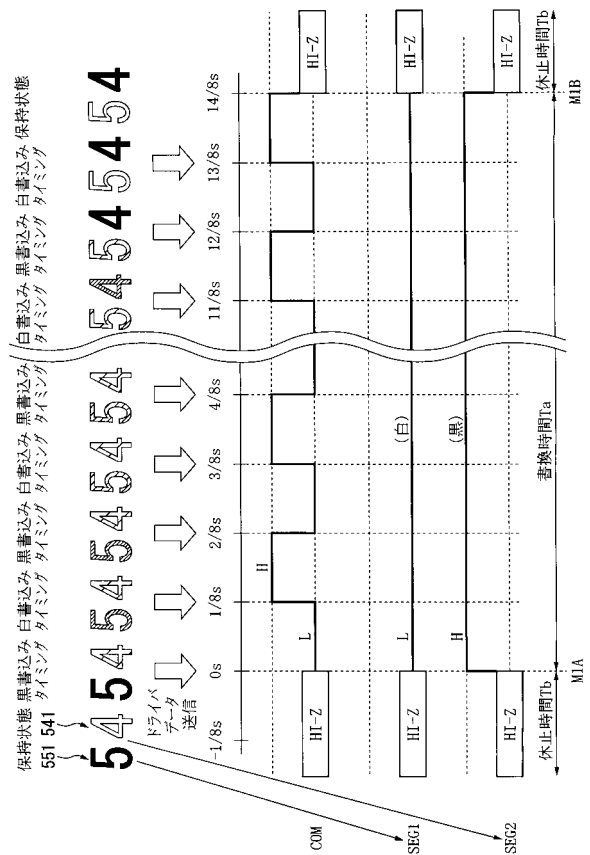


【図 14】

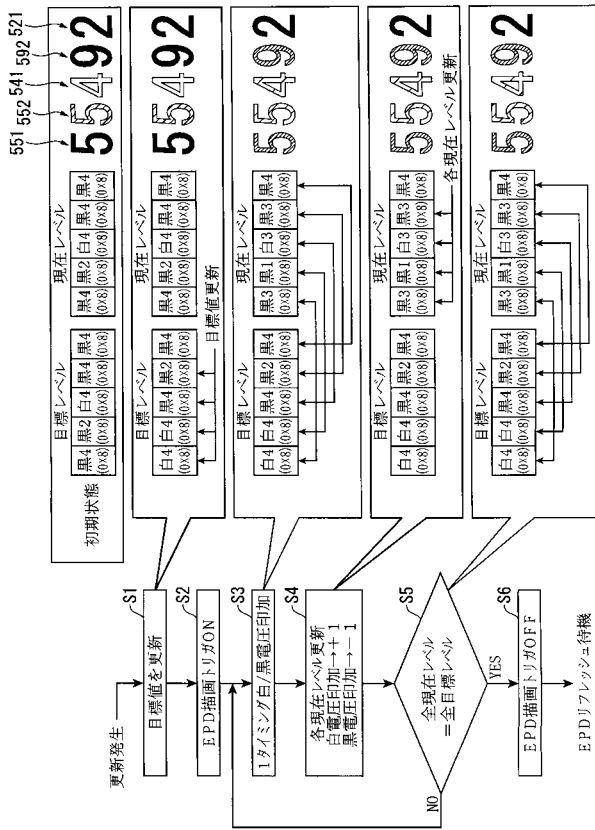
名称	値 (16進法)	値 (10進法)
黒レベル8	0x8	-8
黒レベル7	0x9	-7
黒レベル6	0xA	-6
黒レベル5	0xB	-5
黒レベル4	0xC	-4
黒レベル3	0xD	-3
黒レベル2	0xE	-2
黒レベル1	0xF	-1
白レベル1	0x0	0
白レベル2	0x1	1
白レベル3	0x2	2
白レベル4	0x3	3
白レベル5	0x4	4
白レベル6	0x5	5
白レベル7	0x6	6
白レベル8	0x7	7

中間色

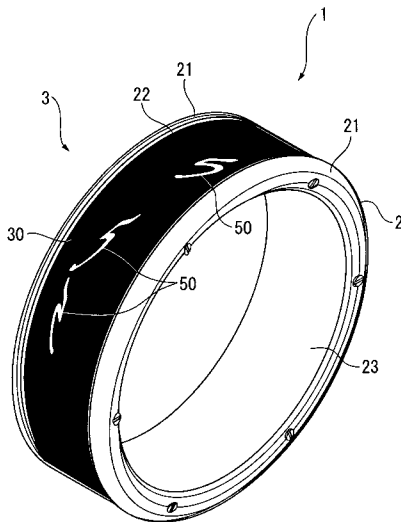
【図 15】



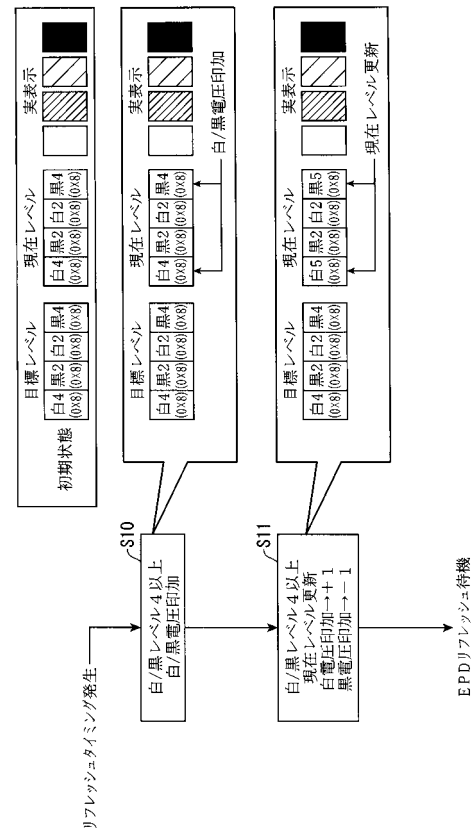
【図 16】



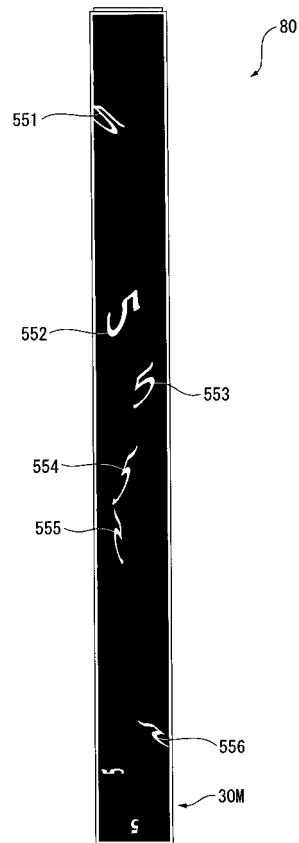
【図 18】



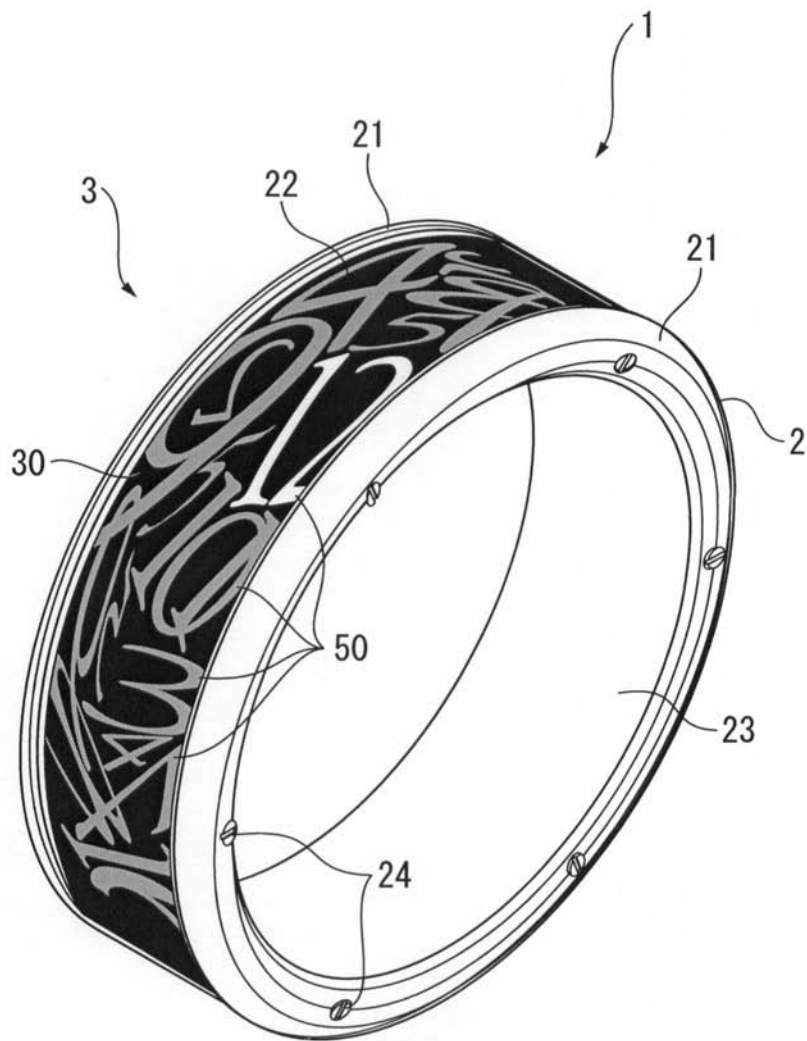
【図 17】



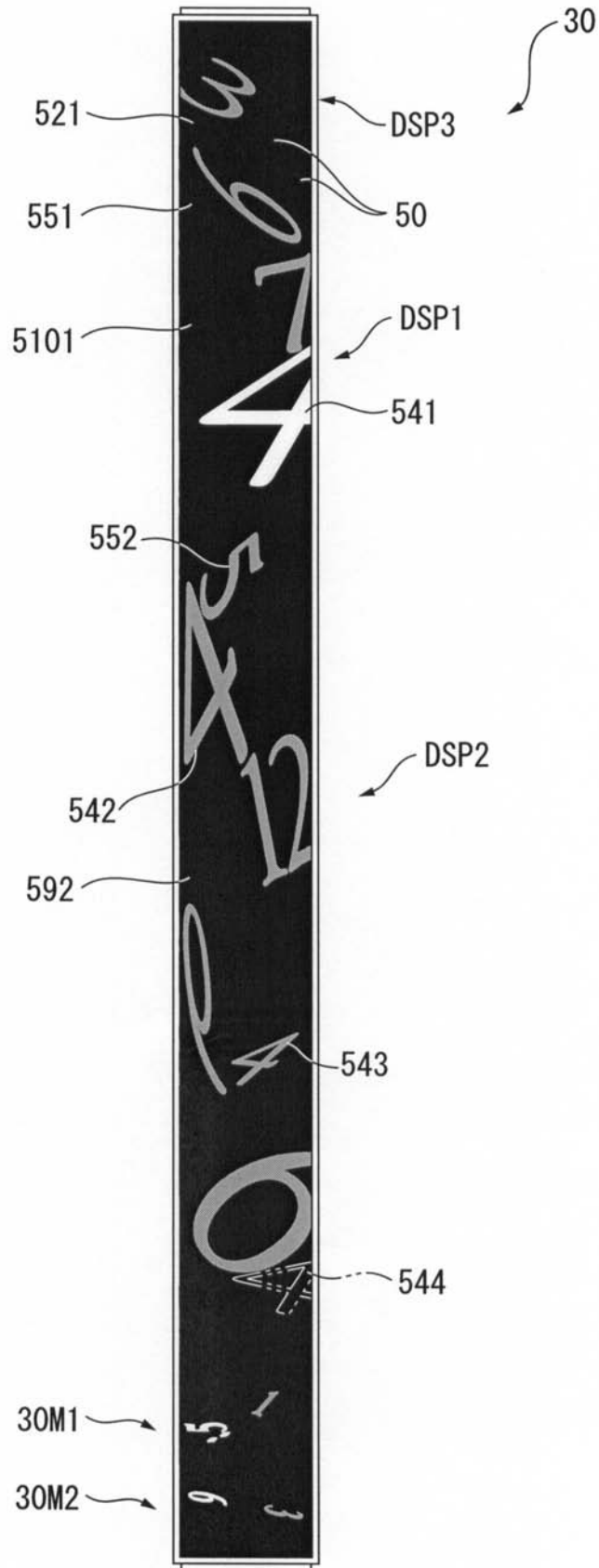
【図 19】



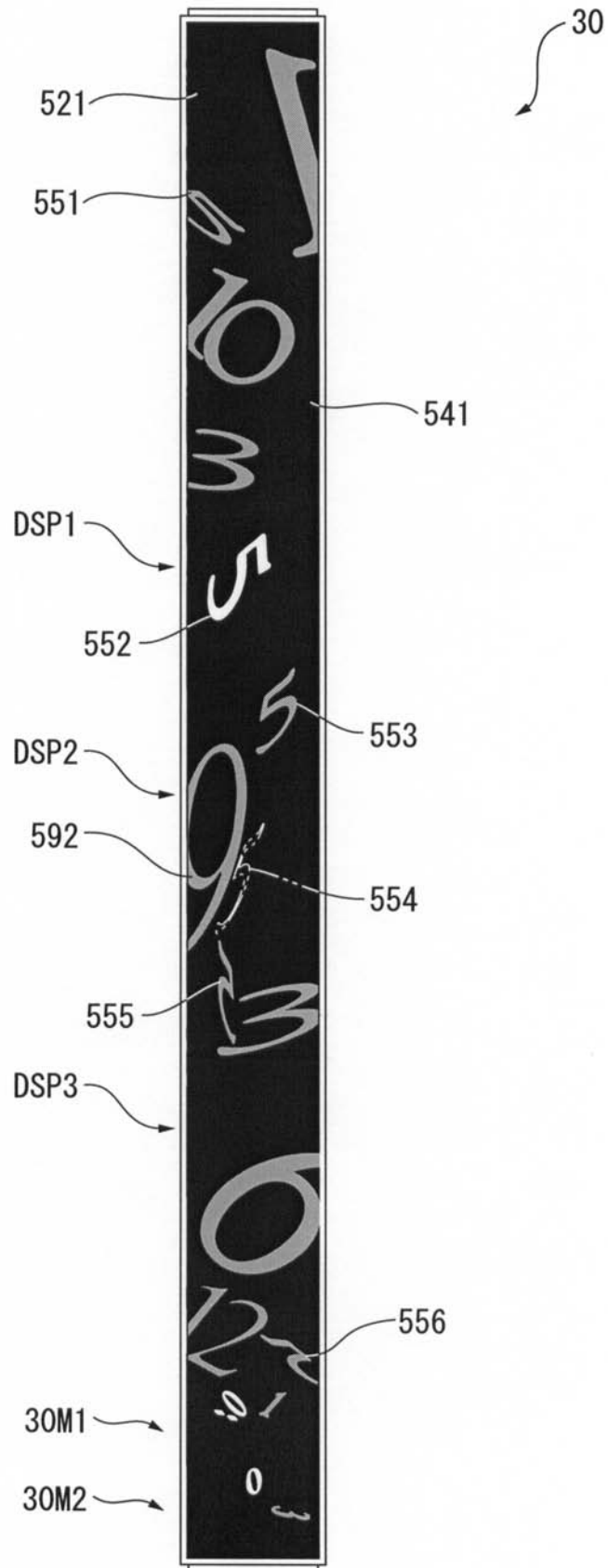
【図 1】



【図 10】

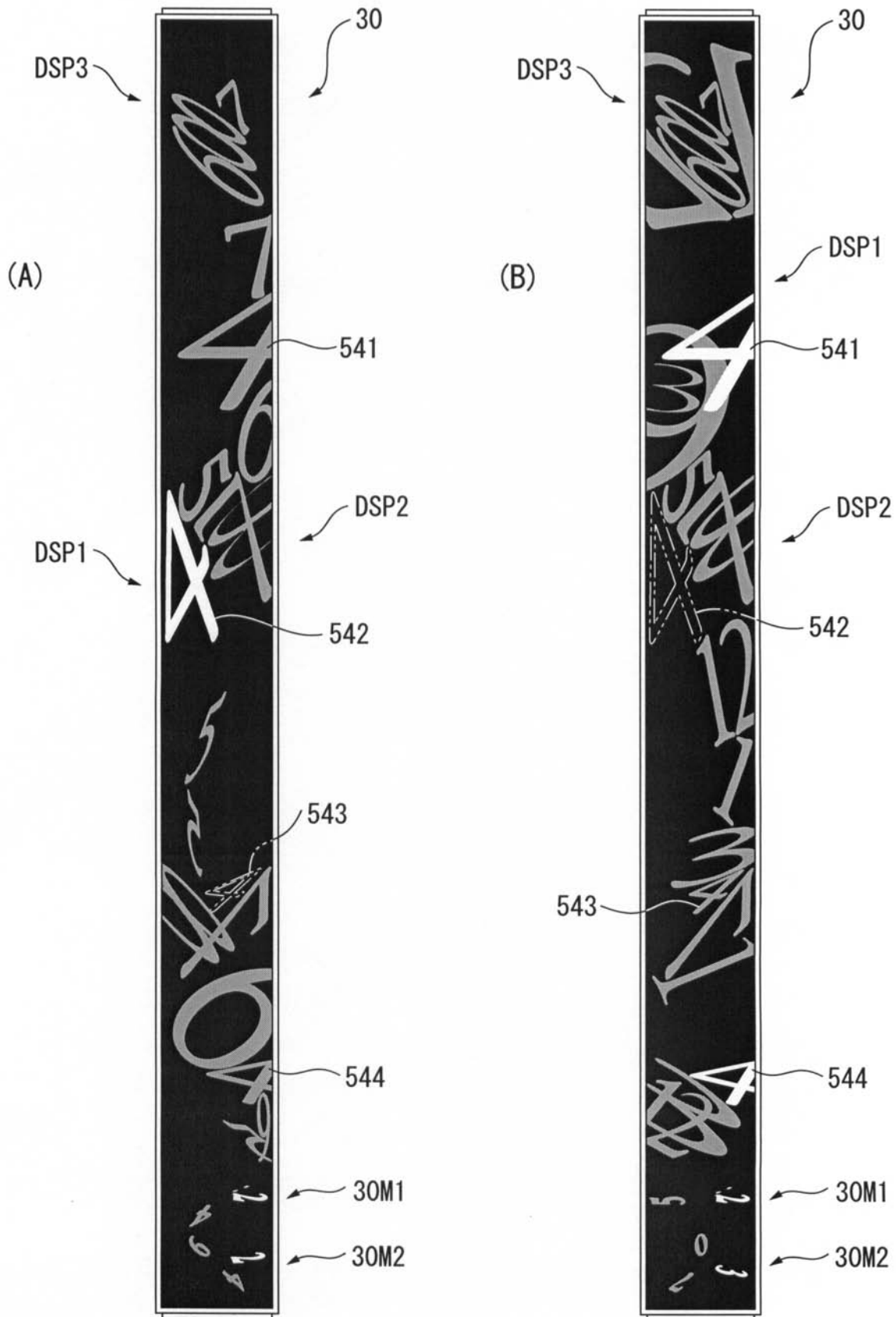


【図 11】

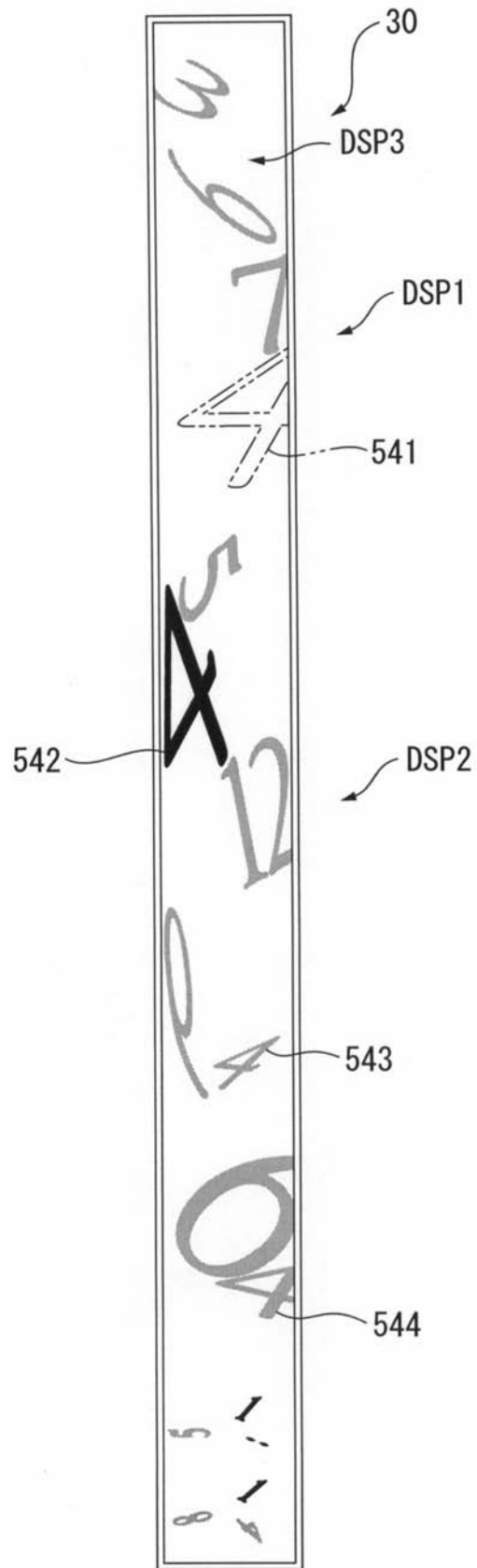




【図 12】



【図 13】



---

フロントページの続き

(72)発明者 赤羽 学

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

Fターム(参考) 2F002 EA00 EB01 EB11 EB12 EG06