



(10) **DE 10 2009 044 696 B4** 2020.10.29

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 044 696.6**
(22) Anmeldetag: **30.11.2009**
(43) Offenlegungstag: **02.06.2010**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **29.10.2020**

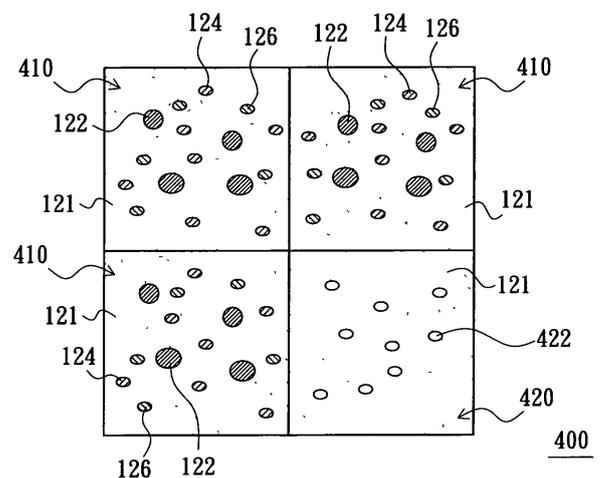
(51) Int Cl.: **G02F 1/167 (2019.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität: 097146636 01.12.2008 TW	(72) Erfinder: Wang, Yi-Ching, Hsinchu, TW; Wang, Tzu-Ming, Hsinchu, TW
(73) Patentinhaber: Prime View International Co. Ltd., Hsinchu, TW	(56) Ermittelter Stand der Technik: US 2007 / 0 126 694 A1 US 2007 / 0 268 244 A1 JP 2006- 343 457 A
(74) Vertreter: Reichert & Lindner Partnerschaft Patentanwälte, 93049 Regensburg, DE	

(54) Bezeichnung: **Pixel-Struktur eines Elektrophoretischen Farbdisplays**

(57) Hauptanspruch: Pixel-Struktur (400) für ein elektrophoretisches Farbdisplay, gekennzeichnet durch:
eine Vielzahl erster Subpixel-Strukturen (410), wobei jede erste Subpixel-Struktur (410) umfasst:
eine erste Ansteuereinheit (110);
eine erste Anzeigeeinheit (120), welche auf der ersten Ansteuereinheit (110) aufgebracht ist, wobei die erste Anzeigeeinheit (120) eine Vielzahl erster geladener Teilchen (122) und eine Vielzahl zweiter geladener Teilchen (124) umfasst, wobei die Durchmesser der ersten geladenen Teilchen (122) größer sind als die Durchmesser der zweiten geladenen Teilchen (124), wobei die ersten geladenen Teilchen (122) und die zweiten geladenen Teilchen (124) die gleiche elektrische Eigenschaft haben,
und wobei die ersten geladenen Teilchen (122) und die zweiten geladenen Teilchen (124) unterschiedliche Farben haben; und
eine erste transparente Elektrode (130), welche auf der ersten Anzeigeeinheit (120) aufgebracht ist, wobei die erste transparente Elektrode (130) als gemeinsame Elektrode für die ersten Subpixel-Strukturen (410) dient, umfasst;
eine zweite Subpixel-Struktur (420), welche :
eine zweite Ansteuereinheit;
eine zweite Anzeigeeinheit, welche auf der zweiten Ansteuereinheit aufgebracht ist, wobei die zweite Anzeigeeinheit eine Vielzahl dritter geladener Teilchen (126) und eine Vielzahl vierter geladener Teilchen (422) umfasst, wobei die Durchmesser der dritten geladenen Teilchen (126) und der vierten geladenen Teilchen (422) kleiner sind als die Durchmesser ...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektrophoretisches Display (EPD) und insbesondere eine Pixel-Struktur und eine Subpixel-Struktur eines elektrophoretischen Farbdisplays.

[0002] Mit dem Fortschritt der Flachbildschirmtechnologie und aufgrund der Vorteile der Flachbildschirme in der Form geringen Gewichts, geringer Abmessungen und niedrigen Energieverbrauchs sind Flachbildschirme immer beliebter geworden. Zu den Flachbildschirmen zählen Flüssigkristalldisplays (LCD), Plasmabildschirme (PDP), Displays mit organischen Leuchtdioden (OLED-Displays), elektrophoretische Displays, etc., wobei ein elektrophoretisches Display keine Lichtquelle umfasst, so dass ein elektrophoretisches Display im Vergleich mit anderen Arten von Displays den weiteren Vorteil der Energieersparnis aufweist.

[0003] Das herkömmliche elektrophoretische Display ist ein Monochrom-Display. Jedoch wird zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit des herkömmlichen elektrophoretischen Displays ein Farbfilter in Verbindung mit der herkömmlichen Technologie benutzt, um das elektrophoretische Display zu färben. Auf diese Weise können mit einem herkömmlichen elektrophoretischen Display Farben dargestellt werden. Jedoch wird die Lichtausnutzung des elektrophoretischen Displays durch den Farbfilter vermindert, und dadurch die Helligkeit, der Kontrast und die Farbsättigung des elektrophoretischen Displays herabgesetzt.

[0004] JP2006-343457A, US2007126694A1 und US2007268244A1 offenbaren Subpixel-Strukturen und Pixel-Strukturen für elektrophoretische Farbdisplay, bei denen jeweils eine Ansteuereinheit und eine Anzeigeeinheit, welche mit der Ansteuereinheit verbunden ist, vorgesehen sind. Vielzahlen geladener Teilchen unterschieden sich in ihrer Farbe und Durchmesser, haben jedoch die gleiche elektrische Eigenschaft. Mindestens eine transparente Elektrode ist jeweils vorgesehen.

[0005] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Subpixel-Struktur eines elektrophoretischen Farbdisplays zur Verbesserung der Lichtausnutzung des elektrophoretischen Farbdisplays.

[0006] Die vorliegende Erfindung betrifft ferner eine Pixel-Struktur eines elektrophoretischen Farbdisplays mit einer verbesserten Lichtausnutzung.

[0007] Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem eine Pixel-Struktur eines elektrophoretischen Farbdisplays zur Verbesserung der Lichtausnutzung des elektrophoretischen Farbdisplays.

[0008] Zur Erzielung der oben genannten Vorteile ist eine Subpixel-Struktur des elektrophoretischen Farbdisplays vorgesehen. Die Subpixel-Struktur umfasst eine Ansteuereinheit, eine Anzeigeeinheit und eine transparente Elektrode. Die Anzeigeeinheit ist auf der Ansteuereinheit und die transparente Elektrode auf der Anzeigeeinheit aufgebracht. Die Anzeigeeinheit umfasst eine Vielzahl erster geladener Teilchen und eine Vielzahl zweiter geladener Teilchen. Eine Farbe der ersten geladenen Teilchen unterscheidet sich von einer Farbe der zweiten geladenen Teilchen. Die Durchmesser der ersten geladenen Teilchen sind größer als die Durchmesser der zweiten geladenen Teilchen, und die ersten geladenen Teilchen und die zweiten geladenen Teilchen haben die gleiche elektrische Eigenschaft.

[0009] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die Farbe der ersten geladenen Teilchen aus einer der Farben Rot, Grün und Blau, oder aus einer der Farben Cyan, Magenta und Gelb ausgewählt, und die Farbe der zweiten geladenen Teilchen ist Weiß.

[0010] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst die Anzeigeeinheit ferner eine Vielzahl dritter geladener Teilchen, wobei die Durchmesser der dritten geladenen Teilchen kleiner sind als die Durchmesser der ersten geladenen Teilchen, wobei die dritten geladenen Teilchen und die ersten geladenen Teilchen entgegengesetzte elektrische Eigenschaften haben, und wobei die Farbe der ersten geladenen Teilchen, die Farbe der zweiten geladenen Teilchen und die Farbe der dritten geladenen Teilchen verschieden sind. Außerdem stimmt ein Bereich von Durchmesserwerten der dritten geladenen Teilchen mit einem Bereich von Durchmesserwerten der zweiten geladenen Teilchen überein. Die Farbe der ersten geladenen Teilchen wird aus einer der Farben Rot, Grün und Blau oder aus einer der Farben Cyan, Magenta und Gelb ausgewählt, die Farbe der zweiten geladenen Teilchen ist Weiß, und die Farbe der dritten geladenen Teilchen ist Schwarz. In einer anderen Ausführungsform umfassen die Farben der ersten geladenen Teilchen, der zweiten geladenen Teilchen und der dritten geladenen Teilchen die Farben Rot, Grün und Blau oder die Farben Cyan, Magenta und Gelb.

[0011] Um die oben genannten Vorteile zu erzielen, ist ferner eine Pixel-Struktur eines elektrophoretischen Farbdisplays vorgesehen. Die Pixel-Struktur umfasst eine Vielzahl erster Subpixel Strukturen. Jede der ersten Subpixel-Strukturen umfasst eine erste Ansteuereinheit, eine erste Anzeigeeinheit und eine erste transparente Elektrode, wobei die erste Anzeigeeinheit auf der ersten Ansteuereinheit und die erste transparente Elektrode auf der ersten Anzeigeeinheit aufgebracht sind. Die erste transparente Elektrode dient als gemeinsame Elektrode für die

ersten Subpixel-Strukturen. Die erste Anzeigeeinheit umfasst eine Vielzahl erster geladener Teilchen, eine Vielzahl zweiter geladener Teilchen und eine Vielzahl dritter geladener Teilchen. Die Durchmesser der ersten geladenen Teilchen sind größer als die Durchmesser der zweiten geladenen Teilchen und der dritten geladenen Teilchen. Die ersten geladenen Teilchen und die zweiten geladenen Teilchen haben die gleiche elektrische Eigenschaft, und die ersten geladenen Teilchen und die dritten geladenen Teilchen haben entgegengesetzte elektrische Eigenschaften. Die ersten geladenen Teilchen, die zweiten geladenen Teilchen und die dritten geladenen Teilchen sind unterschiedlich gefärbt.

[0012] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die ersten geladenen Teilchen ein und derselben ersten Subpixel-Struktur einheitlich gefärbt, die Farben der ersten geladenen Teilchen der ersten Subpixel-Strukturen umfassen Rot, Grün und Blau oder umfassen Cyan, Magenta und Gelb, die Farbe der zweiten geladenen Teilchen ist Weiß und die Farbe der dritten geladenen Teilchen ist Schwarz.

[0013] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung stimmt ein Bereich von Durchmesserwerten der zweiten geladenen Teilchen mit einem Bereich von Durchmesserwerten der dritten geladenen Teilchen überein.

[0014] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst die Pixel-Struktur des elektrophoretischen Farbdisplays des Weiteren eine zweite Subpixel-Struktur. Die zweite Subpixel-Struktur umfasst eine zweite Ansteuereinheit, eine zweite Anzeigeeinheit und eine zweite transparente Elektrode, wobei die zweite Anzeigeeinheit auf der zweiten Ansteuereinheit und die zweite transparente Elektrode auf der zweiten Anzeigeeinheit aufgebracht ist. Die zweite Anzeigeeinheit umfasst eine Vielzahl vierter geladener Teilchen. Eine Farbe der vierten geladenen Teilchen ist von den Farben der ersten geladenen Teilchen, der zweiten geladenen Teilchen und der dritten geladenen Teilchen verschieden. Die Durchmesser der vierten geladenen Teilchen sind kleiner als die Durchmesser der ersten geladenen Teilchen.

[0015] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die ersten geladenen Teilchen, die zweiten geladenen Teilchen und die dritten geladenen Teilchen jeweils einheitlich gefärbt, die Farben der ersten geladenen Teilchen, der zweiten geladenen Teilchen und der dritten geladenen Teilchen umfassen Cyan, Magenta und Gelb, und die Farbe der vierten geladenen Teilchen ist Weiß.

[0016] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die ersten geladenen Teilchen, die

zweiten geladenen Teilchen und die dritten geladenen Teilchen jeweils einheitlich gefärbt, die Farben der ersten geladenen Teilchen, der zweiten geladenen Teilchen und der dritten geladenen Teilchen umfassen Rot, Grün und Blau, und die Farbe der vierten geladenen Teilchen ist Schwarz.

[0017] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung stimmt ein Bereich von Durchmesserwerten der zweiten geladenen Teilchen mit einem Bereich von Durchmesserwerten der dritten geladenen Teilchen überein.

[0018] Um die oben genannten Vorteile zu erzielen ist ferner eine Pixel-Struktur eines elektrophoretischen Farbdisplays vorgesehen. Die Pixel-Struktur umfasst eine Vielzahl erster Subpixel-Strukturen und eine zweite Subpixel-Struktur. Jede der ersten Subpixel-Strukturen umfasst eine erste Ansteuereinheit, eine erste Anzeigeeinheit und eine erste transparente Elektrode, wobei die erste Anzeigeeinheit auf der ersten Ansteuereinheit und die erste transparente Elektrode auf der ersten Anzeigeeinheit aufgebracht ist. Die erste transparente Elektrode dient als gemeinsame Elektrode für die ersten Subpixelstrukturen. Die erste Anzeigeeinheit umfasst eine Vielzahl erster geladener Teilchen und eine Vielzahl zweiter geladener Teilchen. Die Durchmesser der ersten geladenen Teilchen sind größer als die Durchmesser der zweiten geladenen Teilchen. Die ersten geladenen Teilchen und die zweiten geladenen Teilchen haben die gleiche elektrische Eigenschaft. Die ersten geladenen Teilchen und die zweiten geladenen Teilchen haben unterschiedliche Farben. Weiterhin umfasst die zweite Subpixel-Struktur eine zweite Ansteuereinheit, eine zweite Anzeigeeinheit und eine zweite transparente Elektrode, wobei die zweite Anzeigeeinheit auf der zweiten Ansteuereinheit und die zweite transparente Elektrode auf der zweiten Anzeigeeinheit aufgebracht ist. Die zweite Anzeigeeinheit umfasst eine Vielzahl dritter geladener Teilchen und eine Vielzahl vierter geladener Teilchen. Die Durchmesser der dritten geladenen Teilchen und der vierten geladenen Teilchen sind kleiner als die Durchmesser der ersten geladenen Teilchen. Die dritten geladenen Teilchen und die vierten geladenen Teilchen haben entgegengesetzte elektrische Eigenschaften. Eine Farbe der dritten geladenen Teilchen ist verschieden von einer Farbe der vierten geladenen Teilchen.

[0019] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die ersten geladenen Teilchen ein und derselben ersten Subpixel-Struktur einheitlich gefärbt, wobei die Farben der ersten geladenen Teilchen der ersten Subpixel-Strukturen die Farben Rot, Grün und Blau oder die Farben Cyan, Magenta und Gelb umfassen, die Farbe der zweiten geladenen Teilchen und der dritten geladenen Teilchen Weiß ist, und die Farbe der vierten geladenen Teilchen Schwarz ist.

[0020] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung stimmen ein Bereich von Durchmesserwerten der zweiten geladenen Teilchen, ein Bereich von Durchmesserwerten der dritten geladenen Teilchen und ein Bereich von Durchmesserwerten der vierten geladenen Teilchen überein.

[0021] In der vorliegenden Erfindung wird ein Prinzip, dass geladene Teilchen mit verschiedenen Durchmessern in einer Lösung unterschiedliche elektrophoretische Geschwindigkeiten aufweisen, genutzt, um die unterschiedlich gefärbten geladenen Teilchen anzutreiben, um so mehrere Farben darzustellen. Da die Subpixel-Struktur der vorliegenden Erfindung keinerlei Farbfilter bedarf, weist die Subpixel-Struktur der vorliegenden Erfindung eine verbesserte Lichtausnutzung auf. Ferner wird die oben genannte Subpixel-Struktur in der Pixel-Struktur eines elektrophoretischen Farbdisplays gemäß jeder Ausführungsform der Erfindung benutzt, um Farbeffekte zu erzielen. Da die Pixel-Struktur des elektrophoretischen Farbdisplays keinen Farbfilter benötigt, weist das elektrophoretische Farbdisplay, welches eine Vielzahl solcher Pixel-Strukturen umfasst, eine verbesserte Lichtausnutzung auf.

[0022] Diese und andere Merkmale und Vorteile der verschiedenen hier offenbarten Ausführungsformen werden durch die folgende Beschreibung und die Zeichnungen verständlicher, in denen gleiche Bezugszeichen durchweg auf gleiche Elemente verweisen, und worin:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Subpixel-Struktur eines elektrophoretischen Farbdisplays gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist,

Fig. 2 eine schematische Darstellung ist, welche die Subpixel-Struktur der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in unterschiedlichen Zuständen zeigt,

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Subpixel-Struktur gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist,

Fig. 4 eine schematische Darstellung ist, welche die Subpixel-Struktur der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in unterschiedlichen Zuständen zeigt,

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Pixel-Struktur eines elektrophoretischen Farbdisplays gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist,

Fig. 6 eine schematische Darstellung einer Pixel-Struktur eines elektrophoretischen Farbdisplays gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, und

Fig. 7 eine schematische Darstellung einer Pixel-Struktur eines elektrophoretischen Farbdisplays gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist.

[0023] Eine elektrophoretische Geschwindigkeit eines geladenen Teilchens in einer Lösung kann durch die folgende Gleichung ausgedrückt werden:

$$m = q/6\pi \eta$$

[0024] Dabei ist „m“ die elektrophoretische Geschwindigkeit des geladenen Teilchens in der Lösung, „q“ die Größe der Ladung des geladenen Teilchens, „γ“ der Durchmesser des geladenen Teilchens, und „η“ die Viskosität der Lösung. Die oben erwähnte Gleichung zeigt, dass die elektrophoretische Geschwindigkeit des geladenen Teilchens in der Lösung umgekehrt proportional zum Durchmesser des geladenen Teilchens ist. Mit anderen Worten, je größer der Durchmesser des geladenen Teilchens, desto geringer die elektrophoretische Geschwindigkeit des geladenen Teilchens in der Lösung. Entsprechend dieses Prinzips stellen die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung Subpixel-Strukturen und Pixel-Strukturen elektrophoretischer Farbdisplays bereit.

[0025] **Fig. 1** ist eine schematische Darstellung einer Subpixel-Struktur eines elektrophoretischen Farbdisplays gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Bezugnehmend auf **Fig. 1** umfasst die Subpixel-Struktur **100** eines elektrophoretischen Farbdisplays der vorliegenden Ausführungsform eine Ansteuereinheit **110**, eine Anzeigeeinheit **120** und eine transparente Elektrode **130**, wobei die Anzeigeeinheit **120** auf der Ansteuereinheit **110** und die transparente Elektrode **130** auf der Anzeigeeinheit **120** aufgebracht ist. Die Ansteuereinheit **110** kann eine aktive oder eine passive Ansteuereinheit sein, und in der vorliegenden Ausführungsform wird eine aktive Ansteuereinheit als Beispiel verwendet. Die Ansteuereinheit **110** umfasst ein Antriebselement **112** und eine Elektrode **114**, welche mit dem Antriebselement **112** in elektrischem Kontakt steht. Das Antriebselement **112** ist beispielsweise ein Dünnschichttransistor (TFT), und die Elektrode **114** kann als lichtabsorbierende Schicht ausgebildet sein. Ferner kann die transparente Elektrode **130** aus Indium-Zinn-Oxid (ITO), Indium-Zink-Oxid (IZO), Zinkoxid, oder Indium-Gallium-Zink-Oxid (IGZO) bestehen.

[0026] Die Anzeigeeinheit **120** kann eine mikrokapselte Anzeigeeinheit oder eine Mikronapf-Anzeigeeinheit sein; die Mikronapf-Ausführung wird in **Fig. 1** als Beispiel verwendet. Die Anzeigeeinheit **120** umfasst eine Lösung **121**, eine Vielzahl erster geladener Teilchen **122** und eine Vielzahl zweiter geladener Teilchen **124**, wobei sich die ersten geladenen Teil-

chen **122** und die zweiten geladenen Teilchen **124** in der Lösung **121** befinden. Die ersten geladenen Teilchen **122** und die zweiten geladenen Teilchen **124** können aus organischem Material oder aus anorganischem Material wie zum Beispiel Titandioxid bestehen. Bereiche von Durchmesserwerten der ersten geladenen Teilchen **122** und der zweiten geladenen Teilchen **124** liegen zwischen 0,01 Mikrometer und 2 Mikrometer, und die Durchmesser der ersten geladenen Teilchen **122** sind größer als die Durchmesser der zweiten geladenen Teilchen **124**. Ferner haben die ersten geladenen Teilchen **122** und die zweiten geladenen Teilchen **124** die gleiche elektrische Eigenschaft, und das bedeutet, dass sowohl die ersten geladenen Teilchen **122** als auch die zweiten geladenen Teilchen **124** entweder positive Teilchen oder negative Teilchen sind. Eine Farbe der ersten geladenen Teilchen **122** unterscheidet sich von einer Farbe der zweiten geladenen Teilchen **124**. Beispielsweise wird die Farbe der ersten geladenen Teilchen **122** aus einer der Farben Rot, Grün und Blau oder aus einer der Farben Cyan, Magenta und Gelb ausgewählt, und die Farbe der zweiten geladenen Teilchen **124** ist Weiß.

[0027] Fig. 2 ist eine schematische Darstellung, welche die Subpixel-Struktur der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in verschiedenen Zuständen zeigt. Mit Bezugnahme auf Fig. 2 und für den Fall, dass die ersten geladenen Teilchen **122** und die zweiten geladenen Teilchen **124** positive Teilchen sind, wird, wenn die Subpixel-Struktur **100** zur Darstellung der Farbe der zweiten geladenen Teilchen **124** benutzt wird, ein positives Potenzial an die Elektrode **114** angelegt. Somit werden die ersten geladenen Teilchen und die zweiten geladenen Teilchen zur transparenten Elektrode **130** bewegt. Da die Durchmesser der zweiten geladenen Teilchen **124** kleiner sind als die Durchmesser der ersten geladenen Teilchen **122**, ist die elektrophoretische Geschwindigkeit der zweiten geladenen Teilchen **124** höher als die elektrophoretische Geschwindigkeit der ersten geladenen Teilchen **122**. Somit haben sich zur Zeit T1 die zweiten geladenen Teilchen **124** nahe zur transparenten Elektrode **130** hinbewegt, und die ersten geladenen Teilchen **122** haben sich noch nicht nahe zur transparenten Elektrode **130** hinbewegt. Zu diesem Zeitpunkt wird das an die Elektrode **114** angelegte positive Potenzial abgeschaltet, um die ersten geladenen Teilchen **122** und die zweiten geladenen Teilchen **124** anzuhalten. Dann zeigt die Subpixel-Struktur **100** die Farbe der zweiten geladenen Teilchen **124** (z.B. Weiß).

[0028] Wird die Subpixel-Struktur **100** benutzt, um die Farbe der ersten geladenen Teilchen **122** darzustellen, wird das positive Potenzial fortgesetzt an die Elektrode **114** angelegt. Dann haben sich zum Zeitpunkt T2 die ersten geladenen Teilchen **122** und die zweiten geladenen Teilchen **124** nahe zur transpa-

renten Elektrode **130** hinbewegt. Sodann wird ein negatives Potenzial an die Elektrode **114** angelegt, um die ersten geladenen Teilchen **122** und die zweiten geladenen Teilchen **124** auf die Elektrode **114** zuzubewegen. Da die elektrophoretische Geschwindigkeit der zweiten geladenen Teilchen **124** größer ist als die elektrophoretische Geschwindigkeit der ersten geladenen Teilchen **122**, befinden sich zu einem Zeitpunkt T3 die ersten geladenen Teilchen **122** noch immer nahe bei der transparenten Elektrode **130**, aber die zweiten geladenen Teilchen **124** haben sich weit von der transparenten Elektrode **130** wegbewegt. Zu diesem Zeitpunkt wird das an die Elektrode **114** angelegte negative Potenzial abgeschaltet, um die ersten geladenen Teilchen **122** und die zweiten geladenen Teilchen **124** anzuhalten. Dann zeigt die Subpixel-Struktur **100** die Farbe der ersten geladenen Teilchen **122** (z.B. Rot, Grün, Blau, Cyan, Magenta, Gelb).

[0029] Die vorliegende Ausführungsform benutzt das Prinzip, dass die elektrophoretische Geschwindigkeit eines geladenen Teilchens in der Lösung umgekehrt proportional zum Durchmesser des geladenen Teilchens ist, um die ersten geladenen Teilchen **122** und die zweiten geladenen Teilchen **124** anzutreiben, so dass die Subpixel-Struktur **100** die Farbe der ersten geladenen Teilchen **122** oder die Farbe der zweiten geladenen Teilchen **124** zeigt. Da die Subpixel-Struktur **100** keinerlei Farbfilter benötigt, weist die Subpixel-Struktur **100** eine verbesserte Lichtausnutzung auf. Ferner kann eine Pixel-Struktur aus einer Vielzahl von Subpixel-Strukturen **100** bestehen, und das elektrophoretische Farbdisplay eine Vielzahl von Pixel-Strukturen umfassen, wobei die Farben der ersten geladenen Teilchen **122** der Subpixel-Strukturen **100** einer Pixel-Struktur verschieden sind. Beispielsweise kann jede Pixel-Struktur drei Subpixel-Strukturen **100** umfassen, und die Farben der ersten geladenen Teilchen **122** der drei Subpixel-Strukturen **100** können Rot, Blau und Grün sein. Die Pixel-Struktur wird unten detaillierter mit Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

[0030] Fig. 3 ist eine schematische Darstellung der Subpixel-Struktur gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In Fig. 3 ist die Subpixel-Struktur **100'** der zweiten Ausführungsform ähnlich der Subpixel-Struktur **100** der Fig. 1, der Unterschied ist, dass die Anzeigeeinheit **120** der Subpixel-Struktur **100'** des Weiteren eine Vielzahl dritter geladener Teilchen **126** umfasst. Die Durchmesser der dritten geladenen Teilchen **126** sind kleiner als die Durchmesser der ersten geladenen Teilchen **122**, und die Bereiche der Durchmesserwerte der dritten geladenen Teilchen **126** und der zweiten geladenen Teilchen **124** stimmen beispielsweise überein. Die dritten geladenen Teilchen **126** und die ersten geladenen Teilchen **122** haben entgegengesetzte elektrische Eigenschaften. Zum Beispiel sind die ersten geladenen Teilchen **122** und die zweiten geladenen

Teilchen **124** positive Teilchen, und die dritten geladenen Teilchen **126** sind negative Teilchen. Ferner sind die ersten geladenen Teilchen **122**, die zweiten geladenen Teilchen **124** und die dritten geladenen Teilchen **126** unterschiedlich gefärbt. Zum Beispiel kann die Farbe der ersten geladenen Teilchen **122** aus den Farben Rot, Grün und Blau oder aus den Farben Cyan, Magenta und Gelb ausgewählt werden, die Farbe der zweiten geladenen Teilchen **124** ist Weiß, und die Farbe der dritten geladenen Teilchen **126** ist Schwarz. In einer anderen Ausführungsform umfassen die Farben der ersten geladenen Teilchen **122**, der zweiten geladenen Teilchen **124** und der dritten geladenen Teilchen **126** die Farben Rot, Grün und Blau oder die Farben Cyan, Magenta und Gelb.

[0031] Fig. 4 ist eine schematische Darstellung, welche die Subpixel-Struktur der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in verschiedenen Zuständen zeigt. Mit Bezugnahme auf Fig. 4 und für den Fall, dass die ersten geladenen Teilchen **122** und die zweiten geladenen Teilchen **124** positive Teilchen sind, ist das Verfahren, um mit der Subpixel-Struktur **100'** die Farbe der ersten geladenen Teilchen **122** oder die Farbe der zweiten geladenen Teilchen **124** darzustellen, dem entsprechenden Verfahren der ersten Ausführungsform ähnlich. Anders ausgedrückt, zum Zeitpunkt T1 zeigt die Subpixel-Struktur **100'** die Farbe der zweiten geladenen Teilchen **124**, und zum Zeitpunkt T3 zeigt die Subpixel-Struktur **100'** die Farbe der ersten geladenen Teilchen **122**.

[0032] Soll mit der Subpixel-Struktur **100'** die Farbe der dritten geladenen Teilchen **126** dargestellt werden, so wird ein negatives Potenzial an die Elektrode **114** angelegt, um die ersten geladenen Teilchen **122** und die zweiten geladenen Teilchen **124** auf die Elektrode **114** zuzubewegen, und um die dritten geladenen Teilchen **126** zur transparenten Elektrode **130** hinzubewegen. Somit befinden sich zum Zeitpunkt T4 die dritten geladenen Teilchen **126** nahe der transparenten Elektrode **130**. Zu diesem Zeitpunkt wird das an die Elektrode **114** angelegte negative Potenzial abgeschaltet, um die ersten geladenen Teilchen **122**, die zweiten geladenen Teilchen **124** und die dritten geladenen Teilchen **126** anzuhalten. Dann zeigt die Subpixel-Struktur **100'** die Farbe der dritten geladenen Teilchen **126**.

[0033] Ähnlich der ersten Ausführungsform benötigt die Subpixel-Struktur **100'** der zweiten Ausführungsform keinerlei Farbfilter, so dass die Subpixel-Struktur **100'** eine verbesserte Lichtausnutzung aufweist.

[0034] Fig. 5 ist eine schematische Darstellung einer Pixel-Struktur eines elektrophoretischen Farbdisplays gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Mit Bezugnahme auf die Abb. 1 und Abb. 5 umfasst die Pixel-Struktur **200** eines elek-

trophoretischen Farbdisplays der vorliegenden Ausführungsform eine Vielzahl erster Subpixel-Strukturen und eine zweite Subpixel-Struktur **220**, wobei die Farben der ersten Subpixel-Strukturen unterschiedlich sind. Zur klaren Beschreibung werden die Bezugszeichen **210a**, **210b** und **210c** benutzt, um die unterschiedlich gefärbten ersten Subpixel-Strukturen zu bezeichnen. Jede der ersten Subpixel-Strukturen **210a**, **210b** und **210c** umfasst eine erste Ansteuereinheit, eine erste Anzeigeeinheit, und eine erste transparente Elektrode. Die erste transparente Elektrode dient als gemeinsame Elektrode für die ersten Subpixel-Strukturen **210a**, **210b** und **210c**. In der vorliegenden Ausführungsform kann jede der ersten Subpixel-Strukturen **210a**, **210b** und **210c** die Subpixel-Struktur **100** der ersten Ausführungsform bilden, aber die Farben der ersten geladenen Teilchen der ersten Subpixel-Strukturen **210a**, **210b** und **210c** sind unterschiedlich. Eine detaillierte Beschreibung der ersten Ansteuereinheit, der ersten Anzeigeeinheit und der ersten transparenten Elektrode wird hier nicht wiederholt, es wird auf die Beschreibung der Ansteuereinheit **110**, der Anzeigeeinheit **120** und der transparenten Elektrode **130** der ersten Ausführungsform verwiesen. Die ersten geladenen Teilchen einer und derselben ersten Subpixel-Struktur sind einheitlich gefärbt. Beispielsweise kann die Farbe der ersten geladenen Teilchen **122** der ersten Subpixel-Struktur **210a** Rot, die Farbe der ersten geladenen Teilchen **122** der ersten Subpixel-Struktur **210b** Grün und die Farbe der ersten geladenen Teilchen **122** der ersten Subpixel-Struktur **210c** Blau sein.

[0035] Die zweite Subpixel-Struktur **220** umfasst eine zweite Ansteuereinheit, eine zweite Anzeigeeinheit und eine zweite transparente Elektrode, wobei für eine detaillierte Beschreibung der zweiten Ansteuereinheit und der zweiten transparenten Elektrode auf die Beschreibung der Ansteuereinheit **110** und der transparenten Elektrode **130** der ersten Ausführungsform verwiesen sei, und die entsprechenden Beschreibungen hier nicht wiederholt werden. Die zweite Anzeigeeinheit der zweiten Subpixel-Struktur **220** umfasst eine Vielzahl dritter geladener Teilchen **222** und eine Vielzahl vierter geladener Teilchen **224**. Die Durchmesser der dritten geladenen Teilchen **222** und der vierten geladenen Teilchen **224** sind kleiner als die Durchmesser der ersten geladenen Teilchen **122**. Die Bereiche der Durchmesserwerte der zweiten geladenen Teilchen **124**, der dritten geladenen Teilchen **222** und der vierten geladenen Teilchen **224** stimmen beispielsweise überein. Die dritten geladenen Teilchen **222** und die vierten geladenen Teilchen **224** haben entgegengesetzte elektrische Eigenschaften. Eine Farbe der dritten geladenen Teilchen **222** ist von einer Farbe der vierten geladenen Teilchen **224** verschieden. Zum Beispiel kann die Farbe der zweiten geladenen Teilchen **124** und der dritten geladenen Teilchen **222** Weiß sein, und die Farbe der vierten geladenen Teilchen **224** kann Schwarz sein.

[0036] In der vorliegenden Ausführungsform kann die erste Subpixel-Struktur **210a** die Farben Rot oder Weiß, die erste Subpixel-Struktur **210b** die Farben Grün oder Weiß, die dritte Subpixel-Struktur **210c** die Farben Blau oder Weiß und die zweite Subpixel-Struktur **220** die Farben Schwarz oder Weiß darstellen. Das Verfahren zur Darstellung unterschiedlicher Farben durch die ersten Subpixel-Strukturen **210a**, **210b** und **210c** ist dem entsprechenden Verfahren der ersten Ausführungsform ähnlich, und wird hier nicht wiederholt. Außerdem ist das Verfahren zur Darstellung der Farben Schwarz oder Weiß durch die zweite Subpixel-Struktur **220** dem Fachmann geläufig und wird hier nicht beschrieben.

[0037] In der vorliegenden Ausführungsform können mit der Pixel-Struktur **200** durch Zusammenwirken der ersten Subpixel-Strukturen **210a**, **210b** und **210c** und der zweiten Subpixel-Struktur **220** mehrere unterschiedliche Farben dargestellt werden. Da die Pixel-Struktur **200** der gegenwärtigen Ausführungsform keinerlei Farbfilter benötigt, weist ein elektrophoretisches Farbdisplay mit einer Vielzahl solcher Pixel-Strukturen **200** eine bessere Lichtausnutzung, größere Helligkeit, erhöhten Kontrast und verbesserte Farbsättigung auf. In einer anderen Ausführungsform können die ersten geladenen Teilchen **122** der ersten Subpixel-Struktur **210a** die Farbe Cyan, die ersten geladenen Teilchen **122** der ersten Subpixel-Struktur **210b** die Farbe Magenta und die ersten geladenen Teilchen **122** der ersten Subpixel-Struktur **210c** die Farbe Gelb aufweisen.

[0038] Fig. 6 ist eine schematische Darstellung der Pixel-Struktur eines elektrophoretischen Farbdisplays gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Mit Bezugnahme auf die **Abb. 3** und **Abb. 6** umfasst die Pixel-Struktur **300** der vorliegenden Ausführungsform eine Vielzahl erster Subpixel-Strukturen, wobei die Farben der ersten Subpixel-Strukturen unterschiedlich sind. Zur klaren Beschreibung werden die unterschiedlich gefärbten ersten Subpixel-Strukturen mit den Bezugszeichen **310a**, **310b** und **310c** bezeichnet. Jede der ersten Subpixel-Strukturen **310a**, **310b** und **310c** umfasst eine erste Ansteuereinheit, eine erste Anzeigeeinheit und eine erste transparente Elektrode. Die erste transparente Elektrode dient als gemeinsame Elektrode für die ersten Subpixel-Strukturen **310a**, **310b** und **310c**. In der vorliegenden Ausführungsform kann jede der ersten Subpixel-Strukturen **310a**, **310b** und **310c** die Subpixel-Struktur **100'** der zweiten Ausführungsform bilden, wobei allerdings die Farben der ersten geladenen Teilchen **122** der ersten Subpixel-Strukturen **310a**, **310b** und **310c** unterschiedlich sind. Eine detaillierte Beschreibung der ersten Ansteuereinheit, der ersten Anzeigeeinheit und der ersten transparenten Elektrode wird hier nicht wiederholt, es sei auf die Beschreibung der Ansteuereinheit **110**, der Anzeigeeinheit

einheit **120** und der transparenten Elektrode **130** der ersten Ausführungsform verwiesen.

[0039] Die ersten geladenen Teilchen **122** ein und derselben ersten Subpixel-Struktur sind einheitlich gefärbt. Zum Beispiel kann die Farbe der ersten geladenen Teilchen **122** der ersten Subpixel-Struktur **310a** Rot, die Farbe der ersten geladenen Teilchen **122** der ersten Subpixel-Struktur **310b** Grün und die Farbe der ersten geladenen Teilchen **122** der ersten Subpixel-Struktur **310c** Blau sein. Die Farbe der zweiten geladenen Teilchen **124** kann Weiß und die Farbe der dritten geladenen Teilchen **126** kann Schwarz sein.

[0040] In der vorliegenden Ausführungsform sind durch die erste Subpixel-Struktur **310a** die Farben Rot, Weiß und Schwarz, durch die erste Subpixel-Struktur **310b** die Farben Grün, Weiß und Schwarz und durch die erste Subpixel-Struktur **310c** die Farben Blau, Weiß und Schwarz darstellbar. Mit der Pixel-Struktur **300** sind durch ein Zusammenwirken der ersten Subpixel-Strukturen **310a**, **310b** und **310c** mehrere unterschiedliche Farben darstellbar. Da die Pixel-Struktur **300** der vorliegenden Ausführungsform keinen Farbfilter benötigt, weist ein elektrophoretisches Farbdisplay mit einer Vielzahl solcher Pixel-Strukturen **300** eine höhere Lichtausnutzung, verbesserte Helligkeit, erhöhten Kontrast und erhöhte Farbsättigung auf.

[0041] Das Verfahren zur Darstellung unterschiedlicher Farben mit den Subpixel-Strukturen **310a**, **310b** und **310c** ist ähnlich dem entsprechenden Verfahren der zweiten Ausführungsform und wird hier nicht wiederholt. In einer anderen Ausführungsform können die ersten geladenen Teilchen **122** der ersten Subpixel-Struktur **310a** die Farbe Cyan, die ersten geladenen Teilchen **122** der ersten Subpixel-Struktur **310b** die Farbe Magenta und die ersten geladenen Teilchen **122** der ersten Subpixel-Struktur **310c** die Farbe Gelb aufweisen.

[0042] Fig. 7 ist eine schematische Darstellung der Pixel-Struktur eines elektrophoretischen Farbdisplays gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Mit Bezugnahme auf die **Abb. 3** und **Abb. 7** umfasst die Pixel-Struktur **400** der vorliegenden Ausführungsform eine Vielzahl erster Subpixel-Strukturen **410** und eine zweite Subpixel-Struktur **420**. Jede der ersten Subpixel-Strukturen **410** umfasst eine erste Ansteuereinheit, eine erste Anzeigeeinheit und eine erste transparente Elektrode. Die erste transparente Elektrode dient als gemeinsame Elektrode für die ersten Subpixel-Strukturen **410**. In der vorliegenden Ausführungsform kann jede erste Subpixel-Struktur **410** die Subpixel-Struktur **100'** der zweiten Ausführungsform bilden, allerdings unterscheiden sich die Farben der ersten geladenen Teilchen **122**, der zweiten geladenen Teilchen **124**

und der dritten geladenen Teilchen **126** von den Farben nach der zweiten Ausführungsform. Beispielsweise sind die ersten geladenen Teilchen **122** einheitlich gefärbt, die zweiten geladenen Teilchen **124** sind einheitlich gefärbt, die dritten geladenen Teilchen **126** sind einheitlich gefärbt, und die Farben der ersten geladenen Teilchen **122**, der zweiten geladenen Teilchen **124** und der dritten geladenen Teilchen **126** der ersten Subpixel-Struktur **410** umfassen Cyan, Magenta und Gelb. Für eine detaillierte Beschreibung der ersten Ansteuereinheit, der ersten Anzeigeeinheit, und der ersten transparenten Elektrode wird auf die Beschreibung der Ansteuereinheit **110**, der Anzeigeeinheit **120** und der transparenten Elektrode **130** der ersten Ausführungsform verwiesen.

[0043] Die zweite Subpixel-Struktur **420** umfasst eine zweite Ansteuereinheit, eine zweite Anzeigeeinheit und eine zweite transparente Elektrode, wobei für eine detaillierte Beschreibung der zweiten Ansteuereinheit und der zweiten transparenten Elektrode auf die Beschreibung der Ansteuereinheit **110** und der transparenten Elektrode **130** der ersten Ausführungsform verwiesen sei. Die zweite Anzeigeeinheit der zweiten Subpixel-Struktur **420** umfasst eine Vielzahl vierter geladener Teilchen **422**. Die Farbe der vierten geladenen Teilchen **422** unterscheidet sich von den Farben der ersten geladenen Teilchen **122**, der zweiten geladenen Teilchen **124** und der dritten geladenen Teilchen **126**. Die Farbe der vierten geladenen Teilchen **422** ist beispielsweise Weiß. Die Durchmesser der vierten geladenen Teilchen **422** sind kleiner als die Durchmesser der ersten geladenen Teilchen **122**, und die Bereiche der Durchmesserwerte der zweiten geladenen Teilchen **124**, der dritten geladenen Teilchen **126** und der vierten geladenen Teilchen **422** stimmen beispielsweise überein.

[0044] In der vorliegenden Ausführungsform ist mit der ersten Subpixel-Struktur **410** die Farbe Cyan, Magenta oder Gelb und mit der zweiten Subpixel-Struktur **420** die Farbe Weiß darstellbar. Mit der Pixel-Struktur **400** sind durch ein Zusammenwirken der ersten Subpixel-Strukturen **410** und der zweiten Subpixel-Struktur **420** mehrere unterschiedliche Farben darstellbar. Da die Pixel-Struktur **400** der vorliegenden Ausführungsform keinerlei Farbfilter benötigt, weist ein elektrophoretisches Farbdisplay mit einer Vielzahl solcher Pixel-Strukturen **400** eine erhöhte Lichtausnutzung, erhöhte Helligkeit, erhöhten Kontrast und erhöhte Farbsättigung auf.

[0045] Das Verfahren zur Darstellung unterschiedlicher Farben mit den ersten Subpixel-Strukturen **410** ist ähnlich dem entsprechenden Verfahren nach der zweiten Ausführungsform und wird hier nicht wiederholt. Das Verfahren, um mit der zweiten Subpixel-Struktur **420** die Farbe Weiß darzustellen, ist dem Fachmann geläufig und wird hier nicht beschrieben. In einer anderen Ausführungsform sind die ersten ge-

ladenen Teilchen **122**, die zweiten geladenen Teilchen **124** und die dritten geladenen Teilchen **126** jeweils einheitlich gefärbt, und die Farben der ersten geladenen Teilchen **122**, der zweiten geladenen Teilchen **124** und der dritten geladenen Teilchen **126** der ersten Subpixel-Strukturen **410** umfassen Rot, Grün und Blau. Die Farbe der vierten geladenen Teilchen **422** ist zum Beispiel Schwarz.

[0046] Zusammenfassend wird ein Prinzip, dass geladene Teilchen mit unterschiedlichen Durchmessern in einer Lösung unterschiedliche elektrophoretische Geschwindigkeiten aufweisen, in den Subpixel-Strukturen der vorliegenden Erfindung ausgenutzt, um geladene Teilchen mit unterschiedlichen Farben anzutreiben, um so mehrere Farben darzustellen. Da die Subpixel-Struktur der vorliegenden Erfindung keinen Farbfilter benötigt, weist die Subpixel-Struktur der vorliegenden Erfindung eine verbesserte Lichtausnutzung auf. Ferner umfasst die Pixel-Struktur eines elektrophoretischen Farbdisplays gemäß jeder Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die oben erwähnten Subpixel-Strukturen, und in Zusammenarbeit der Subpixel-Strukturen können Farbeffekte erzielt werden. Da die Pixel-Struktur keinen Farbfilter benötigt, weist ein elektrophoretisches Farbdisplay mit einer Vielzahl dieser Pixel-Strukturen eine verbesserte Lichtausnutzung auf.

[0047] Die obige Beschreibung bezieht sich auf Ausführungsbeispiele der Erfindung und hat keinen einschränkenden Charakter. Ein Fachmann kann ausgehend von obiger Offenbarung Abwandlungen vornehmen, welche vom Umfang der Erfindung erfasst sind, was die Ausführung der kammerförmigen Bereiche, das Material und/oder die Ausgestaltung der Befestigungsmittel einschließt. Ferner können die verschiedenen Merkmale der offenbarten Ausführungsformen für sich oder in verschiedenen Kombinationen untereinander verwendet werden, und sollen nicht auf die hier konkret beschriebenen Kombinationen beschränkt sein. Somit soll der Schutzzumfang der Ansprüche nicht durch die dargestellten Ausführungsformen beschränkt werden

Patentansprüche

1. Pixel-Struktur (400) für ein elektrophoretisches Farbdisplay, **gekennzeichnet durch:**
eine Vielzahl erster Subpixel-Strukturen (410), wobei jede erste Subpixel-Struktur (410) umfasst:
eine erste Ansteuereinheit (110);
eine erste Anzeigeeinheit (120), welche auf der ersten Ansteuereinheit (110) aufgebracht ist, wobei die erste Anzeigeeinheit (120) eine Vielzahl erster geladener Teilchen (122) und eine Vielzahl zweiter geladener Teilchen (124) umfasst, wobei die Durchmesser der ersten geladenen Teilchen (122) größer sind als die Durchmesser der zweiten geladenen Teilchen (124), wobei die ersten geladenen Teilchen (122)

und die zweiten geladenen Teilchen (124) die gleiche elektrische Eigenschaft haben,
und wobei die ersten geladenen Teilchen (122) und die zweiten geladenen Teilchen (124) unterschiedliche Farben haben; und
eine erste transparente Elektrode (130), welche auf der ersten Anzeigeeinheit (120) aufgebracht ist, wobei die erste transparente Elektrode (130) als gemeinsame Elektrode für die ersten Subpixel-Strukturen (410) dient, umfasst;
eine zweite Subpixel-Struktur (420), welche :
eine zweite Ansteuereinheit;
eine zweite Anzeigeeinheit, welche auf der zweiten Ansteuereinheit aufgebracht ist, wobei die zweite Anzeigeeinheit eine Vielzahl dritter geladener Teilchen (126) und
eine Vielzahl vierter geladener Teilchen (422) umfasst, wobei die Durchmesser der dritten geladenen Teilchen (126) und der vierten geladenen Teilchen (422) kleiner sind als die Durchmesser der ersten geladenen Teilchen (122), wobei die dritten geladenen Teilchen (126) und die vierten geladenen Teilchen (422) entgegengesetzte elektrische Eigenschaften haben, und wobei eine Farbe der dritten geladenen Teilchen (126) von einer Farbe der vierten geladenen Teilchen (422) verschieden ist; und
eine zweite transparente Elektrode, welche auf der zweiten Anzeigeeinheit aufgebracht ist.

2. Pixel-Struktur für elektrophoretisches Farbdisplay nach Anspruch 1, wobei ein Bereich von Durchmesserwerten der zweiten geladenen Teilchen (124), ein Bereich von Durchmesserwerten der dritten geladenen Teilchen (126), und ein Bereich von Durchmesserwerten der vierten geladenen Teilchen (422) übereinstimmen, wobei die ersten geladenen Teilchen (122) ein und derselben ersten Subpixel-Struktur (410) einheitlich gefärbt sind, wobei die Farben der ersten geladenen Teilchen (122) der ersten Subpixel-Strukturen (410) die Farben Rot, Grün und Blau umfassen oder die Farben Cyan, Magenta und Gelb umfassen, die Farbe der zweiten geladenen Teilchen (124) und die Farbe der dritten geladenen Teilchen (126) Weiß ist, und die Farbe der vierten geladenen Teilchen (422) Schwarz ist.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

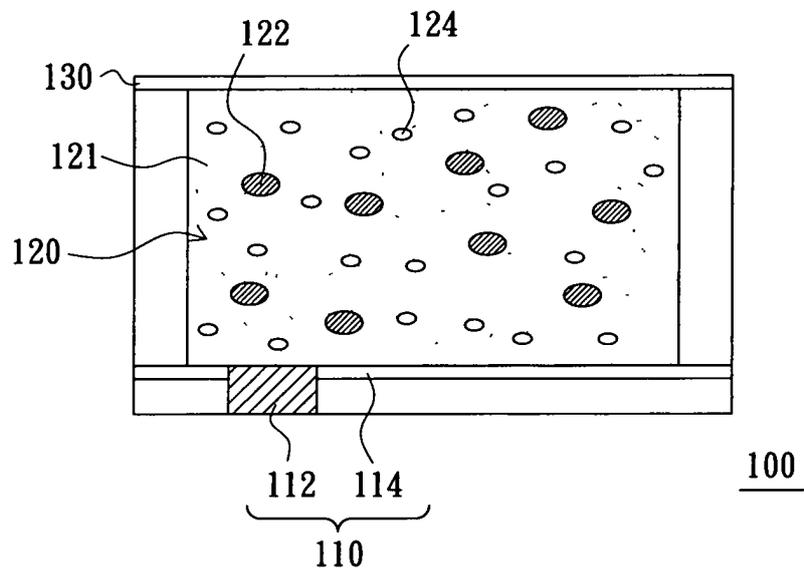


FIG. 1

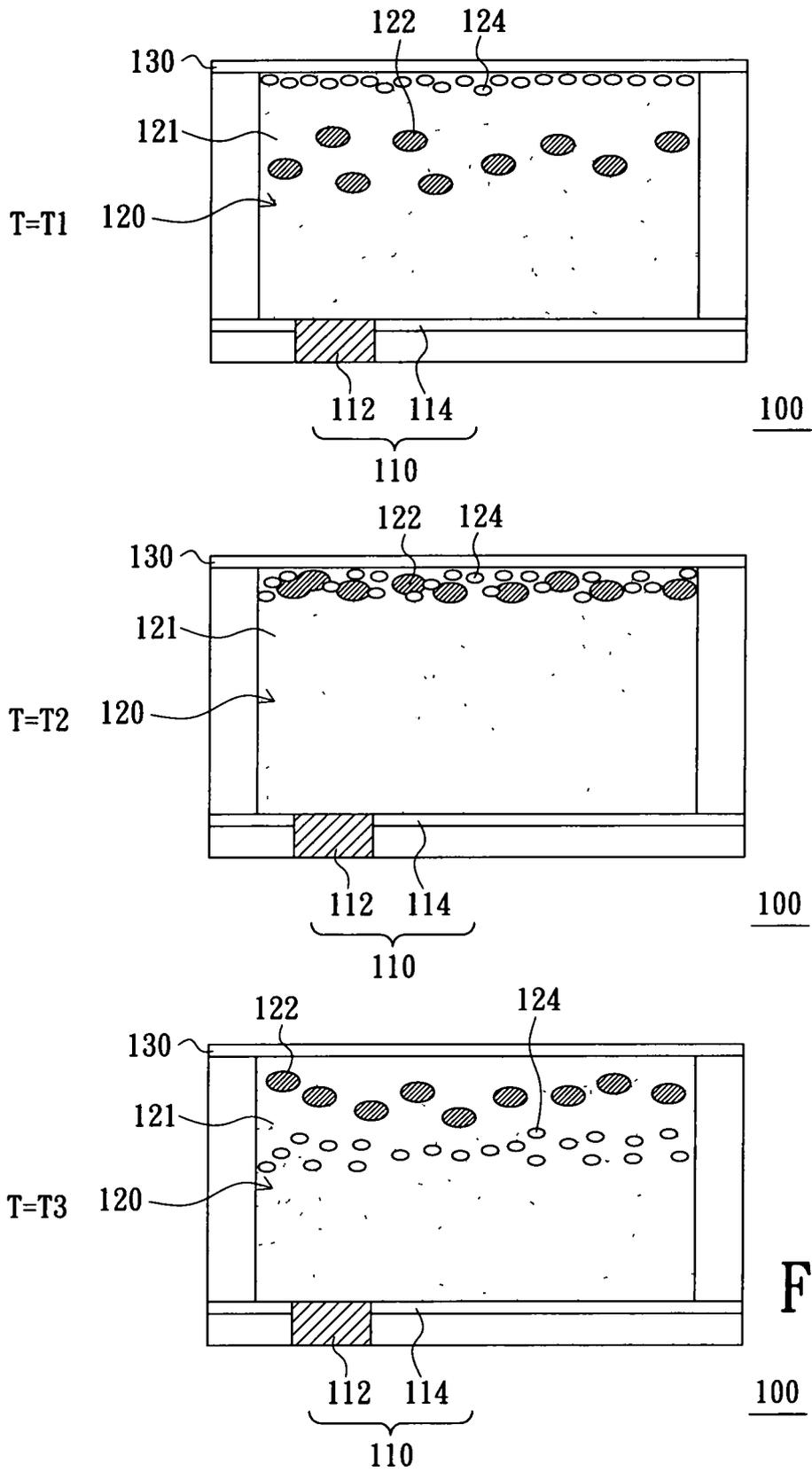


FIG. 2

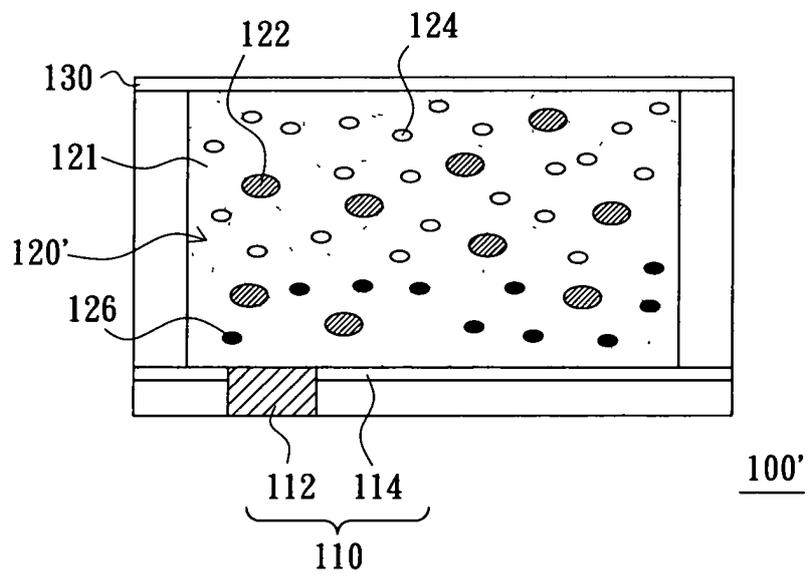


FIG. 3

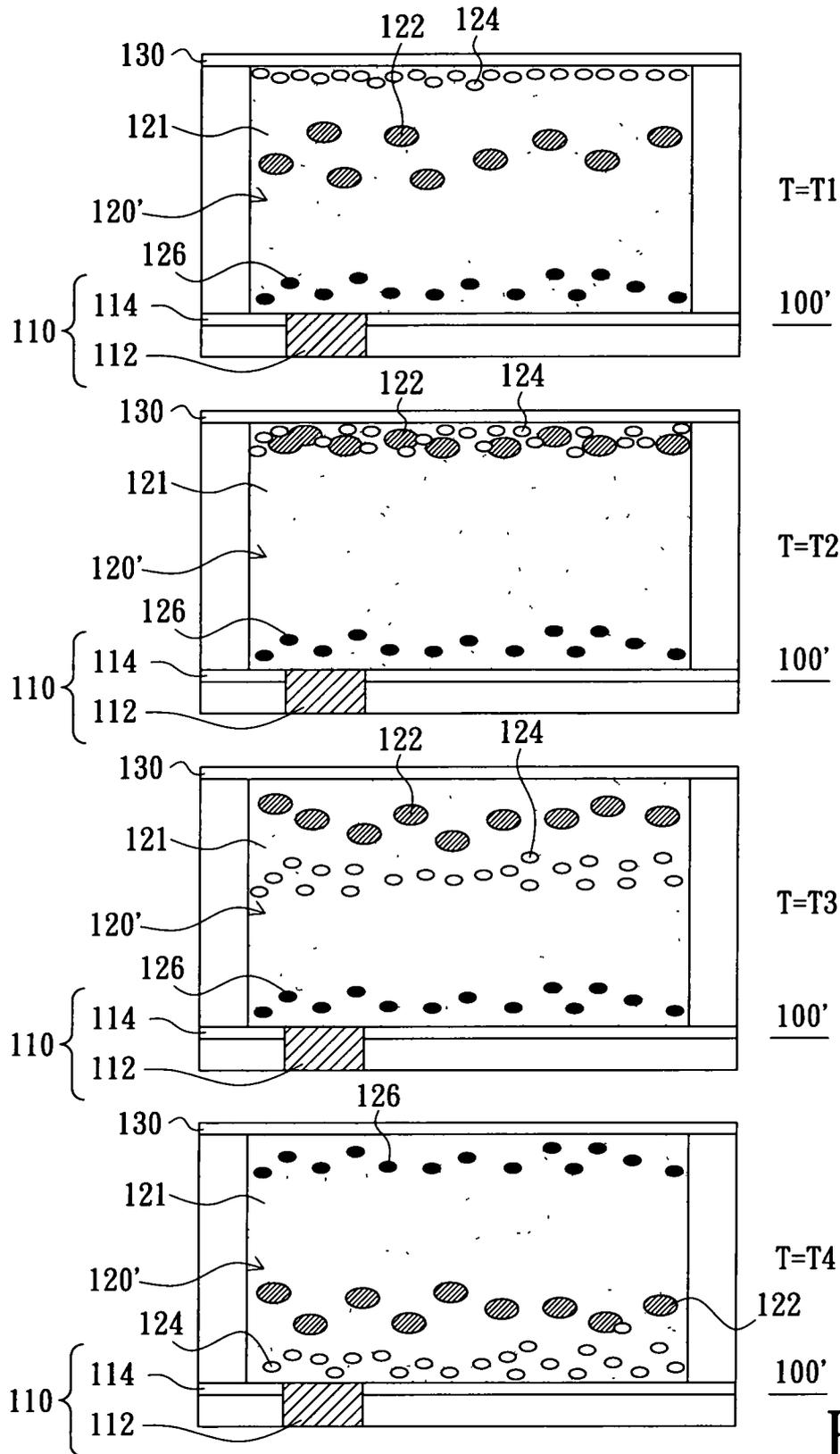


FIG. 4

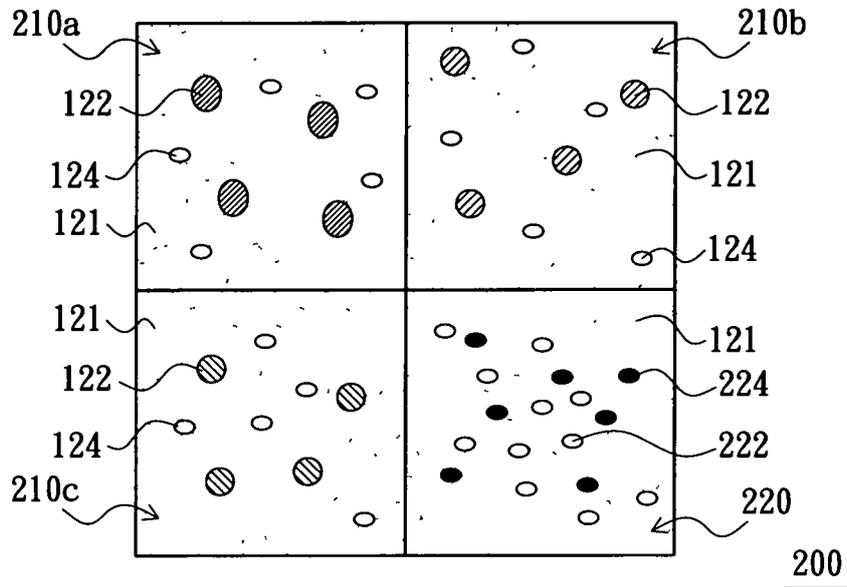


FIG. 5

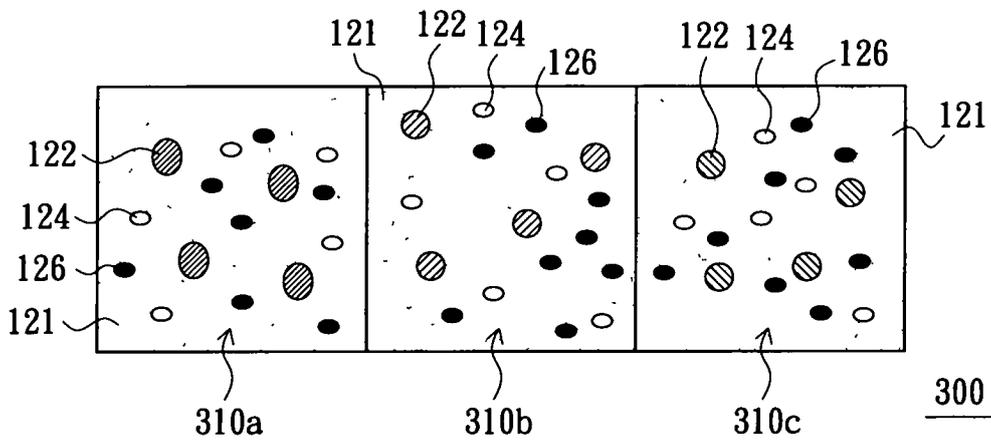


FIG. 6

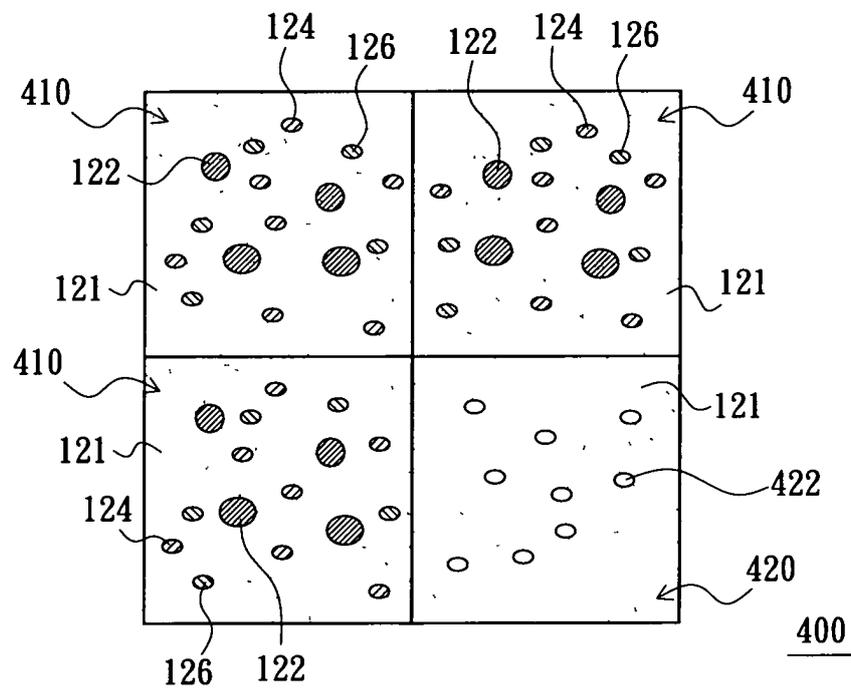


FIG. 7