

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2015-502020

(P2015-502020A)

(43) 公表日 平成27年1月19日 (2015. 1. 19)

|                             |            |             |
|-----------------------------|------------|-------------|
| (51) Int. Cl.               | F I        | テーマコード (参考) |
| <b>H05B 33/04 (2006.01)</b> | H05B 33/04 | 3 K 1 0 7   |
| <b>H01L 51/50 (2006.01)</b> | H05B 33/14 | A           |
| <b>H05B 33/10 (2006.01)</b> | H05B 33/10 |             |

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 42 頁)

|               |                              |          |                                         |
|---------------|------------------------------|----------|-----------------------------------------|
| (21) 出願番号     | 特願2014-543444 (P2014-543444) | (71) 出願人 | 508353293                               |
| (86) (22) 出願日 | 平成24年11月27日 (2012. 11. 27)   |          | ネーデルランツ オルガニサティール フォール トゥーゲパストナトゥールヴェテン |
| (85) 翻訳文提出日   | 平成26年7月7日 (2014. 7. 7)       |          | シャッペリーク オンデルズーク テーエンオー                  |
| (86) 国際出願番号   | PCT/NL2012/050842            |          | オランダ国 2 6 2 8 フェーカー デルフ                 |
| (87) 国際公開番号   | W02013/081457                |          | フト シューマーケルストラート 9 7                     |
| (87) 国際公開日    | 平成25年6月6日 (2013. 6. 6)       | (71) 出願人 | 514131342                               |
| (31) 優先権主張番号  | 11190975.0                   |          | コーニンクレッカ フィリップス エン. フェー.                |
| (32) 優先日      | 平成23年11月28日 (2011. 11. 28)   |          | オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイ                   |
| (33) 優先権主張国   | 欧州特許庁 (EP)                   |          | トホーフェン ハイ テック キャンパス 5                   |
|               |                              | (74) 代理人 | 110000442                               |
|               |                              |          | 特許業務法人 武和国際特許事務所                        |
|               |                              |          | 最終頁に続く                                  |

(54) 【発明の名称】 封止された薄膜デバイス、ならびに修理する方法、修理するためのシステムおよびコンピュータプログラム製品

## (57) 【要約】

本発明は、封止された薄膜デバイス（10、12、14、15、16、17、18）と、封止された薄膜デバイスを製造するために、薄膜デバイス（30）に付けられた封止層（20）を修理する方法と、封止された薄膜デバイスを作り出すために薄膜デバイスに付けられた封止層を修理するためのシステム（200）と、コンピュータプログラム製品とに関する。封止された薄膜デバイスは、薄膜デバイスと、薄膜デバイスを環境の影響から保護するために薄膜デバイスに付けられた封止層とを含む。封止層は、少なくとも第1および第2のバリア層（22、24）と、第1および第2のバリア層の間に配置されたゲッタ層（25）とを含む。封止された薄膜デバイスは、前記バリア層のうち外側のもの（22）の中の局所的な破損箇所（50）を封じ込めるために局所的に付けられた補修材料（40；42、44）をさらに含む。封止された薄膜デバイスの効果は、封止された薄膜デバイスの動作寿命が改善されることである。さらに、封止された薄膜デバイスの製造の製造歩留まりが改善される。

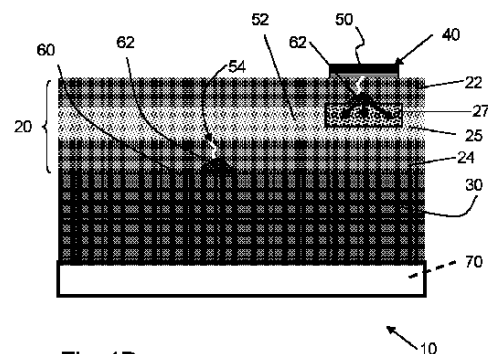


Fig. 1B

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

薄膜デバイス（30）と、前記薄膜デバイス（30）を環境の影響から保護するために前記薄膜デバイス（30）に付けられた封止層（20；80）とを含み、前記封止層は、少なくとも第1および第2のバリヤ層（22、24）を含み、前記バリヤ層のうち外側のもの（22）は、局所的に付けられた補修材料（42）によって封止された局所的な破損箇所（50）を有する、封止された薄膜デバイス（10、12、14、15、16、17、18、19）であって、

前記第1および前記第2のバリヤ層（22、24）の間にゲッタ層（25）が存在し、前記ゲッタ層は、ゲッタ材料を含み、前記ゲッタ層の前記ゲッタ材料は、前記封止された局所的な破損箇所（50）の位置において検出可能な偏移（27）を有し、前記補修材料（42）は、前記バリヤ層のうち前記外側のもの（22）に直接、または、前記バリヤ層のうち前記外側のもの（22）に直接付けられた接着層に直接付けられることを特徴とする封止された薄膜デバイス。

## 【請求項 2】

前記薄膜デバイス（30）は、発光薄膜デバイス（30）である、請求項1に記載の封止された薄膜デバイス（10、12、14、15、16、17、18）。

## 【請求項 3】

前記局所的に付けられた補修材料（40；42、44）は、  
前記局所的な破損箇所（50）を封止するように構成され、局所的に堆積されるように構成された無機材料（40）、または

前記局所的な破損箇所（50）を封止するように構成され、局所的に堆積されるように構成された金属材料（40）、または

前記局所的な破損箇所（50）を封止するために、前記封止層（20）からの局所的に硬化された封止材料（40）

を含む、請求項1に記載の封止された薄膜デバイス（10、12、14、15、16、17、18）。

## 【請求項 4】

前記局所的に付けられた補修材料（40；42、44）は、前記局所的な破損箇所（50）を一緒になって封止する2つの異なる材料を含み、前記補修材料（40；42、44）は、

接着材料（44）および密閉材料（42）であって、前記接着材料（44）は、前記局所的な破損箇所（50）を封止する前記密閉材料（42）の接着性を改善するために前記封止層（20）に付けられる、接着材料（44）および密閉材料（42）、または

金属基材（44）および前記金属基材（44）の中のさらなる局所的な破損箇所（50）を封止するための金属密閉材料（42）であって、前記金属基材（44）は、前記封止層（20）に付けられる、金属基材（44）および金属密閉材料（42）、または

実質的に滴形のもしくは実質的に球形の第1の材料（44）および密閉材料（42）であって、前記実質的に滴形のもしくは実質的に球形の第1の材料（44）は、前記実質的に滴形のもしくは実質的に球形の第1の材料（44）と前記封止層（20）との間で45度より小さな接触角を有し、前記密閉材料（42）は、前記局所的な破損箇所（50）を完全に封止するために、前記実質的に滴形のもしくは実質的に球形の第1の材料（44）を覆う、実質的に滴形のもしくは実質的に球形の第1の材料（44）および密閉材料（42）、または

ゲッタ材料を含む第1の材料（44）および密閉材料（42）であって、前記第1の材料（44）は、前記局所的な破損箇所（50）に入る水を減らし、前記密閉材料（42）は、前記局所的な破損箇所（50）を封止するために前記第1の材料（44）に付けられる、ゲッタ材料を含む第1の材料（44）および密閉材料（42）を含む、請求項1に記載の封止された薄膜デバイス（10、12、14、15、16、17、18）。

10

20

30

40

50

## 【請求項 5】

前記局所的に付けられた補修材料（４０；４２、４４）は、前記薄膜デバイス（３０）によって放射される光に対して少なくとも部分的に透明であるか、または前記局所的に付けられた補修材料（４０；４２、４４）の寸法は、人の裸眼に実質的に見えないように構成される、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の封止された薄膜デバイス（１０、１２、１４、１５、１６、１７、１８）。

## 【請求項 6】

封止された薄膜デバイス（１０、１２、１４）を作り出すために、薄膜デバイス（３０）に付けられた封止層（２０）を修理する方法（１００）であって、前記封止層（２０）は、前記薄膜デバイス（３０）を環境の影響から保護するために前記薄膜デバイス（３０）に付けられ、前記封止層は、少なくとも第 1 および第 2 のバリア層（２２、２４）を含み、前記バリア層のうち外側のもの（２２）は、局所的な破損箇所（５０）を有し、前記第 1 および前記第 2 のバリア層（２２、２４）の間にゲッタ層が存在し、前記ゲッタ層は、ゲッタ材料を含み、

前記修理する方法は、

前記封止された薄膜デバイスを、前記ゲッタ材料に検出可能な変化を引き起こすことができる検出物質を含む環境に曝露させ、前記検出物質が前記局所的な破損箇所を通り抜けて前記ゲッタ層と相互作用して前記ゲッタ層の中に検出可能な偏移を生じさせるステップ、

前記ゲッタ層の前記ゲッタ材料の検出可能な偏移（２７）によって、前記バリア層のうち前記外側のもの（２２）の中の局所的な破損箇所（５０）を検出するステップ（１２０）であって、前記検出可能な偏移は、前記ゲッタ層のゲッタ材料と前記曝露の間に前記局所的な破損箇所を通して侵入する検出物質との間の相互作用の結果として生じる、ステップ、および、

前記封止された薄膜デバイス（１０、１２、１４）を製造するために、前記局所的な破損箇所（５０）を封止する補修材料（４０；４２、４４）を局所的に付けるステップ（１４０）

を含む方法。

## 【請求項 7】

前記方法は、

前記封止層（２０）の中の前記局所的な破損箇所（５０）を検出する前記ステップ（１２０）を実行する前に、または前記局所的な破損箇所（５０）を検出する前記ステップ（１２０）を実行している間に、前記封止層（２０）を含む前記薄膜デバイス（３０）を予め定められた環境に予め定められた時間保持するステップ（１１０）をさらに含む、請求項 6 に記載の修理する方法（１００）。

## 【請求項 8】

前記方法は、

前記薄膜デバイス（３０）の機械的に弱い区域に局所的な破損箇所（５０）を発生させるために、前記薄膜デバイス（３０）に機械的な応力を加えるステップ（１０５）をさらに含む、請求項 6 および 7 のいずれかに記載の修理する方法（１００）。

## 【請求項 9】

前記局所的な破損箇所（５０）を検出する前記ステップは、  
前記局所的な破損箇所（５０）を光学的に（１２０）検出するステップ、または  
前記薄膜デバイス（３０）を活性化して（１１５）発光させ、続いて前記封止層（２０）の中の前記局所的な破損箇所（５０）を光学的に検出するステップ（１２０）を含む、請求項 6 および 7 のいずれかに記載の修理する方法。

## 【請求項 10】

前記補修材料（４０；４２、４４）を局所的に付ける前記ステップ（１４０）は、  
前記局所的な破損箇所（５０）を封止するために、無機材料（４０）を局所的に堆積させるステップ（１４０）、または

前記局所的な破損箇所（５０）を封止するために、金属材料（１４０）を局所的に堆積させるステップ（１４０）、または

密閉材料（４２）の接着性を改善するために、前記封止層（２０）に接着材料（４４）を堆積させるステップ（１４０）、および、続いて、前記局所的な破損箇所（５０）を封止するために、前記密閉材料（４２）を局所的に堆積させるステップ（１４２）、または

前記バリア層のうち前記外側のもの（２２）に金属基材（４４）を堆積させるステップ（１４０）、および、続いて、前記金属基材（４４）の中のさらなる局所的な破損箇所を封止するために、金属密閉材料（４２）を局所的に堆積させるステップ（１４２）、または

実質的に滴形のもしくは実質的に球形の第１の材料（４４）を局所的に堆積させるステップ（１４０）、および、続いて、前記局所的な破損箇所（５０）を封止するために、前記実質的に滴形のもしくは実質的に球形の第１の材料（４４）を覆うために、密閉材料（４２）を堆積させるステップ（１４２）であって、前記実質的に滴形のもしくは実質的に球形の第１の材料（４４）は、前記実質的に滴形のもしくは実質的に球形の第１の材料（４４）と前記封止層（２０）との間で４５度より小さな接触角を有するステップ、または、

ゲッタ材料を含む第１の材料（４４）を堆積させるステップ（１４０）、および、続いて、前記局所的な破損箇所（５０）を封止するための密閉材料（４２）を局所的に堆積させるステップ（１４２）であって、前記第１の材料（４４）は、前記局所的な破損箇所（５０）に入る水を減らす、ステップを含む、請求項６および７のいずれかに記載の修理する方法。

#### 【請求項１１】

前記補修材料（４０；４２、４４）を局所的に付ける前記ステップ（１４０）は、

前記補修材料（４０；４２、４４）のレーザ転写によって前記補修材料（４０；４２、４４）を局所的に付けるステップ、および／または

前記局所的な破損箇所（５０）を封止するための前記補修材料（４０；４２、４４）に後で変換される前記補修材料の液体前駆体を印刷することによって、前記補修材料（４０；４２、４４）を局所的に付けるステップ、および／または

前記補修材料の電気メッキによって前記補修材料（４０；４２、４４）を局所的に付けるステップ、および／または

前記局所的な破損箇所（５０）を封止するために、前記封止層（２０）からの封止材料を局所的に硬化させるための硬化を局所的に付けるステップを含む、請求項６および７のいずれかに記載の修理する方法。

#### 【請求項１２】

前記補修材料（４０；４２、４４）を局所的に付ける前記ステップは、前記薄膜デバイスによって放射される光に対して少なくとも部分的に透明である補修材料を局所的に付けるステップを含むか、または前記補修材料（４０；４２、４４）を局所的に付ける前記ステップは、人の裸眼に実質的に見えないように構成された前記局所的に付けられた補修材料（４０；４２、４４）の寸法を作り出すステップを含む、請求項６から１１のいずれか１項に記載の修理する方法。

#### 【請求項１３】

封止された薄膜デバイス（１０、１２、１４、１５、１６、１７、１８）を作り出すために薄膜デバイス（３０）に付けられた封止層（２０）を修理するためのシステム（２００）であって、前記封止層は、前記薄膜デバイスを環境の影響から保護するために前記薄膜デバイスに付けられ、前記封止層は、少なくとも第１および第２のバリア層（２２、２４）を含み、前記バリア層のうち外側のもの（２２）は、局所的な破損箇所（５０）を有し、前記第１および前記第２のバリア層（２２、２４）の間にゲッタ層（２５）が存在し、前記ゲッタ層は、ゲッタ材料を含み、

前記システムは、

前記封止された薄膜デバイスを、前記ゲッタ材料に検出可能な偏移を引き起こすことが

10

20

30

40

50

できる検出物質を含む環境に曝露させ、前記検出物質が前記局所的な破損箇所を通り抜けて前記ゲッタ層と相互作用して前記ゲッタ層の前記ゲッタ材料の中に検出可能な偏移を生じさせるための曝露手段（２５０、２６０）、

前記ゲッタ層（２５）の前記ゲッタ材料の前記検出可能な偏移（２７）を検出することによって、前記バリヤ層のうち前記外側のもの（２２）の中の前記局所的な破損箇所（５０）を検出するための検出手段（２１０）、および

前記検出手段による検出の後に前記局所的な破損箇所の位置を特定し、続いて位置情報を提供するための分析手段（２３０）、および、

前記分析手段から位置情報を受け取り、前記局所的な破損箇所（５０）を封止するために前記補修材料を局所的に付けるための補修手段（２２０）

を含むシステム。

#### 【請求項１４】

前記システム（２００）は、計時手段（２５０）および環境制御手段（２６０）をさらに含み、前記計時手段（２５０）は、前記環境制御手段（２６０）と一緒に、前記検出手段（２１０）が前記局所的な破損箇所（５０）を検出し始める前に、または前記検出手段（２１０）が前記局所的な破損箇所（５０）を検出している間に、前記封止層（２０）を含む前記薄膜デバイス（３０）を予め定められた環境に予め定められた時間保持するように構成される、請求項１３に記載のシステム（２００）。

#### 【請求項１５】

前記システム（２００）は、前記薄膜デバイス（３０）の機械的に弱い区域において局所的な破損箇所（５０）を発生させるための応力誘発手段（２６０、２６５）をさらに含む、請求項１３および１４のいずれかに記載のシステム（２００）。

#### 【請求項１６】

前記システム（２００）は、前記薄膜デバイス（３０）を活性化して発光させるための活性化手段（２７０）をさらに含む、請求項１３および１４のいずれかに記載のシステム（２００）。

#### 【請求項１７】

前記補修手段（２２０）は、

前記局所的な破損箇所を封止するために前記補修材料（４０；４２、４４）をレーザ照射によって転写するためのレーザ転写手段（２２０）、および／または

前記局所的な破損箇所（５０）を封止するために前記補修材料（４０；４２、４４）に後で変換される前記補修材料（４０；４２、４４）の液体前駆体（４５）を印刷するための印刷手段（２２０）、および／または

前記局所的な破損箇所を封止するために前記補修材料（４０；４２、４４）を電気メッキによって転写するための電気メッキ手段（２２０）、および／または

前記局所的な破損箇所（５０）を封止するために前記封止層（２０）の前記封止材料の硬化を局所的に付けるための硬化手段（２２０）

を含む、請求項１３および１４のいずれかに記載のシステム（２００）。

#### 【請求項１８】

請求項６から１２のいずれか１項に記載の方法の前記ステップを、プロセッサシステムに実行させる命令を含むコンピュータプログラム製品。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【０００１】

本発明は、封止された薄膜デバイスに関する。

#### 【０００２】

本発明は、さらに、封止された薄膜デバイスを修理する方法に関する。

#### 【０００３】

本発明は、さらにまた、封止された薄膜デバイスを修理するためのシステムに関する。

#### 【０００４】

10

20

30

40

50

本発明は、さらにまた、プロセッサシステムに前記修理する方法のステップを実行させる命令を含む、コンピュータプログラム製品に関する。

#### 【背景技術】

#### 【0005】

薄膜デバイスは、全体として電気回路、電気光学素子または光学素子を構成する複数の積み重ねられた層で構成されたデバイスである。そのような電気回路は、通常、集積回路、または短くICとしても知られる小型化した電気回路であり、導電層、半導体層および絶縁層の積層体を含む。電気光学素子は、たとえば、発光ダイオード、有機発光ダイオードまたはレーザダイオードを構成する積層体を含み、したがって、通常、発光層と組み合わせられるダイオード回路と等価な電気回路を少なくとも部分的に有する。発光層は、たと

10

#### 【0006】

これらの薄膜デバイスはすべて、デバイスを環境の影響から保護するためになんらかの封止を必要とする。薄膜デバイスに提供される封止の質は、薄膜デバイスの動作寿命を決定することが多い。特に、薄膜デバイスがOLEDデバイスであると、OLEDデバイスの内部で腐食作用を引き起こす水が、OLEDデバイスの中でブラックスポットを局所的に発生させることが多いので、OLEDデバイスの封止は重要である。腐食作用に起因するブラックスポットは、たとえば封止層の中の局所的な破損箇所から始まり、放射状に成長し続ける。時がたつにつれて、腐食作用は人の眼に見えるようになるが、これは、OLEDデバイスが（装飾的な）照明を目的として用いられるとき通常容認できるものではない。最終的には、腐食作用はOLEDデバイス全体を破壊し、OLEDデバイスが光をまったく発生しないようにしてしまうことがある。

20

#### 【0007】

公知の薄膜デバイスにおいて、薄膜デバイスが中に配置される封止チャンバによって封止が行われることがある。しかし、薄膜デバイスの厚さを減らし、薄膜デバイスの製造コストも減らすには、好ましくは、封止は、薄膜デバイスに直接付けられた封止層によって行われる。そのような封止層は、周知であり、特にOLEDデバイスに付けられる。公知の封止層は、たとえば、窒化ケイ素—有機材料—窒化ケイ素を含む複数の層の積層体を含んでよい。その中で、窒化ケイ素層は、バリヤ層を形成し、バリヤ層は、湿気およびその他の環境物質に対して強いバリヤを形成する。有機層は、比較的薄くてもよく（数100nm）、周囲の窒化物層の中のピンホールを効果的に離すことができる。あるいは、有機層は、比較的厚くてもよく、したがって、いずれの層の中にも存在し得る粒子も平坦化する。封止層を構成する層をそのように積み重ねることで、水がOLEDデバイスに入るための道が迷路になり、このため、ブラックスポットが発生することは妨げないが、ブラックスポットの成長が遅くなる。

30

#### 【0008】

あるいは、封止層は、複数のバリヤ層または電気化学メッキによって構成された層で構成されてよい。バリヤ層、たとえば無機層、通常セラミック層は、たとえば、以後NON積層体とも呼ばれる、窒化ケイ素—酸化ケイ素—窒化ケイ素または窒化ケイ素—酸窒化ケイ素—窒化ケイ素を含む積層体を含む。そのようなNON積層体は、通常、この基本積層体をいくつか繰り返したものの、たとえば約8層（すなわちNONNONNON、ここでNは窒化ケイ素、Oは酸化ケイ素を表す）を含む。これらの代替封止層において、発生するブラックスポットの数は、顕著に減る。しかし、そのような代替封止層の中に残っている局所的な破損箇所は、どれもがブラックスポットを連続的に比較的速く成長させる（湿った環境では大体1時間以内に眼に見えるようになる）。そのような局所的な破損箇所の発生は、製造歩留まり上の問題（表面積あたりの局所的な破損箇所数）である。この問題は、小

40

50

型のデバイスにとって不利であるが、大型のデバイスの製造にとってはるかに深刻な問題である。

#### 【0009】

したがって、公知の封止された薄膜デバイスの不利な点は、薄膜デバイスの動作寿命が、依然としてあまりにも限定されることである。

#### 【0010】

米国特許出願公開第2008/0237872号は、保護膜の中に発生する欠陥の高精度検出を可能にする封止構造を有する半導体装置、および同を製造する方法を開示している。半導体装置は、基板と、基板の上に形成された半導体デバイスと、半導体デバイスを封止するための保護膜とを含む。半導体装置は、保護膜の背面と接触する第1の導電層と、保護膜の前面と接触する第2の導電層とをさらに含む。保護膜は、防湿特性を改善するために、湿気および酸素などの不純物が有機ELデバイスの中に侵入しないようにするための1つ以上の層のフィルムでできている。保護膜は、湿気吸収フィルムを含んでよい。保護膜に少しでも欠陥があれば、第1の導電層と第2の導電層とは欠陥を介して導電性となる。他方、保護膜に欠陥がなければ、第1の導電層と第2の導電層との間に電気伝導はほとんど存在せず、それによって2つの層の間の電気伝導度は低く、層の間の電気抵抗は高い。したがって、検出器が、電極ターミナルの間に電気伝導があると判断すれば、検出器は、保護膜に欠陥があると判定する。他方、検出器が、電極ターミナルの間に電気伝導がないと判断すれば、検出器は、保護膜に欠陥がないと判定する。公知の装置および方法の不利な点とは、装置が、保護膜の中の欠陥を見つける追加の手段として保護膜の両面上に導電層を必要とすることである。少なくとも、保護膜の外側にある導電層は、デバイスの使用時に機能がない。さらに、機能がないこの層が保護膜の透過率を低下させるが、これは、OLEDまたは光電池デバイスなどの電気光学デバイスの場合に特に不利である。

#### 【0011】

国際公開第2010136938A1号も、封止された薄膜デバイスを作り出すために、薄膜デバイスに付けられた封止層を修理する方法であって、封止層の中の局所的な破損箇所が光学的に検出される方法に関する。光学的な検出は、たとえば、比較的平行化されたビームによって薄膜デバイスに光を衝突させ、反射光または散乱光を検出することによって行われてよい。局所的な破損箇所によって局所的な反射強度または散乱強度の変化が引き起こされ得る。別の実施形態は、薄膜デバイスを活性化して発光させ、続いてブラックスポットの位置を検出することによって、封止層の中の局所的な破損箇所を光学的に検出するステップを含む。こうして、製品の正常な使用時にはもはや機能がない製品中の追加の検出手段が必要でなくなる。続いて、光学的な検出方法によって欠陥が検出されたところに、局所的に補修材料が付けられる。反射光または散乱光によって封止層の中の欠陥を検出することは、いわゆる「誤警報」を生じる結果となることもある。これは、封止層を修理するために必要以上に多くのスポットが補修されることを意味するが、これは、修理プロセスを不必要な長引かせる。なお、米国特許出願公開第2004061118号は、湿気の防御のために積層体を備えた発光素子を開示している。積層体は、無機絶縁膜、透明かつ吸湿性の応力緩和層および無機絶縁膜を含む。これらの層は、カソードの上に繰り返しラミネートされる。しかし、ブラックスポット検出が用いられても、デバイスに既にある程度の損傷が生じていれば、それを防止することはできない。さらに、欠陥のサイズが自然に変動するために、一部のブラックスポットは他のブラックスポットより早期に見つかる。大部分と十分に言えるほどの欠陥が眼に見えるようになるまで修理を後回しにすれば、それらの欠陥の一部が、既に既に眼に見えるデバイスの損傷となっている結果となり得る。検出および修理のプロセスを複数回繰り返し、その都度、検出可能になった欠陥を修理することは可能である。しかし、後者は、時間がかかる。

#### 【0012】

改善された封止された薄膜デバイスを提供することが本発明の目的である。

#### 【0013】

改善された修理方法を提供することが本発明のさらなる目的である。

## 【0014】

改善された修理システムを提供することが本発明のさらなる目的である。

## 【0015】

改善されたコンピュータプログラム製品を提供することが本発明のさらなる目的である。

## 【発明の概要】

## 【課題を解決するための手段】

## 【0016】

第1の側面によれば、請求項1に記載の封止された薄膜デバイスが提供される。

## 【0017】

第2の側面によれば、封止された薄膜デバイスを修理する、請求項6に記載の方法が提供される。

## 【0018】

第3の側面によれば、封止された薄膜デバイスを修理するための、請求項13に記載のシステムが提供される。

## 【0019】

本発明の第4の側面によれば、プロセッサシステムに、薄膜デバイスに付けられた封止層を修理して封止された薄膜デバイスを製造する方法のステップを実行させるための命令を含む、請求項18に記載のコンピュータプログラム製品が提供される。

## 【0020】

本発明の第1の側面による封止された薄膜デバイスは、薄膜デバイスと、薄膜デバイスを環境の影響から保護するための、薄膜デバイスに付けられた第1および第2のバリヤ層を含む封止層とを含む。封止された薄膜デバイスは、前記バリヤ層のうち外側のもの（外側バリヤ層とも示される）の中の局所的な破損箇所を封止するために局所的に付けられた補修材料をさらに含む。封止された薄膜デバイスは、前記第1および前記第2のバリヤ層の間に配置されたゲッタ層をさらに含み、ゲッタ層は、前記封止された局所的な破損箇所の位置において検出可能な偏移を有する。ゲッタ層は、化学的にまたは吸着によって湿気と結合することができる。通常、ゲッタ材料は、他の物質とも結合することができるとしてもよい。有機ゲッタ材料と無機ゲッタ材料との両方がある。これらの材料のほとんどは、湿気またはこれらの材料が相互作用する他の物質に曝露されると（光学的に）検出可能な変化を示す。

## 【0021】

適当な無機ゲッタ材料は、

- 希土類金属（その例はLi、Na、Kを含むがこれに限定されるものではない）、
- 希土類金属酸化物（その例はLi<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>Oを含むがこれに限定されるものではない）、
- アルカリ土類金属（その例はCa、Ba、Mgを含むがこれに限定されるものではない）、
- アルカリ土類金属酸化物（その例はCaO、BaO、MgOを含むがこれに限定されるものではない）、
- 遷移金属（その例はHf、Ti、Al、Cr、V、Zrを含むがこれに限定されるものではない）、
- 遷移金属酸化物（その例はPbO、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SrO、ZnO、CuOを含むがこれに限定されるものではない）、
- 酸化ホウ素、
- 高原子価金属塩化物、例えばSiCl<sub>4</sub>、WCl<sub>6</sub>、ZrCl<sub>4</sub>、TiCl<sub>4</sub>、CoCl<sub>2</sub>、
- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、
- 非晶質水素化炭化ケイ素、
- セシウムの塩（その例はCsFを含むがこれに限定されるものではない）、

- － ランタニド塩（その例は  $\text{LaF}_3$  を含むがこれに限定されるものではない）、
- － ケイ酸塩、
- － アルミナ、
- － 6 の配位数を有する、金属の有機金属錯体、
- － ゼオライト（その例はモレキュラーシーブを含むがこれに限定されるものではない）

－ 粘土系乾燥剤

を含んでよいが、これに限定されるものではない。

#### 【0022】

この目的のための適当な有機ゲッタ材料は、

- － （ポリ）アルコキシシラン（その例はメタクリル酸 3－トリメトキシシリルプロピルを含むがこれに限定されるものではない）、
- － （ポリ）イソシアネート（その例はポリ〔（フェニルイソシアネート）－ $\text{CO}$ －ホルムアルデヒド〕を含むがこれに限定されるものではない）、
- － （ポリ）オキサゾリジン（その例は 3－エチル－2－メチル－2－（3－メチルブチル）－1, 3－オキサゾリジン（Zoldine（登録商標）MS－PLUS）を含むがこれに限定されるものではない）、

－ （ポリ）無水物、

－ （ポリ）シアノアクリレート、

- － 直鎖多糖類（その例は多糖、セルロース、ヒドロキシエチルセルロースを含むがこれに限定されるものではない）、

－ 環状多糖類（その例はシクロデキストリンを含むがこれに限定されるものではない）

を含んでよいが、これに限定されるものではない。

#### 【0023】

同じ出願人によって出願された国際公開第 2009/102201 号は、バリア層として用いるための無機材料およびバリア層の間の分離層として用いるための有機材料の例を提供する。さらに同じ出願人によって先に出願された欧州特許出願第 10188769.3 号は、分離層およびゲッタ層の中で用いるための有機材料を詳しく記載している。

#### 【0024】

ゲッタ層を付けるにはさまざまな選択肢が可能である。第 1 の選択肢によれば、ゲッタ層は、I 族または II 族金属あるいはその酸化物、たとえば  $\text{BaO}$  または  $\text{CaO}$  の均一な層として設けられる。封止層の中の破損箇所は、細かく分散した（ナノ）粒子と混合された有機層としてゲッタ層が形成される実施形態において、最も良好に検出することができることがわかっている。この種類の層に光が衝突すると、ゲッタ材料によって結合される湿気または他の物質の量に応じて散乱され、このことが破損箇所の検出を著しく容易にする。好ましくは、用いられるゲッタ材料は、捕捉される物質と化学的に結合することができる。これらの材料は、物理的に結合するゲッタよりも、物質が実質的に不可逆的に除去されるという点で有利である。化学的に結合するゲッタの例は、I 族または II 族金属あるいはその酸化物、たとえば  $\text{BaO}$  または  $\text{CaO}$  である。ゼオライトは、物理的に結合するゲッタの例である。

#### 【0025】

局所的な破損箇所（breach）とは、有害な環境物質が薄膜デバイスに入って薄膜デバイスを損傷するかまたは損傷し始めるのを可能にする、バリア層の中の局所的な変化として定義される。breach には「なんらかの約束された行為または義務を果さないこと」という定義があるので、本件では breach という語が具体化されて用いられている。封止層の約束された行為とは、薄膜デバイスを有害な環境物質から封止することであるが、これが局所的な破損箇所の位置において起こらない。したがって、本発明によれば、局所的な破損箇所は、外側バリア層の中のピンホールおよび／またはすき間および／または裂け目を含んでよい。さらに、本発明による局所的な破損箇所は、たとえば、外側

10

20

30

40

50

バリヤ層が局所的に薄すぎるかまたは局所的に多孔性であるため封止層があるのに有害な環境物質が封止層を通して薄膜デバイスの中に徐々に拡散し得るという事実などがあるがゆえに、封止する行為を果すことができない局所的な区域も含んでもよい。

#### 【0026】

本発明の第1の側面による封止された薄膜デバイスは、本発明の第2の側面による修理方法の結果として得ることができる。

#### 【0027】

第2の側面による方法においては、前記ゲッタ材料に検出可能な変化を引き起こすことができる検出物質を含む環境に、封止された薄膜デバイスが曝露され、それによって、前記検出物質が前記バリヤ層のうち外側のもの（外側バリヤ層）の中の局所的な破損箇所を通り抜けて、破損箇所の位置においてゲッタ層の中に検出可能な偏移を生じさせ、

次にゲッタ層の偏移を検出することによって、封止層の中の局所的な破損箇所が検出され、

局所的な破損箇所を封止するために局所的に補修材料が付けられ、封止された薄膜デバイスを製造する。

#### 【0028】

本記載においては、前記バリヤ層のうち外側のものは、「外側バリヤ層」とも示される。「外側バリヤ層」という表現は、ゲッタ層の薄膜デバイスとは反対の側に配置されたバリヤ層を示すためである。しかし、外側バリヤ層が今度はさらなるバリヤ層によって覆われてもよい。

#### 【0029】

本発明による封止された薄膜デバイスの効果は、局所的に補修材料を付けることによって局所的な破損箇所が封止されることである。その結果、補修材料はバリヤ層を封止し、有害な環境物質の侵入を止め、したがって薄膜デバイスの動作寿命を改善する。ゲッタ層の偏移によって欠陥が検出可能になるので、欠陥が薄膜デバイスへの損傷を生じる前に欠陥を検出することができる。

#### 【0030】

本発明による封止された薄膜デバイスの別の利点は、封止された薄膜デバイスを製造するための製造歩留まりが大幅に増加することである。補修材料を局所的に付けないのであれば、封止層を含む薄膜デバイスのどのような局所的な破損箇所も実質的に受け入れられない。特に、比較的大きな薄膜デバイスを製造するとき、たとえば、薄膜デバイスがOLEDであるとき、製造歩留まりは非常に低くなる。局所的に補修材料を付けることによって、従来は局所的な破損箇所が存在するために不合格としなければならなかった封止層を含む薄膜デバイスは、今や修理することができ、したがって封止された薄膜デバイスの製造歩留まりが顕著に改善する。

#### 【0031】

本発明による封止された薄膜デバイスのさらなる利点は、局所的な破損箇所を封止するために非常にわずかな補修材料しか必要としないことである。通常、封止されなければならない薄膜デバイスの表面のほとんどが、実際には、薄膜デバイスの上に付けられた封止層によって封止される。高品質の封止層であっても、いくつかの、たとえば典型的には平方メートルあたり100個の、残存する局所的な破損箇所を有することがある。これらの残存する局所的な破損箇所は、多くの場合数ミクロンのサイズを有する。しかし、OLEDデバイスの中にそのような小さな局所的な破損箇所があると、その結果生じるブラックスポットは、実際には成長し続け、最終的にブラックスポットがOLEDデバイスの動作寿命を終わらせる。これらの比較的小さな残存する破損箇所を局所的に封止するには、非常にわずかな補修材料しか必要としないのは明らかである。

#### 【0032】

本発明による封止された薄膜デバイスのさらに別の利点は、補修材料として用いるための選択肢となる材料が比較的多種であり得ることである。局所的な破損箇所は、比較的早い段階において、たとえば、OLEDデバイスの中の破損箇所によって引き起こされた湿

気吸収層の中の検出可能な偏移がまだ人の裸眼で気付ける寸法よりずっと小さくても、その間に、既に検出可能であることがある。局所的に付けられる補修材料は、通常、人の裸眼で気付けるほどの寸法より小さな寸法であっても付けることができる。そういうものとして、実質的に不透明な材料であっても、局所的な破損箇所が薄膜デバイスの発光側に位置し、放射光の一部を実際に遮る場合でも、局所的な破損箇所を封止するために用いられてよい。不透明な補修材料は、補修材料の寸法、および補修材料によって遮られる光の部分とのせいで、ほとんど眼に見えない。

#### 【0033】

ゲッタ層の中の偏移は、光学的に検出可能であってよい。偏移は、可視波長範囲で光学的に検出可能である必要はない。実施形態において、偏移は、たとえば赤外線または紫外線の波長範囲内の反射率の偏移によって検出可能である。

10

#### 【0034】

本発明者らは、バリヤ層を付けると、バリヤ層の中の局所的な破損箇所の原因となり得る塵粒子がバリヤ層の中に埋め込まれリスクが常に含まれることに気付いた。そのような局所的な破損箇所は、バリヤ層から有害な環境物質を漏洩させる虞があり、それによって有害な環境物資が薄膜デバイスを損傷し、そのようにして薄膜デバイスの動作寿命を縮める虞がある。さらなるバリヤ層を加えてすでに封止された薄膜デバイスを封止しても、それぞれのさらなるバリヤ層が、さらなるバリヤ層の局所的な破損箇所を再び形成し得る塵粒子が埋め込まれるリスクを再び負うので、問題を部分的にしか解決しない。さらなるバリヤ層の追加には、さらなる負の影響がある。動作寿命の改善が顕著でなく、および／または十分でないかもしれないのに、各バリヤ層を追加することで封止された薄膜デバイスのコストを増やす製造ステップを、封止された薄膜デバイスに加えるという点である。本発明によって局所的に補修材料を付けると、補修材料が極めて局所的に付けられるだけなので、別の塵粒子を補修材料の中に埋め込むリスクは大いに減少する。さらに、局所的な破損箇所が残る可能性を減らすためには、局所的な破損箇所を塞ぐために封止材料に補修材料を局所的に付け、これによって封止層を封止するのであれば、通常、複数の製造ステップの追加ではなく、単一の製造ステップの追加が求められる。本発明者らは、封止された薄膜デバイスを製造するためのインライン製造ラインにおいて、自動化された検出手段および自動化された補修手段が比較的容易に実現され得ることにさらに気付いた。どのような微細な局所的な破損箇所も検出し特定するために、多様な公知のカメラシステムが製造設備においてインラインで利用されてよい。続いて、たとえば液化した補修材料などの印刷技法など、多様な公知の堆積技法を比較的容易に適応させて局所的に補修材料を堆積させることができ、続いてこれを硬化させて局所的な破損箇所を封止してよい。これらの検出および印刷技法は、インライン製造設備においても利用してよく、ほとんど製造プロセスの負担にならない。そのようにすれば、製造した封止された薄膜デバイスの動作寿命および封止された薄膜デバイスの製造の歩留まりは顕著に増える一方で、封止された薄膜デバイスのための製造時間およびコストは、わずかに増えるだけであろう。

20

30

#### 【0035】

封止された薄膜デバイスの実施形態において、薄膜デバイスは、発光薄膜デバイスである。発光材料は、たとえば有機発光材料であってよい。そのような有機発光ダイオードデバイスは、通常、アルミニウム電極を損傷して、有機発光ダイオードデバイスの中にいわゆるブラックスポットを引き起こす水に対して敏感である。ブラックスポットは、湿気がデバイスに侵入する封止層中の位置から始まって放射状に成長し続ける。ブラックスポットのこの放射状の成長は、連続プロセスである。特に、有機発光ダイオードデバイスは、通常、比較的大きな発光表面を含むという事実のために、たとえば比較的大きな発光表面の上のどこかで塵粒子が拡大して眼に見えるブラックスポットとなる可能性が非常に大きい。これは、そのような有機発光ダイオードデバイスの製造歩留まりを著しく制限する。有機発光ダイオードデバイスをカプセル化する他の手段が可能であるが、有機発光ダイオードデバイスの厚さを減らしたいとき、および／または製造コストを減らしたいとき、有機発光ダイオードデバイスの上に封止層を付けることによって簡単に封じ込めることが好

40

50

ましい。柔軟性のある有機発光ダイオードデバイスを製造するには、有機発光ダイオードデバイスに封止層を付けて封止することが不可欠である。よって、この封止層の中のどのような破損箇所も、有機発光ダイオードの歩留まりおよび／または動作寿命を明らかに制限する上記に記載された影響を及ぼす。本発明は、封止層の外側バリヤ層の中で検出された破損箇所に局所的に補修材料を付けることによって、封止層を含む有機発光ダイオードデバイスの歩留まりおよび／または動作寿命を増加させるための解決策を提供する。

#### 【0036】

封止された薄膜デバイスの実施形態において、局所的に付けられる補修材料は、局所的な破損箇所を封止するように構成され且つ局所的に堆積されるように構成された無機材料を含む。

10

#### 【0037】

局所的に堆積することが可能になるように、補修材料は、たとえば溶媒に溶解することができるものとし、その後たとえば溶媒のインクジェット印刷によって溶媒が塗布されてもよい。あるいは、補修材料は、局所的に塗布されて外側バリヤ層を封止することができるペーストとして塗布されてよい。あるいはまた、補修材料の粒子は帯電させてよく、その後これらの帯電粒子は、複写技法および／またはレーザ印刷技法と同様に、外側バリヤ層の逆帯電部分に、局所的に塗布されてよい。補修材料としてこの無機材料を使用する利点は、そのような無機材料が通常は不活性であり、本質的に良好なバリヤ特性を含むことである。

#### 【0038】

封止された薄膜デバイスの実施形態において、局所的に付けられる補修材料は、局所的な破損箇所を封止するように構成され且つ局所的に堆積されるように構成された金属材料を含む。この実施形態の利点は、良好なバリヤ特性に加えて、高品質の堆積のためにさまざまな堆積技法および前駆体材料が利用可能であることである。

20

#### 【0039】

封止された薄膜デバイスの実施形態において、局所的に付けられる補修材料は、局所的な破損箇所を封止するために外側バリヤ層から局所的に硬化される封止材料を含む。局所的な硬化は、たとえば、熱硬化あるいは紫外線による硬化または封止材料を硬化させる他のいずれの手段による硬化も含んでよい。封止材料を硬化させる前に、封止材料は、流動して局所的な破損箇所を塞ぐことができるように、局所的に軟化させてよい。熱硬化は、たとえばレーザ硬化技法を用いて、封止層の残りの部分を損傷することなく、薄膜デバイスを損傷することなく、局所的に実行してよい。

30

#### 【0040】

封止された薄膜デバイスの実施形態において、局所的に付けられる補修材料は、2つの異なる材料を含み、これらの材料は、一緒になって外側バリヤ層の中の局所的な破損箇所を封止する。通常、外側バリヤ層の中の局所的な破損箇所を封止するための2段階プロセスは、複雑さが増し、費用が多くかかるが、用いられる材料の選択の幅がさらに広くなり、たとえば局所的な破損箇所の封止を改善することが可能になり、および／またはたとえば比較的高価な単一材料の使用と比較すると全体としてコスト効率よく用いることができる材料を用いることが可能になる。よって、この2材料修理プロセスは、本発明による封止された薄膜デバイスにとって有利となるであろう。

40

#### 【0041】

封止された薄膜デバイスの実施形態において、補修材料は、2つの異なる材料を含み、これらの材料は、接着材料および密閉材料を含む。接着材料は、局所的な破損箇所を封止する密閉材料の接着性を改善するために外側バリヤ層に付けられる。接着層は、局所的な破損箇所を封止する密閉材料の接着を確実にするためにだけ用いられるため、接着層は、簡便に外側バリヤ層の上に均一に付けてもよい。環境から外側バリヤ層を通る有害物質の移動は、通常、当該層を通して起こることはないであろうから、接着層の中に存在するなどの追加の粒子も実質的に有害ではないであろう。さらに、そのような追加の粒子が局所的な破損箇所のまさにその位置に位置する可能性は非常に小さいので、これは封止された薄

50

膜デバイスの製造歩留まりにほとんど影響を及ぼさない。実際の密閉材料は、特定された局所的な破損箇所において外側バリヤ層を封止するために局所的に堆積される。あるいは、局所的な破損箇所を封止するために接着材料と密閉材料との両方が局所的に堆積される。

#### 【0042】

封止された薄膜デバイスの実施形態において、補修材料は、2つの異なる材料を含み、これらの材料は、金属基材と、金属基材の中のさらなる局所的な破損箇所を封止するための金属密閉材料とを含み、金属基材は、外側バリヤ層に付けられる。金属密閉材料は、比較的大きな厚さで付けられてよい。この実施形態の利点は、厚い金属密閉層のための無電解堆積を可能にし、その結果、比較的組み込みやすい低コストの解決策が得られることである。

10

#### 【0043】

封止された薄膜デバイスの実施形態において、補修材料は、2つの異なる材料を含み、これらの材料は、実質的に滴形のまたは実質的に球形の第1の材料と、密閉材料とを含み、実質的に滴形のまたは実質的に球形の第1の材料は、実質的に滴形のまたは実質的に球形の第1の材料と封止層との間で45度未満の接触角を有し、密閉材料は、局所的な破損箇所を完全に封止するために、実質的に滴形のまたは実質的に球形の第1の材料を覆う。この実施形態の利点は、局所的な破損箇所、たとえば粒子および／または破断を効果的に被覆するための広範な技法を用いて低コストおよび高速で付けることができる低コストで浸透性もある第1の材料を用いることができることである。続いて必要であるのは、薄い密閉層だけである。

20

#### 【0044】

封止された薄膜デバイスの実施形態において、補修材料は、2つの異なる材料を含み、これらの材料は、ゲッタ材料を含む第1の材料と密閉材料とを含み、第1の材料は、局所的な破損箇所に入る水を減らし、密閉材料は、局所的な破損箇所を封止するために第1の材料の上に付けられる。薄膜デバイスにとって最も普通の有害物質の1つは、薄膜デバイスに入る水である。ゲッタ材料は、水を吸収する。ゲッタ材料を含む第1の材料を付けると、存在するどのような水も湿気も、局所的な破損箇所を通して薄膜デバイスに移動するのではなく、ゲッタ材料によって吸収される。よって、第1の材料は、ある種の水バリヤとして作用し、よって、薄膜デバイスの動作寿命を増加させる。続く密閉材料は、局所的な破損箇所を封止し、第1の材料の上に付けられる。よって、密閉材料を通過した残りの水または湿気のどの漏れも、第1の材料の中のゲッタ材料によって吸収されることになる。この実施形態において、第1の材料の中のゲッタ材料は、ゲッタ層の検出可能な偏移部分における湿気結合材料の損失を補う。

30

#### 【0045】

封止された薄膜デバイスの実施形態において、局所的に付けられる補修材料は、薄膜デバイスによって放射される光に対して、少なくとも部分的に透明である。この実施形態において、薄膜デバイスは、発光薄膜デバイスである。この実施形態の利点は、少なくとも部分的に透明な補修材料は有機発光層から放射される光を少しも遮らず、よって、堆積された補修材料を眼に見えなくすることである。さらに、有機発光層の典型的なランバート型発光特性のために、付けられた補修材料に隣接する領域において放射される光の一部は、付けられた補修材料を通して光を放射し、局所的な破損箇所の存在によって、および破損箇所の存在が原因であるブラックスポットの存在によって、局所的な強度変化がさらに減る。さらに、OLEDデバイスによって放射された光の一部は、内部反射によってOLEDデバイスの層の内部で捕捉されるという事実のために。実質的に透明な補修材料が存在すると、堆積された補修材料によって追加の光を抜け出させ、封止された破損箇所の位置におけるどのような強度変化もさらに減らすことができる。

40

#### 【0046】

封止された薄膜デバイスの実施形態において、局所的に付けられる補修材料の寸法は、人の裸眼に実質的に見えないように構成される。

50

## 【0047】

これは、通常、寸法は人の眼によって認められ得る最小のフィーチャサイズおよび／または人の眼によって認められ得る最小の強度変化より小さくあるべきことを意味する。これは、たとえば、OLEDの発光特性のために、および／または封止層の上の拡散体の存在のために、および／または画像を発生させるためのOLEDの処理のために異なっておりよい。たとえば、OLEDが、通常、部屋の天井に付けられ、部屋を照らすために用いられるとき、依然として眼に見える最小の強度変化の方が認められ得る最小の寸法より重要なことがある。他の用途においては、認められ得る最小の寸法が重要なことがある。

## 【0048】

本発明の第2の側面による、薄膜デバイスに付けられた封止層を修理して封止された薄膜デバイスを生み出す方法は、外側バリア層の中の局所的な破損箇所を検出し、局所的な破損箇所を封止するための補修材料を局所的に付けて封止された薄膜デバイスを製造することを含む。

## 【0049】

修理する方法の実施形態において、方法は、封止層の中の局所的な破損箇所を検出するステップを実行する前に、または外側バリア層の中の局所的な破損箇所を検出するステップを実行する間に、封止層を含む薄膜デバイスを予め定められた環境に予め定められた時間保持するステップをさらに含む。薄膜デバイスを予め定められた環境に予め定められた時間置くことによって、局所的な破損箇所を通してゲッタ層に漏れる湿気または別の検出物質の結合は制御することができ、ゲッタ層の中に検出可能な変化を引き起こすことが可能となることがある。これらの変化は、たとえば、それを用いると変化の位置、および、よって、外側バリア層の中の局所的な破損箇所の位置を位置特定する能力が十分にある、自動化された画像取り込みおよび分析システムを用いて検出することができる。予め定められた時間は、薄膜デバイスが保持される環境に依存し、たとえば薄膜デバイスが保持される温度および湿度に依存する。予め定められた時間は、この方法において用いられる画像取り込みデバイスによって検出可能な最小寸法、および依然として封止層を修理する方法によって封止されなければならない局所的な破損箇所の寸法にも依存する。実際には、ゲッタ層の中の偏移が検出可能になる時と、薄膜デバイスの中で損傷が起こり始める時との間に十分な時間が利用できる。外側バリア層の中のそれぞれの破損箇所を補修する必要はないことが見いだされている。実際には、外側バリア層の中の最も顕著な破損箇所が補修されれば、長い寿命を保証することができる。これらは、ゲッタ層の中の偏移から最初に検出可能になる破損箇所である。

## 【0050】

ゲッタ層の厚さは、外側バリア層の局所的な破損箇所を検出する間にその部分が局所的に用いられることを考慮するように寸法を決めてよい。ゲッタ層による検出物質の吸収が眼に見えない偏移、たとえば可視スペクトルの外の波長範囲においてだけ光学的に検出可能である偏移を引き起こすだけであれば、検出可能な偏移は、比較的大きなサイズに成長することを可能にしてよい。

## 【0051】

修理する方法の実施形態において、方法は、薄膜デバイスの機械的に弱い区域において局所的な破損箇所を発生させるために機械的応力を薄膜デバイスに加えるステップをさらに含む。機械的応力のために、機械的に弱い区域において局所的な破損箇所が発生することがある。そのような局所的な破損箇所は、続いて本発明による補修材料を付けることによって封止することができる。機械的な応力の印加によって、製造プロセスの間に機械的に弱い区域における局所的な破損箇所が早くも発生するように強いられるが、これによって、本発明による方法によってこれらの局所的な破損箇所を検出し、封止することが可能になる。機械的に弱い区域は、検出されないと、後になって薄膜デバイスの信頼性問題を生む結果となることがある。したがって、製造方法の間に応力を誘発することによって、これらの信頼性問題は、封止された薄膜デバイスの製造時に解決するかまたは減らすことができる。機械的応力は、たとえば温度変化および／または温度差、あるいはたとえば薄

10

20

30

40

50

膜デバイスを変形させること、特にあらかじめ定められた半径への制御された曲げ、によって薄膜デバイスの中に誘起することができる。

#### 【0052】

修理する方法において、局所的な破損箇所を検出するステップは、外側バリヤ層の中の局所的な破損箇所を光学的に検出することを含む。前に示したように、外側バリヤ層の中の局所的な破損箇所のそのような画像取り込みのために、これらの局所的な破損箇所によって引き起されるいずれかの欠陥が人の裸眼で見えるようになるずっと前に、多くの画像取り込みシステムを用いることができる。光学的検出は、たとえば、比較的集束されたビームによってゲッタ層に光を衝突させ、反射光または散乱光を検出することによって実行することができる。局所的な反射強度または散乱強度の変化を局所的な破損箇所によって引き起こすことができる。そのような実施形態においては、反射光または散乱光を検出しながら、封止層全体に集束された光ビームを掃引することができる。よって、光学的検出方法を用いることは、比較的容易に実体化することができる。さらなる利点は、光学的検出が、通常、薄膜デバイスと接触しないで実行することができることである。

10

#### 【0053】

修理する方法の実施形態において、局所的な破損箇所を検出するステップは、薄膜デバイスを活性化して発光させ、続いて、たとえばゲッタ層の透過率の偏移を検出することによって、封止層の中の局所的な破損箇所を光学的に検出するステップを含む。薄膜デバイスが発光薄膜デバイスである実施形態において、薄膜デバイスの活性化は、薄膜デバイスを発光させ始める。外側バリヤ層の片側において放射される光の局所的な変化は、カメラによって検出することができ、カメラは、局所的な破損箇所の位置も決定し、この位置情報を補修手段に提供し、補修手段は、続いて、検出された位置において補修材料を付ける。薄膜デバイスを照らす追加の光源は必要なく、よって、局所的な破損箇所の検出は単純化される。さらに、薄膜デバイスによって放射される光の強度は、たとえば検出システムの要件と合致するように、またはたとえば局所的な破損箇所の検出を最適化するように適応させることができる。

20

#### 【0054】

薄膜デバイスが活性化される、修理する方法の別の利点は、現に存在する局所的な破損箇所だけが検出されることであり、一方、局所的な破損箇所を検出するために光が薄膜デバイスに衝突する外部光学方法は、トポグラフィー的な不完全箇所を検出することもある。トポグラフィー的な不完全箇所は、元々の封止層によってすでに封止されたかまたは先に行われた同様な修理ステップにおいてすでに封止されたトポグラフィー的な不完全箇所を含む。

30

#### 【0055】

修理する方法の実施形態において、局所的に補修材料を付けるステップは、局所的な破損箇所を封止するために局所的に無機材料を堆積させるステップを含む。修理する方法の実施形態において、局所的に補修材料を付けるステップは、局所的な破損箇所を封止するために局所的に金属材料を堆積させるステップを含む。これらの実施形態の利点は、無機材料および金属が、通常、不活性であり、固有の性質として良好なバリヤ特性を含むことである。これらの実施形態のさらなる利点は、それが補修材料を堆積させる比較的速い方法を提供する堆積方法と、デバイスの全区域にわたって行わなければならないとすれば比較的時間がかかり、かつ費用が高くなるであろう、封止する補修材料の比較的厚い層を（局所的に）堆積させる可能性とを提供することである。

40

#### 【0056】

修理する方法の実施形態において、局所的に補修材料を付けるステップは、密閉材料の接着性を改善するために接着材料を外側バリヤ層に堆積させるステップと、続いて局所的な破損箇所を封止するために局所的に密閉材料を堆積させるステップとを含む。接着層は、局所的な破損箇所を封止する密閉材料の接着を確実にするために用いられるだけであるから、接着層を付けるステップは、簡便に、外側バリヤ層の上に接着層を均一に付けることを含んでよい。前に示したように、通常、封止層を通る有害な物質の環境からの移動は

50

、そのような接着層を通して起こらないので、接着層の中に存在するどの追加の粒子も実質的に有害でないであろう。さらに、そのような追加の粒子が局所的な破損箇所のまさにその場所に位置する可能性は非常に小さいので、これは封止された薄膜デバイスの製造歩留まりにほとんど影響を及ぼさない。実際の密閉材料は、特定された局所的な破損箇所において封止層を局所的に封止するために堆積される。あるいは、局所的な破損箇所を封止するために、接着材料を堆積させるステップと密閉材料を堆積させるステップとの両方がともに局所的に実行される。

#### 【0057】

修理する方法の実施形態において、局所的に補修材料を付けるステップは、外側バリア層に金属基材を堆積させるステップと、続いて金属基材の中の局所的なさらなる破損箇所を封止するために局所的におよび金属密閉材料を堆積させるステップとを含む。

10

#### 【0058】

修理する方法の実施形態において、局所的に補修材料を付けるステップは、実質的に滴形をしているかまたは実質的に球形をしている第1の材料を局所的に堆積させるステップと、続いて、実質的に滴形をしているかまたは実質的に球形をしている第1の材料を覆って局所的な破損箇所を封止するために密閉材料を堆積させるステップとを含み、実質的に滴形をしているかまたは実質的に球形をしている第1の材料は、実質的に滴形をしているかまたは実質的に球形をしている第1の材料と封止層との間で45度より小さな接触角を有する。

#### 【0059】

20

修理する方法の実施形態において、局所的に補修材料を付けるステップは、ゲッタ材料を含む第1の材料を堆積させるステップと、続いて、密閉材料を局所的に堆積させて局所的な破損箇所を封止するステップとを含み、第1の材料は、局所的な破損箇所に入る水を減らす。前に示したように、ゲッタ材料は、水を吸収する。ゲッタ材料を含む第1の材料を付けると、存在するいずれの水または湿気も、局所的な破損箇所を通して薄膜デバイスの中に移動するのではなく、ゲッタ材料によって吸収されるようになる。よって、第1の材料は、一種の水バリアとして作用し、よって、薄膜デバイスの動作寿命を増加させる。後に続く密閉材料は、局所的な破損箇所を封止し、第1の材料の上に付けられる。よって、密閉材料を通る水または湿気の残存するどのような漏れも、第1の材料の中のゲッタ材料によって吸収される。第1の材料の中のゲッタ材料は、検出可能な偏移を生み出すために失われたゲッタ層の中のゲッタ材料を補う。

30

#### 【0060】

修理する方法の実施形態において、局所的に補修材料を付けるステップは、補修材料のレーザ転写によって補修材料を局所的に付けることを含む。この実施形態の利点は、これらの技法が、薄膜デバイスとの接触の結果として生じ得る薄膜デバイスへの損傷を防止する非接触技法であることである。さらに、補修材料を付けるためのそのような技法は、補修材料が局所的に迅速に付けられ、製造プロセス全体への影響が比較的小さな技法とすることができる。

#### 【0061】

修理する方法の実施形態において、局所的に補修材料を付けるステップは、局所的な破損箇所を封止するための補修材料に後で変換される補修材料の液体前駆体を印刷することによって、局所的に補修材料を付けることを含む。この実施形態の利点は、補修材料の堆積が高速で実行され得ることと、この技法がロール・ツー・ロール (roll-to-roll) および関連堆積技法と適合可能なことである。

40

#### 【0062】

修理する方法の実施形態において、局所的に補修材料を付けるステップは、補修材料の電気メッキによって補修材料を局所的に付けることを含む。電気メッキを生成させるための電流は、局所的に流せばよいので、比較的厚い層を成長させるための比較的高い成長速度を可能にすることができる。よって、封止された薄膜デバイスの製造時間をあまり増加させないで、電気メッキによる補修材料を局所的に付けることが可能である。

50

## 【0063】

修理する方法の実施形態において、局所的に補修材料を付けるステップは、局所的な破損箇所を封止するための封止材料を外側バリヤ層から局所的に硬化させるために局所的に硬化を付けるステップを含む。局所的な硬化を付けるステップは、破損箇所を封止する封止層の熱硬化を含んでよく、あるいは、たとえば外側バリヤ層に局所的に衝突して破損箇所を封止する紫外放射による硬化を含んでよい。この実施形態の利点は、補修材料の堆積が迅速に実行され得ること、およびこの技法が比較的低コストの硬化を可能にすることである。

## 【0064】

修理する方法の実施形態において、局所的に補修材料を付けるステップは、薄膜デバイスによって放射される光に対して少なくとも部分的に透明な補修材料を局所的に付けることを含むか、またはそこで局所的に補修材料を付けるステップは、人の裸眼には実質的に見えないように構成されている、局所的に付けられた補修材料の寸法を生み出すステップを含む。少なくとも部分的に透明な補修材料と、補修材料が人の裸眼に実質的に見えないような寸法を有する補修材料との両方の使用の利点は、先行する部分ですでに考察された。

## 【0065】

本発明の第3の側面は、封止された薄膜デバイスを作り出すために、薄膜デバイスに付けられた封止層を修理するためのシステムであって、封止層は、薄膜デバイスを環境の影響から保護するために薄膜デバイスに付けられ、封止層は、少なくとも第1および第2のバリヤ層を含み、第1および第2のバリヤ層の間にゲッタ層が存在し、ゲッタ層は、ゲッタ材料を含み、

前記ゲッタ材料に検出可能な変化を生じさせることができる検出物質を含む環境に封止された薄膜デバイスを曝露するための曝露手段、

ゲッタ層の検出可能な偏移によって前記第1および第2のバリヤ層のうち外側のもの（外側バリヤ層）の中の局所的な破損箇所を検出するための検出手段、

検出手段による検出の後に局所的な破損箇所の位置を特定し、続いて位置情報を補修手段に提供するための分析手段、および

分析手段から位置情報を受け取り、外側バリヤ層の中の局所的な破損箇所を封止するために局所的に補修材料を付けるための補修手段

を含むシステム

を含む。

## 【0066】

薄膜デバイスに付けられた封止層を修理するためのそのようなシステムは、薄膜デバイスの製造ラインに有利に配置され、製造された薄膜デバイスの動作寿命が改善されることを確実にすることができる。薄膜デバイスが製造されている間に、薄膜デバイスは、たとえば、製造プロセスの1つの部分から別の部分に移送される間に、検出手段によって読み取られてよい。この掃引は、文書を読み取るために用いられる読み取り技法と同様であってよい。続いて、薄膜デバイスが製造プロセスの1つの部分から別の部分に移送され続ける間に、検出手段からの位置情報を用い、続いて補修材料を局所的に堆積させる印刷デバイスとして、補修手段が構成されてよい。よって、システムは、正常な製造の流れをあまり妨げることなく、製造プロセスの中に比較的容易に組込むことができる。

## 【0067】

あるいは、封止層を修理するためのシステムは、製造ラインから切り離されて付けられてもよく、または製造ラインの異なる場所に配置されてもよい。たとえば、検出手段は、各薄膜デバイスが封止層の中の局所的な破損箇所の点検を受けるように、薄膜デバイスの製造ラインの中に配置されてよい。局所的な破損箇所が許容範囲にあり、修理される必要がなければ、薄膜デバイスはその正常な製造プロセスを続けるだけである。しかし、局所的な破損箇所が許容範囲になく、修理が必要であれば、薄膜デバイスは、局所的な破損箇所を封止するために補修材料を付けるシステムの補修手段に移送される。よって、システ

ムのさまざまな部分が製造プロセスの中のさまざまな部分に配置されてよい。

【0068】

あるいはまた、修理するためのシステムは、たとえば、薄膜デバイスの標準的な製造プロセスの中になくてよく、不合格となった薄膜デバイスを修理するためにだけ用いられてよい。製造プロセスから切り離されたそのようなシステムは、封止層の修理プロセスをすでに通りはしたが、この最初の修理プロセスがうまくいかなかった薄膜デバイスの封止層を修理するために用いられてもよい。

【0069】

システムの実施形態において、システムは、計時手段および環境制御手段をさらに含み、計時手段は、環境制御手段と一緒に、検出手段が外側バリア層の中の局所的な破損箇所を検出し始める前に、または検出手段が外側バリア層の中の局所的な破損箇所を検出している間に、封止層を含む薄膜デバイスを予め定められた環境に予め定められた時間保持するように構成される。前に示したように、薄膜デバイスがOLEDデバイスであると、ブラックスポットとしても知られているOLEDデバイスの中の欠陥は、徐々に成長し続ける。薄膜デバイスを予め定められた環境に予め定められた時間置くことによって、破損箇所を通る環境からの検出物質の漏れは、ブラックスポットの発生が妨げられるか、またはブラックスポットが依然として人の裸眼で検出されるには小さすぎるサイズに成長することが可能になるように制御することができる一方で、自動化された画像取り込みおよび分析システムは、ゲッタ層の検出可能な偏移によって封止層の中の局所的な破損箇所の位置を決定することが十分にできる。予め定められた時間は、薄膜デバイスが保持される環境によって決まり、たとえば薄膜デバイスが維持される温度および湿度によって決まる。予め定められた時間は、この方法において用いられる画像取り込みデバイスによって検出可能である最小寸法、および封止層を修理する方法によって依然として封止されなければならない局所的な破損箇所の寸法によっても決まる。

【0070】

あるいは、システムは、封止された薄膜デバイスを保持するように構成されたさらなる計時手段およびさらなる環境制御手段も含んでよい。このさらなる環境制御手段およびさらなる計時手段は、たとえば、付けられた封止層の修理が成功したかどうかを調べるために用いられてよい。修理が十分に良好でなければ、特定されたゲッタ層の中の検出可能な偏移は、さらなる環境制御手段の中で成長し続け、このことは、薄膜デバイスを連続的に監視することによって、または検出された局所的な破損箇所を修理の前に検出手段によって検出された局所的な破損箇所と比較することによって検出されてよい。よって、破損箇所の封止は、さらなる環境制御手段を用いて保証してよい。そのようなシステムにとって、さらなる検出手段が好ましいようである。分析手段によって、またはさらなる分析手段によって2つの画像の分析、または検出手段によって検出された画像の分析が行われてよい。

【0071】

システムの実施形態において、システムは、薄膜デバイスの機械的に弱い区域において局所的な破損箇所を発生させるための応力誘発手段をさらに含む。そのような応力誘発手段は、後になって薄膜デバイスの信頼性問題を生む結果となる機械的に弱い区域の修理を可能にする。応力誘発手段は、たとえば温度変化および／または差によって、あるいは、たとえば薄膜デバイスを変形させることによって、薄膜デバイスの中に応力を誘発してよい。

【0072】

システムの実施形態において、システムは、薄膜デバイスを活性化して発光させるための活性化手段をさらに含む。これらの活性化手段は、たとえば、薄膜デバイスと電氣的に接触するための接点を含んでよく、たとえば、薄膜デバイスを活性化させて発光させるように制御することができる電源を含んでよい。

【0073】

薄膜デバイスからの発光があるので、ゲッタ層の中の偏移による放射光の局所的な変化

は、カメラによって検出することができ、カメラは、局所的な破損箇所の位置も決定する。次に、この位置情報は、補修材料を検出された位置において付けることによって局所的な破損箇所を封止する補修手段によって用いられてよい。薄膜デバイスを照らす追加の光源は必要なく、よって、局所的な破損箇所の検出は単純化される。さらに、薄膜デバイスによって放射される光の強度は、薄膜デバイスに接続された電源によって、たとえば検出システムの要件と合致するように、またはたとえば局所的な破損箇所の検出を最適化するように、制御されてよい。たとえば、薄膜デバイスから放射される光の光強度が高すぎると、ゲッタ層の中の小さな偏移による強度変化が検出システムによって実質的に検出不可能となることがあるが、薄膜デバイスによって放射される光の強度が減らされると同じ検出システムが同じ偏移を容易に検出することができる。よって、最適な照明状況は、実験的に見いだすことができる。

#### 【0074】

システムの実施形態において、補修手段は、レーザ照射によって補修材料を転写して局所的な破損箇所を封止するためのレーザ転写手段を含む。システムの実施形態において、補修手段は、後で補修材料に変換されて局所的な破損箇所を封止する補修材料の液体前駆体を印刷するための印刷手段を含む。システムの実施形態において、補修手段は、補修材料を電気メッキによって転写して局所的な破損箇所を封止するための電気メッキ手段を含む。システムの実施形態において、補修手段は、局所的な破損箇所を封止するために局所的に封止層の封止材料の硬化を付けるための硬化手段を含む。

#### 【0075】

本発明の第4の側面は、薄膜デバイスに付けられた封止層を修理して封止された薄膜デバイスを製造する方法のステップをプロセッサシステムに実行させるための命令を含むコンピュータプログラム製品を含む。

#### 【0076】

本発明のこれらの側面およびその他の側面は、から明らかであり、以下に記載される実施形態を参照して説明される。図面において、

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0077】

【図1A】封止層および局所的な破損箇所を含む薄膜デバイスの概略断面図を示す。

【図1B】本発明による封止された薄膜デバイスの概略断面図を示す。

【図1C】本発明による封止された薄膜デバイスの概略断面図を示す。

【図1D】本発明による封止された薄膜デバイスの概略断面図を示す。

【図2】封止された薄膜デバイスを製造するために、薄膜デバイスに付けられた封止層を修理するためのシステムの概略図を示す。

【図3】薄膜デバイスに付けられた封止された層を修理する方法において可能なステップを表すフローダイアグラムを示す。

【図4A】封止層、ゲッタ層および局所的な破損箇所を含む薄膜デバイスの概略断面図を示す。

【図4B】第1の曝露時間の間の曝露の後の図4Aの薄膜デバイスを同じ断面図によって図式的に示す。

【図4C】図4BのIVCの方向から見た第1の曝露時間の間の曝露の後の薄膜デバイスの第1の試料の画像を示す。

【図4D】図4BのIVCの方向から見た第2の露出時間の間の曝露の後の第1の試料の画像を示す。

【図4E】図4BのIVEの方向から見た前記第2の曝露時間の間の前記の後の前記第1の試料の光パターンを示す。

【図4F】比較的遅い段階において修理された後の図4Aの封止された薄膜デバイスを示す。

【図5A】図4BのIVCの方向から見た第3の曝露時間の間の曝露の後の薄膜デバイスの第2の試料の画像を示す。

【図 5 B】図 4 B の I V E の方向から見た第 3 の曝露時間の間の前記の後の前記第 2 の試料の光パターンを示す。

【図 5 C】図 4 B の I V C の方向から見た第 3 の曝露時間の間の曝露の後の薄膜デバイスの第 3 の試料の画像を示す。

【図 6 A】本発明による封止された薄膜デバイスのさらなる実施形態を概略断面図で示す。

【図 6 B】本発明による封止された薄膜デバイスのさらに別の実施形態を概略断面図で示す。

【図 7 A】本発明のさらに別の実施形態による薄膜デバイスを修理する方法を断面図で示す。図 7 A は、前記さらに別の実施形態による薄膜デバイスの部分を図式的に示す。

【図 7 B】本発明のさらに別の実施形態による薄膜デバイスを修理する方法を断面図で示す。図 7 B は、局所的な破損箇所を有する、前記さらに別の実施形態による薄膜デバイスを示す。

【図 7 C】本発明のさらに別の実施形態による薄膜デバイスを修理する方法を断面図で示す。図 7 C は、局所的な破損箇所が原因となって生じた検出可能な偏移を有する、前記さらに別の実施形態による薄膜デバイスを示す。

【図 7 D】本発明のさらに別の実施形態による薄膜デバイスを修理する方法を断面図で示す。図 7 D は、前記さらに別の実施形態による薄膜デバイスの修理の方法の第 1 のステップの結果を示す。

【図 7 E】本発明のさらに別の実施形態による薄膜デバイスを修理する方法を断面図で示す。図 7 E は、前記さらに別の実施形態による薄膜デバイスの修理の方法の第 2 のステップの結果を示す。

【発明を実施するための形態】

【0078】

図は、純粋に図式的であり、一定の比率で描かれてはいない。特に、分りやすくするために、いくつかの寸法は強く誇張されている。図において同様な構成成分は可能なかぎり同じ参照番号によって示される。

【0079】

図 1 A は、薄膜デバイス 30 と封止層 20 とを含む封止された薄膜デバイス 10 を示し、封止層 20 は、第 1 および第 2 のバリア層 22、24 を有し、第 1 および第 2 のバリア層 22、24 は、局所的な破損箇所 50、54 をそれぞれ有する。薄膜デバイス 30 は、通常、複数の積み重ねられた層（図示せず）を含み、これらの層は、一緒になって電気回路 30、電気光学素子 30 または、たとえば光学素子 30 を構成する。そのような電気回路 30 は、通常、IC としても知られる小型化した電気回路である。電気光学素子 30 は、たとえば、発光ダイオード 30、有機発光ダイオード 30 またはレーザダイオード 30 を含み、したがって、通常、発光層（図示せず）と組み合わされるダイオード回路（図示せず）と等価な電気回路を少なくとも部分的に含む。発光層は、たとえば、有機発光層（図示せず）から成り立ってよく、この場合には有機発光ダイオード 30（以後 OLED と呼ばれる）が得られる。光学素子 30 は、たとえば、光導波路（図示せず）および光ゲート（図示せず）を含む光回路 30 を構成するいくつかの光学的に層を含んでよい。そのような光学素子 30 は、多くの場合に、集積回路と同様な機能を実行するように設計され、集積回路を置き換えるように設計されることが多い。

【0080】

これらの薄膜デバイス 30 のそれぞれは、薄膜デバイス 30 を環境影響から保護するある種の封止層 20 を必要とする。薄膜デバイス 30 に提供されるシールの品質は、薄膜デバイス 30 の動作寿命を決定することが多い。バリア層が湿気および他の有害な大気物質に対して比較的強いバリアを形成することが見いだされている。しかし、実際には、バリア層でも m<sup>2</sup> 当たり 10<sup>7</sup> 個もの破損箇所を有することがある。したがって、通常、封止層 20 は、積層体として実体化され、積層体は、少なくとも第 1 および第 2 のバリア層 22、24 を含み、これらのバリア層はさらなる分離層によって分離される。こうすると、

第1および第2のバリア層の中の破損箇所50と54との間に曲がりくねった通路が作り出される。それによって、封止層は、単一のバリア層より実質的に良好なバリアを有する形成する。図1Aは、封止層20が第1のバリア層22、有機平坦化層23および第2のバリア層24によって形成された例を示す。特に、薄膜デバイス30がOLEDデバイス30であると、OLEDデバイスの内部で腐食作用を引き起こす水が、OLEDデバイス30の中にブラックスポット60を局所的に発生させることが多いので、OLEDデバイス30の封止は重要である。腐食作用に起因するブラックスポット60は、たとえば封止層20の中の局所的な破損箇所50から始まり、放射状に成長し続ける。そのような局所的な破損箇所50は、封止層20が薄膜デバイス30に付けられる前に、または付けられている間に、ちり粒子62の存在によって引き起こされ得る。図1Aは、湿気がどのように第1のバリア層22の中の破損箇所50、分離層23の中の拡散経路52および第2のバリア層24の中の破損箇所54を通して薄膜デバイス30に侵入し、それによってブラックスポット60の原因となるかを例示する。時がたつにつれて、腐食作用は人の眼に見えるようになるが、これは、通常、OLEDデバイス30が照明を目的として用いられるとき容認できない。最終的には、腐食作用はOLEDデバイス30全体を破壊し、OLEDデバイス30が光をまったく発生しないようにしてしまうことがある。

10

#### 【0081】

封止された薄膜デバイス10の厚さを減らすために、および封止された薄膜デバイス10の製造コストも減らすために、封止は、好ましくは薄膜デバイス30に直接付けられた封止層20によって行われる。そのような封止層20は周知であり、特に、OLEDデバイス30に付けられる。上記に示したように、公知の封止層20は、たとえば、窒化ケイ素—有機材料—窒化ケイ素を含む複数の層の積層体を含んでよい。有機層は、比較的厚く、積層体のいずれの層に存在し得る粒子も平坦化する。この積層体から成り立つそのような封止層20は、ブラックスポット60が発生することを防止しないが、OLEDデバイス30に水が入るための迷宮を形成するので、ブラックスポット60の成長を遅らせる。

20

#### 【0082】

あるいは、封止層20は、複数の無機層から成り立ってもよく、および／または電気化学メッキによって構成されてもよい。封止層20は、たとえば、窒化ケイ素—酸化ケイ素—窒化ケイ素、またはさらにNON積層20とも呼ばれる窒化ケイ素—酸窒化ケイ素—窒化ケイ素を含む積層を含んでよい。そのようなNON積層20は、通常、この基本積層を多重に繰り返したものの、通常は約8層、を含む。これらの代替封止層20において、発生するブラックスポット60の数は、顕著に減少する。しかし、そのような代替封止層20の中に残存するいずれの局所的な破損箇所50も、ブラックスポットが比較的急速に連続して成長し続ける（湿った環境においては大体1時間以内に眼に見えるようになる）原因となる。

30

#### 【0083】

本発明者らは、薄膜デバイス30を封止するために別の封止層20を加えるかまたは封止層20を構成する積層体の層を増やしても、それぞれのさらなる層が、ちり粒子62を埋め込まれるリスクを再び負い、ちり粒子62は追加された層の中に局所的な破損箇所50を再び形成し得るので、問題は部分的にしか解決しないことを見いだした。さらなる封止層を加えると、追加の層のそれぞれが封止された薄膜デバイスを製造する製造ステップを加え、これが、動作寿命改善は顕著でなく、および／または十分でないのに、封止された薄膜デバイスのコストを増加させるという点で、さらなる負の影響がある。

40

#### 【0084】

封止された薄膜デバイスは、通常、基板70の上に設けられる。基板70は、たとえばガラスまたは金属層でできている。これらの材料は、良好なバリア特性を有する。あるいは、ポリマ箔、たとえばPETまたはPEN箔が基板として用いられてよい。その場合、基板と、封止される薄膜デバイスとの間に追加の封止層が存在することが望ましい。

#### 【0085】

図1Bから1Dは、本発明による封止された薄膜デバイス10、12、14の概略断面

50

図を示す。本発明による封止された薄膜デバイス 10、12、14 は、薄膜デバイス 30 と、薄膜デバイス 30 を保護するために薄膜デバイス 30 に付けられた封止層 20 とを含む。薄膜デバイス 30 と封止層 20 との間にゲッタ層 25 が存在する。ゲッタ層は、ゲッタ材料を含む。ゲッタ層は、局所的な破損箇所を透過した検出物質とゲッタ層の中のゲッタ材料との間の相互作用による、前記封止された局所的な破損箇所 50 の位置において検出可能な偏移 27 を含む。封止された薄膜デバイス 10、12、14 は、封止層 20 の中の局所的な破損箇所 50 を封止するために局所的に付けられた補修材料 40；42、44 をさらに含む。その結果、封止層 20 の上部バリア層 22 の中の局所的な破損箇所 50 は、補修材料 40；42、44 を局所的に付けることによって封止される。それによって、拡散経路 52 は中断され、いずれの有害な環境物質が薄膜デバイス 30 と接触することも防止し、したがって薄膜デバイスの動作寿命を改善する。さらに、本発明による、薄膜デバイス 30 に付けられた封止層 20 を修理する方法は、通常、局所的な破損箇所 50 を封止するために非常にわずかな補修材料 40；42、44 しか必要としない。

10

#### 【0086】

局所的な破損箇所 50 は、有害な環境物質が薄膜デバイス 30 と接触して薄膜デバイス 30 を損傷するかまたは損傷し始めることを可能にする、封止層 20 の中の局所的な変化と定義される。この点で、語「破損箇所」は、封止層 20 の中の実際のすき間、裂け目およびピンホールを包含するように選ばれる。さらに、語「破損箇所」は、封止層 20 が実際に壊れてはいないが、破損箇所 50 の位置における封止層 20 がたとえば有害な環境物質に対して多孔性であるという事実によって、局所的に、封止する役を果たすことができない状況も包含するように選ばれる。

20

#### 【0087】

図 1 B は、封止された薄膜デバイス 10 を作り出すために単一の種類の補修材料 40 が封止層 20 に付けられた、封止された薄膜デバイス 10 の実施形態を示す。この単一の種類の補修材料 40 は、たとえば、封止層 20 の上に局所的に堆積された無機材料 40、金属材料 40 を含んでよい。補修材料 40 のこの局所的な堆積は、周知の堆積方法、たとえばレーザ堆積および印刷堆積技法を用いて実行されてよい。そのような堆積技法の利点は、それらが比較的良好に知られており、補修材料 40 または液化した補修材料 45（図 3 参照）を封止層 20 の上に局所的に付けるには、印刷技法へのわずかな適応しか必要でないことである。あるいは、補修材料は、局所的に硬化した封止材料 40 さえ含んでよい。よって、封止層 20 は、局所的に軟化させてよい。続いて、軟化した封止材料は、たとえば重力、毛管力および／または表面張力の影響を受けて流動して破損箇所 50 を密閉するか、または別の方法で破損箇所 50 に入らされる。その後、軟化された封止材料を硬化させると、局所的な破損箇所 50 を封止するために用いることができる局所的に硬化した封止材料 40 が得られた。

30

#### 【0088】

局所的に付けられた補修材料 40 は、薄膜デバイス 30 によって放射された光に対して、少なくとも部分的に透明であってよい。この実施形態において、薄膜デバイス 30 は、もちろん、発光薄膜デバイス 30、たとえば OLED デバイス 30 である。少なくとも部分的に透明なこの補修材料 40 は、発光薄膜デバイス 30 の発光層から放射された光をさえぎらず、よって、堆積された補修材料 40 を見えなくする。さらに、有機発光層の典型的なランベール型発光特性のために、付けられた補修材料に隣接する領域において放射された光の一部は、付けられた補修材料 40 を通して光を放射し、局所的な破損箇所 50 の存在による局所的な強度変化をさらに減らす。最後に、実質的に透明な補修材料 40 が存在すると、封止層 20 の中で捕捉された光を発光薄膜デバイス 30 から抜け出させ、したがって付けられた補修材料 40 の位置におけるどのような強度変化もさらに減らすことができる。

40

#### 【0089】

あるいは、局所的に付けられた補修材料 40 の寸法は、十分に小さいので、人の裸眼には実質的に見えない。これは、通常、寸法は人の眼によって認められない最小のフィーチ

50

ャサイズより小さくあるべきである、および／または補修材料 40 の存在によって引き起こされる強度変化は、人の眼によって認められるべきでないことを意味する。

#### 【0090】

図 1 C は、封止された薄膜デバイス 10 を作り出すために 2 つの異なる種類の補修材料 42、44 の組み合わせが封止層 20 に続いて付けられた、封止された薄膜デバイス 12 の実施形態を示す。第 1 の材料 44 は、たとえば、後に続く密閉材料 42 の封止層 20 への接着性を改善するために付けられた接着材料 44 であってよい。第 1 の材料 44 は、金属基材 44 であってもよく、その後で、金属基材 44 の中のいずれのさらなる局所的な破損箇所（図示せず）も密閉するために金属密閉材料 42 が金属基材 44 の上に配置される。第 1 の材料 44 は、局所的な破損箇所 50 の近傍においてすべての水を吸収するための、およびゲッタ材料を含む第 1 の材料 44 の上に付けられた密閉材料 42 を通過することができるすべての水を吸収するゲッタ材料も含んでよい。

10

#### 【0091】

第 1 の材料 44 は、実質的に滴形状を有するかまたは実質的に球形状を有してよく、第 1 の材料 44 と封止層 20 との間の接触角は 45 度未満である。そのような第 1 の材料 44 は、局所的な破損箇所 50 の良好な封止を確実にするために封止層 20 と第 1 の材料 44 との間で良好な接触を有するように選ばれる。続いて、薄膜デバイス 30 の気密封止を確実にして封止された薄膜デバイス 12 を生み出すために第 1 の材料 44 の上に密閉材料 42 が付けられる。

20

#### 【0092】

図 1 D は、第 1 の材料 44 は、封止層 20 の上に実質的に均一な層として付けられた接着層 44 である、封止された薄膜デバイス 14 を示す。接着層 44 を均一な層として封止層 20 の上に付けると、便利ことがある。接着層 44 の中に存在するどのような追加の粒子（図示せず）も、通常、封止層 44 を通る環境からの有害物質の移動は、そのような接着層 44 を通って起こらないので、実質的に有害ではないであろう。さらに、そのような追加の粒子が局所的な破損箇所 50 のまさにその位置に位置する可能性は、非常に小さいので、これは、封止された薄膜デバイス 14 の製造歩留まりにほとんど影響を及ぼさない。実際の密閉材料 42 は、特定された局所的な破損箇所 50 において封止層 220 を封止するように局所的に堆積される。あるいは、接着材料 44 と密閉材料 42 との両方が、図 1 C に示したものと同様に、局所的な破損箇所 50 を封止するために両方とも局所的に堆積される。

30

#### 【0093】

図 2 は、封止された薄膜デバイス 10、12、14 を作り出すために、薄膜デバイス 30 に付けられた封止層 20 を修理するためのシステム 200 の概略図を示す。

#### 【0094】

システムは、封止された薄膜デバイスを、前記ゲッタ材料に検出可能な偏移を生じさせることができる検出物質を含む環境に曝露するための、下記により詳細に記載される曝露手段を含む。したがって、封止されたデバイスは、ゲッタ層の中に検出可能な偏移を生じさせるためには十分長いが、薄膜デバイスに目立つ損傷を生じさせるためには短すぎる曝露時間の間、前記環境に曝露される。

40

#### 【0095】

システム 200 は、ゲッタ層 25 の検出可能な偏移 27 の検出によって、薄膜デバイス 30 に付けられた封止層 20 の中の局所的な破損箇所 50 を検出するための検出手段 210 を含む。そのような検出手段 210 は、たとえば光学的検出手段 210、たとえばカメラ 210 であってよい。しかし、他の検出手段 210、たとえば、局所的な破損箇所 50 を検出するための電氣的検出（図示せず）、音波的検出（図示せず）または他のいかなる種類の検出手段 210 も用いてよい。システム 200 は、検出手段 210 からの検出信号を分析するための、および補修手段 220 に位置情報を提供する、分析手段 230 をさらに含む。補修手段 220 は、局所的堆積手段 220、たとえばレーザ堆積手段（図示せず）、または液体印刷堆積手段 220、たとえば図 3 に例示されるインクジェット印刷手段

50

２２０であってよい。通常、補修材料４０；４２、４４を堆積させるためのどのような堆積手段２２０も用いてよい。

#### 【００９６】

したがって、曝露手段は、あらかじめ定められたデバイスの曝露の継続時間の後、封止された薄膜デバイスの検出および修理を自動的に開始する計時手段２５０を含んでよい。あるいは、あらかじめ定められたデバイスの曝露の継続時間の後、運転員が検出および修理を開始してもよい。また、別の環境において、薄膜デバイスが封止された直後に検出が開始されてよく、ゲッタ層の中のゲッタ材料の検出可能な偏移によって破損箇所が検出されればすぐに破損箇所が修理されてよい。封止された薄膜デバイスは、正常な使用時に起こることが予測される正常な環境条件に曝露されてよい。曝露手段は、特定の試験条件、たとえばゲッタ層の中の検出可能な偏移の形成を速める高い温度および高い湿度を提供するための環境制御手段２６０を含んでよい。薄膜デバイス３０を封止層２０とともにあらかじめ調整された環境にあらかじめ定められた時間の間、保持するための計時手段２５０および環境制御手段２６０。図２において、計時手段２５０および環境制御手段２６０は、検出手段２１０、分析手段２３０および補修手段２２０の周りに例示される。しかし、計時手段２５０および環境調節手段２６０は、実際の検出手段２１０および補修手段２２０と異なる位置に位置してよい。前に示したように、薄膜デバイス３０がＯＬＥＤデバイス３０であると、ゲッタ層の偏移２７は、放射状に成長し続ける。薄膜デバイス３０をあらかじめ定められた環境にあらかじめ定められた時間置くことによって、偏移の連続的な成長は、偏移２７が人の裸眼で検出されるにはまだ小さすぎる間に、自動化された画像取り込み２１０および分析システム２３０が封止層２０の中の局所的な破損箇所５０を位置特定することが十分にできるように、制御されてよい。実施形態において、検出物質を吸収しても視覚による検出が可能な偏移を示さないが、機械検出可能な偏移だけを示すゲッタ層が用いられてよい。その場合、ゲッタ層の結合容量が破損箇所の位置において利用され尽くされる前に曝露が止められれば十分である。あらかじめ定められた曝露の時間は、検出物質の種類、すなわち環境中の湿気または酸素を含む、薄膜デバイス３０が保持される環境によって決まる。たとえば、あらかじめ定められた時間は、薄膜デバイス３０が保持される温度および湿度によって決まる。あらかじめ定められた時間は、システム２００において用いられる画像取り込みデバイス２１０によって検出可能である最小寸法、および封止層２０を修理するシステム２００によってまだ封止されなければならない局所的な破損箇所５０の寸法によっても決まる。

#### 【００９７】

あるいは、システム２００は、付けられた補修材料４０；４２、４４が封止層２０を実際に封止したかどうかチェックするために封止された薄膜デバイス１０、１２、１４を保持するように構成されたさらなる計時手段（図示せず）およびさらなる環境制御手段（図示せず）も含んでよい。修理が十分に良好でなければ、ゲッタ層の中の特定された偏移２７は、さらなる環境制御装置の中で成長し続ける。偏移２７は、薄膜デバイス３０を連続的に監視することによって、または検出された局所的な破損箇所５０を、修理の前に検出手段２１０によって早い時期に取り込まれた情報と比較することによって、検出されてよい。よって、局所的な破損箇所５０の封止はさらなる環境制御手段を用いて保証されてよい。そのようなシステムにとって、さらなる検出手段は好ましいようである。２つの画像の分析、または検出手段によって検出された画像の分析は、分析手段２３０によって、または、さらなる分析手段（図示せず）によって実行されてよい。

#### 【００９８】

図２に示されるシステム２００は、薄膜デバイス３０の機械的に弱い区域において局所的な破損箇所５０を発生させるための応力誘発手段２６０、２６５も含んでよい。そのような応力誘発手段２６０、２６５は、たとえば環境制御手段２６０を用いて、たとえば温度変化および／または差によって薄膜デバイス３０の中に応力を誘発してよい。あるいは、応力誘発手段２６０、２６５は、薄膜デバイス３０の変形によって、たとえば、補修材料４０；４２、４４を封止層２０に付ける間に、薄膜デバイス３０を上に乗置する支持体

265を変形させることによって、薄膜デバイス30の中に応力を誘発してよい。この応力誘発手段260、265の存在は、後になって薄膜デバイス30の信頼性問題となることがある機械的に弱い区域の修理を可能にする。

#### 【0099】

図2に示されるシステム200は、薄膜デバイス30を検出手段210から補修手段220へ制御された方法で、たとえば矢印の方向に動かすための輸送手段240も含む。輸送手段240は、検出手段210に対する輸送手段240の位置を測定する一種の定規(図2の数字0から7で示す)を含み、検出された局所的な破損箇所50がどこにあるかという位置情報を決定するためにこの信号を分析手段230に提供する。さらに、システム200は、薄膜デバイス30を活性化するための活性化手段270を含んでよい。薄膜デバイス30が発光薄膜デバイス30であると、発光薄膜デバイス30は、発光し始め、これは、検出手段210によって局所的な破損箇所50を特定するために用いられてよい。

#### 【0100】

図3は、薄膜デバイス30に付けられた封止された層20を修理する方法100における可能なステップを表示するフローダイアグラム100である。

#### 【0101】

封止された層20を修理する方法100は、任意選択の「応力を加える」ステップ105、「調整された環境の中で待機する」ステップ110および「薄膜デバイスを活性化する」ステップ115で始まる。応力を加えるステップ105は、封止層30の中の任意の局所的な破損箇所を封止する前に、薄膜デバイスの中の機械的に弱い区域を検出するために実行されてよく、調整された環境の中で待機するステップ110は、たとえばOLEDデバイス30の中の検出可能な偏移の制御された成長を増強することができるが、封止層20の中の局所的な破損箇所50を特定するために絶対に必要なわけではないので、これらのステップは、任意選択である。薄膜デバイスを活性化するための活性化ステップ115も、封止層20の中の局所的な破損箇所50を特定する容易さを増強することができるが、検出手段210が発光薄膜デバイス30の電源を入れる必要なく破損箇所を検出することができれば、省略されてもよい。続いて、「局所的な破損箇所を検出する」ステップ120が実行され、その間に局所的な破損箇所50が検出される。この検出は、光検出によって実行されてよいが、ゲッタ層25の中の検出可能な偏移の検出によって封止層20の中の局所的な破損箇所50を特定し、位置を決めるのに適している他のいずれの検出方法によって実行されてもよい。続いて、補修材料40;42、44を付ける「補修材料を付ける」ステップ140が実行される。この補修材料を付けること140は、封止層の中の破損箇所50を閉じるために、補修材料40、42、44を堆積させることによるかまたは封止材料20の局所的な硬化によって実行されてよい。任意選択として、補修材料40;42、44が破損箇所50を封止するために封止層20に続けて付けられなければならない2つの異なる補修材料42、44で構成されるとき、必要になることがある「追加の材料を付ける」ステップ142が、示される。最後に、修理する方法100は、「チェック?」ステップ150を含み、このステップにおいては、修理の品質がチェックされるかどうかの選択が加えられてよい。修理の品質がチェックされなければならないならば、たとえば、図2に示されるものと同じ修理のためのシステム200によって、または、たとえば、図2のシステム200と同じように働いてよい、もしくは図2のシステム200と同様であってよい修理のためのさらなるシステム200によって、方法100の一部が再実行されなければならない。修理の質のチェック作業は、修理された薄膜デバイス30がゲッタ層の中の検出可能な偏移を制御された方法で成長させるために調整された環境に再び入れられるステップ110において開始されてよい。あるいは、修理の品質のチェック作業は、薄膜デバイスを活性化するステップ115において、または局所的な破損箇所50を検出するステップ120において開始されてもよい。

#### 【0102】

例として、封止された薄膜デバイス10が図4Aで例示されるように製造された。封止された薄膜デバイス10は、封止層20によって封止された薄膜デバイス30を含み、封

止層 20 と薄膜デバイス 30 との間に配置されたゲッタ層 25 をさらに含む。ゲッタ層 25 は、5 重量%の CaO ナノ粒子を含む有機層で構成された。図 4 A に示された封止された薄膜デバイス 10 は、60℃の温度を有し 90%の相対湿度を有する環境に 504 時間（3 週間）曝露された。図 4 B に図式的に示されるように、この曝露の後に、封止層 20 の中の破損箇所は、それ以外は実質的に透明なゲッタ層 25 の中でグレイスポット 27 として良好に検出可能である。図 4 C もこれを例示するが、I V C の方向から見た画像である。第 1 のバリア層 22 の中の破損箇所 50 は、通常、第 2 のバリア層 24 の中の破損箇所から遠くにあるという事実のために、ゲッタ層 25 の中のグレイスポット 27 は湿気が第 2 のバリア層に 24 に達する前に十分に検出することができる。これは、この段階において薄膜デバイスの中にブラックスポットがまだ形成されていなかったという事実によって確認される。本発明の方法によれば、これらのグレイスポット 27 は、検出することができ、たとえば図 1 B、1 C または 1 D に示されるように、局所的な破損箇所を封止して封止された薄膜デバイス 10、12 または 14 を作り出すために補修材料 42 が局所的に付けられ、それによって O L E D の中のブラックスポット形成を防止することができる。

10

#### 【0103】

図 4 D は、封止された薄膜デバイスが、同じ環境の中で 2500 時間の全曝露時間までさらに曝露された後の I V C の方向から見た写真を示す。図 4 E は、動作時に O L E D によって放射された光パターンの I V D の方向から見た写真を示す。この時点で、図 4 E においてゲッタ層について示されたグレイスポット 27 のそれに対応する位置を有する 1 つのブラックスポット 60 が検出可能になった。これは、ゲッタ層 25 の中の偏移 27 が検出可能になる時間と湿気または他の大気物質が薄膜デバイスを損傷し始める時間との間で比較的長い時間が過ぎ去ることを示す。したがって、封止層を修理し、それによって薄膜デバイスへの損傷を防止するために十分な時間が利用可能である。この時点で、図 4 F に例示されている封止された薄膜デバイス 16 を得るために、ブラックスポット 60 がまだ比較的小さいうちに、封止された薄膜デバイスを修理する方法を利用することさえ可能であろう。しかし、ブラックスポット 60 が形成される前に修理を開始するのが好ましい。

20

#### 【0104】

10 重量% CaO ナノ粒子を含むゲッタ層を有する試料について、図 4 A ~ F を参照して示されたと同様な結果が示された。

30

#### 【0105】

実験は、アクリレート層の中に 5 重量%のゼオライト粒子を含むゲッタ層を有する第 2 の試料および第 3 の試料についても行われた。その結果は、第 2 の試料について図 5 A、B、第 3 の試料について図 5 C に示される。第 2 および第 3 の試料は、60℃の温度をそれぞれ有し 90%の相対湿度を有する環境に 2500 時間それぞれ曝露された。その時点で、第 2 の試料（図 5 A）および第 3 の試料（図 5 C）のゲッタ層 25 は、外側バリア層 22 の中の破損箇所 60 を示す明確な偏移 27 を示した。第 2 の試料は、薄膜デバイスの中の 2 つの弱いブラックスポット 60（図 2 B）を示した。第 3 の試料（図 2 C）は、まだブラックスポットを示さなかった。

#### 【0106】

図 4 C ~ E ならびに図 5 A、B および C に示される試料は、図 4 C に示されるように、それぞれ 32×24 mm のサイズを有する。したがって、この場合にも、通常、封止された薄膜デバイスの損傷が起こるずっと前にゲッタ層の偏移 27 は検出可能になり、したがって偏移 27 によって示されるバリア層の中の破損箇所を修理するために十分な時間が利用可能である。

40

#### 【0107】

図 6 A は、本発明による封止された薄膜デバイス 17 のさらなる実施形態を示す。その実施形態においては、ゲッタ層 25 と外側バリア層 22 との間に有機層 28 が存在する。この有機層 28 は、ゲッタ層 25 が相対的に粗い粒子を含む場合に平坦化層として用いられてよい。図 6 A の実施形態において、外側バリア層 22 は、単一の種類の補修材料 42

50

によって修理される。しかし、あるいは、外側バリヤ層 22 は、他の方法によって、たとえば図 1 C または図 1 D を参照して記載されるように修理されてよい。

#### 【0108】

図 6 B は、本発明による封止された薄膜デバイス 18 のさらに別の実施形態を示す。その実施形態においては、外側バリヤ層 22 および局所的に付けられた補修材料 42 の上に保護層 29 が付けられる。保護層 29 は、バリヤ層 22 および局所的に付けられた補修材料 42 を機械的原因から保護する。図 6 B の実施形態は、図 6 A を参照して記載される有機層 29 をさらに含んでよい。外側バリヤ層 22 は、図 6 B に示されるように単一の種類単一の種類の補修材料 42 によって修理されてよい。しかし、あるいは、外側バリヤ層 22 は、他の方法によって、たとえば図 1 C または図 1 D を参照して記載されているように、修理されてよい。

10

#### 【0109】

湿気または他の物質が中間層を通して破損箇所に入ることを回避するために、破損箇所を有するバリヤ層の上に補修材料が直接付けられることが重要である。（機械的に）保護層 29 が付けられた後に破損箇所 50 が検出された場合、保護層 29 は、破損箇所の位置を露出させるために、穿孔法によって、たとえばレーザ穿孔法によって局所的に取り除かれてよい。続いて、補修材料 62 を、破損箇所を有する層の上に直接付けることができる。バリヤの 1 つだけが修理されれば十分である。たとえば図 6 B において、バリヤ層 22 の（最も顕著な）破損箇所 50 が修理されれば十分である。その下にあるバリヤ層 24 も修理することは、必要はない。

20

#### 【0110】

なお、本発明は、デバイスのカソード側のバリヤ層ならびにアノード側のバリヤ層の両方に付けることができる。本発明は、隠れたバリヤ層にも適用可能である。図 7 A に示される実施形態において、封止された薄膜デバイス 19 は、高分子箔によって形成された基板 70 の上に取り付けられたその発光窓と対向し、薄膜デバイス 30 と高分子箔 70 との間に配置された封止層 80 を備える。前に記載された実施形態におけるように、封止層 80 は、第 1 のバリヤ層 82 および第 2 のバリヤ層 84 と、第 1 および第 2 のバリヤ層 82、84 の間にはさまれたゲッタ層 85 とを含む。分りやすくするために、封止層 80 とは反対側の薄膜デバイス 30 の側のその他の層は、図示していない。前記封止層 80 の中の、すなわち前記封止層 80 のバリヤ層 82、84 の間の、ゲッタ層 85 の中の偏移は、依然として正確に検出することができることがわかっている。高分子箔 70 と薄膜デバイス 30 との間の前記封止層 80 のバリヤ層 82 の中の破損箇所は、破損箇所が保護膜によって覆われている場合と同じ方法で修理することができる。図 7 B ~ E にこれが例示される。図 7 B は、粒子 62 によって引き起こされた、第 1 のバリヤ層 82 の中に存在する破損箇所 50 の例を示す。基板 70 が高分子箔などの比較的湿気透過性の材料によって形成される場合には、これは、湿気が破損箇所 82 を透過し、ゲッタ層 85 の材料と相互作用する原因となり、図 7 C に示されるように検出可能な偏移 87 を引き起こす原因となる。前記偏移 87 を検出したら、基板 70 は、図 7 D に示されるように破損箇所の位置を露出させるために、たとえば孔 72 を穿孔することによって、たとえばレーザ穿孔によって、局所的に除去される。それによって、第 1 のバリヤ層 82 は破損箇所 50 の位置において露出される。それに続くステップにおいて、図 7 E で示されるように、破損箇所 50 の位置において孔 72 の中で基板 70 と向き合う第 1 のバリヤ層 82 の上に補修材料 40 が直接付けられる。封止された薄膜デバイスが薄膜デバイスの両側に封止層を有し、前記封止層のどちらの中で偏移が検出されたのかをはっきりと見ることができない場合、前記封止層のそれぞれの外側バリヤ層が修理されてよい。

30

40

#### 【0111】

図 7 A ~ E に示されている方法は、機械的保護層を備える封止層の修理に等しく適用可能である。

#### 【0112】

上述の実施形態は、本発明を限定するものではなく例示するものであり、当業者は添付

50

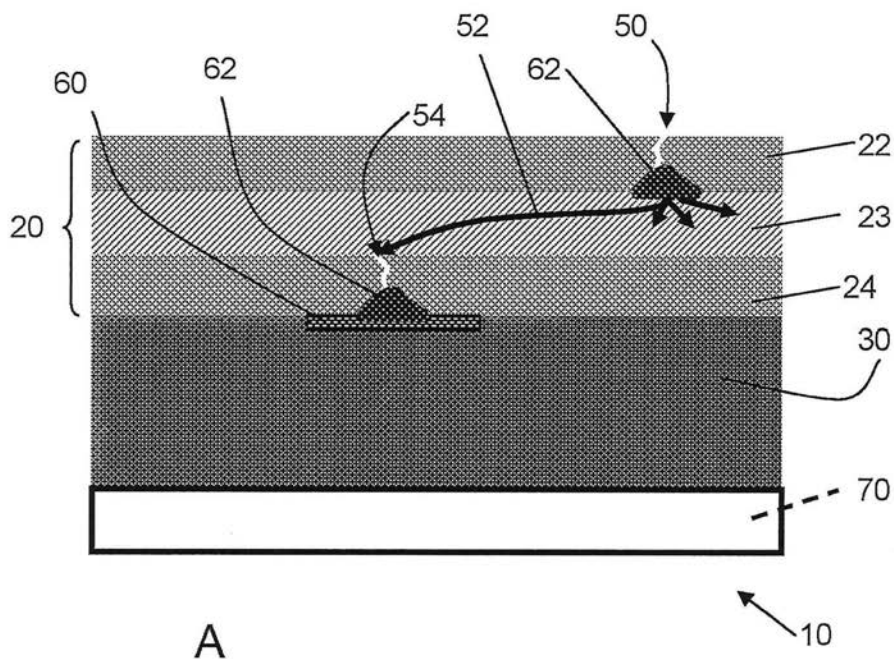
の請求項の範囲から逸脱することなく多くの代替実施形態を設計することができることに注意すべきである。

【 0 1 1 3 】

請求項において、括弧の中にあるいかなる参照符号も、請求項を限定するものと解釈されない。動詞「含む（comprise）」およびその活用形の使用は、請求項に述べられているもの以外の要素またはステップの存在を排除しない。要素に先行する冠詞「a」または「an」は、複数のそのような要素の存在を除外しない。本発明は、いくつかの異なる要素を含むハードウェアを用いて、またはソフトウェアを用いて実行されてよい。いくつかの手段を列挙するデバイス請求項において、これらの手段のいくつかは、まったく同じ品目のハードウェアによって実施されてよい。互いに異なる従属請求項においてある種の方策が述べられたという単なる事実、これらの方策を組み合わせて有利に用いてよいことを示している。

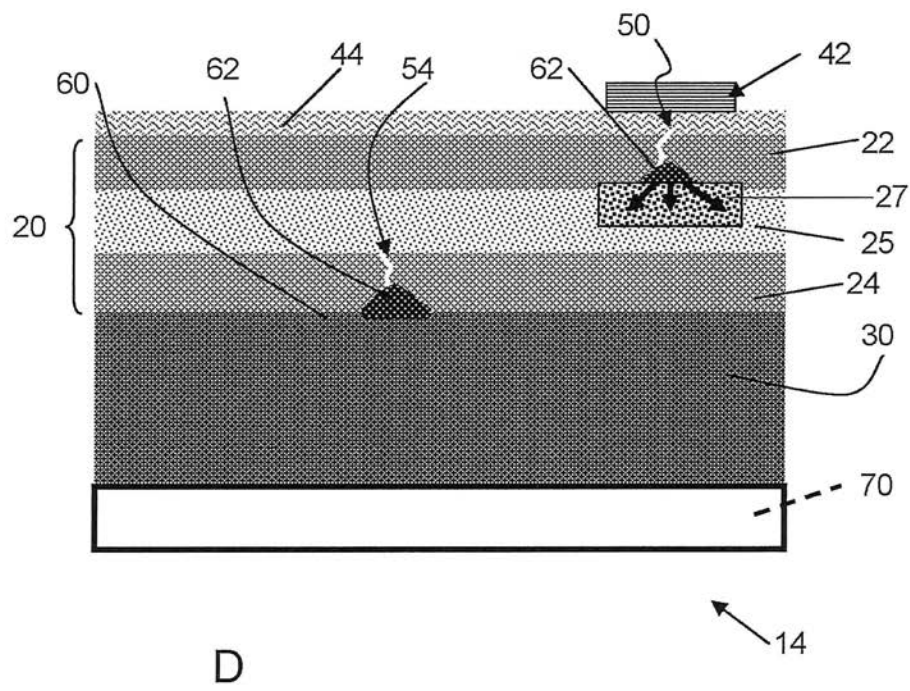
10

【図 1 A】

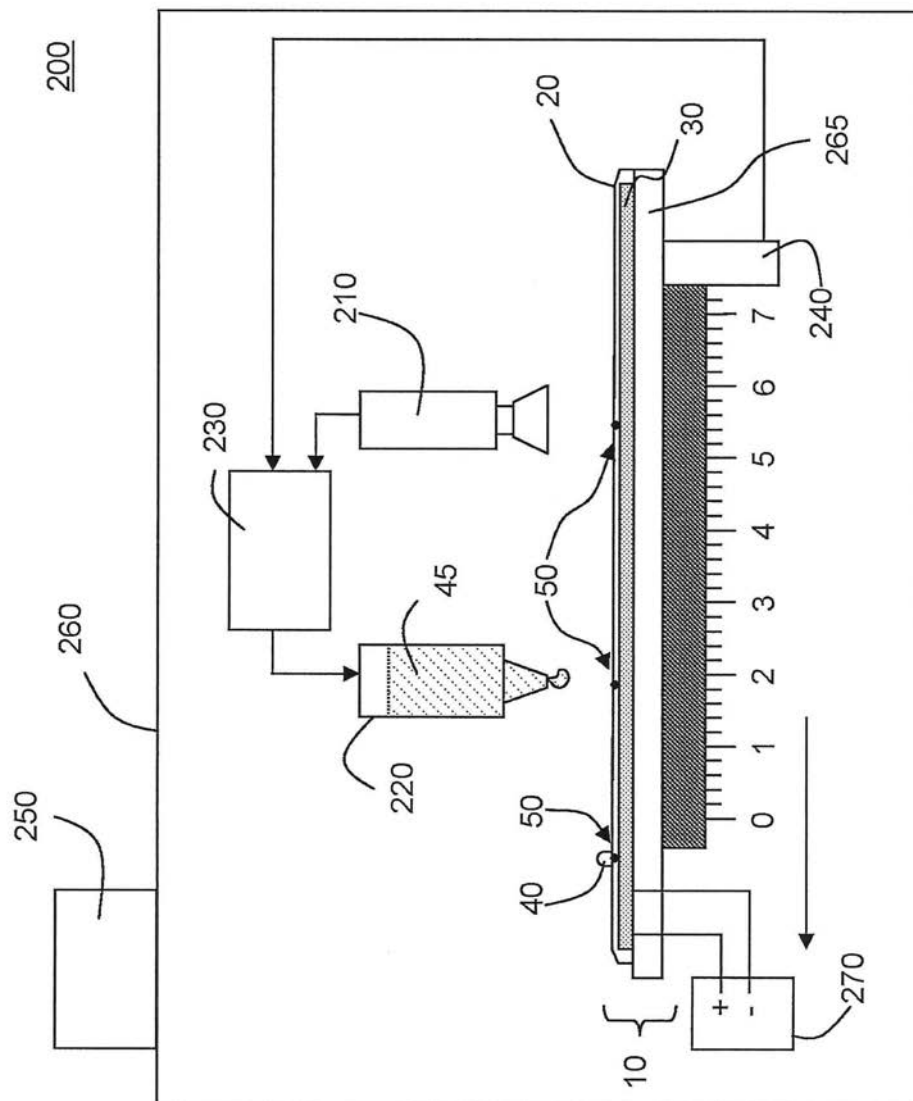


[illegible][illegible]

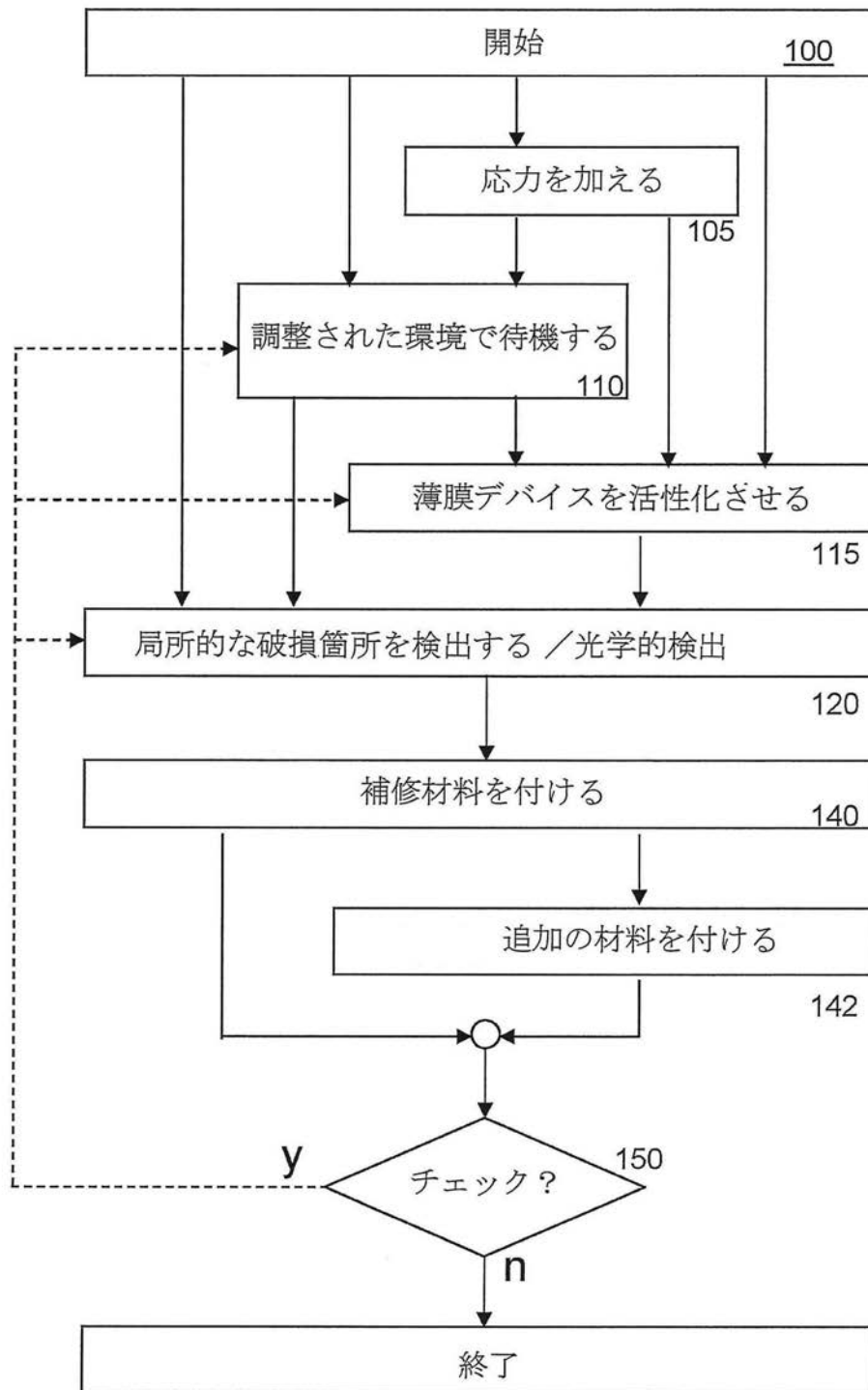
【図 1 D】



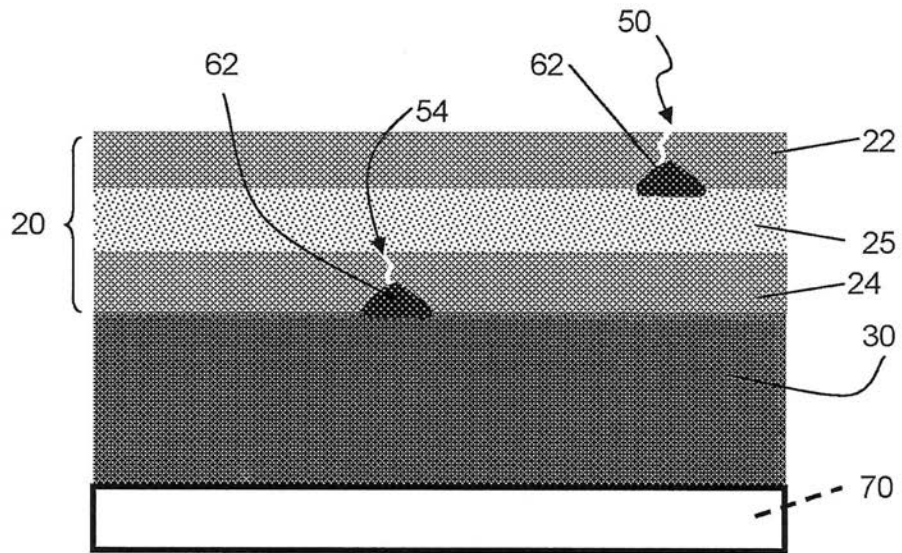
【図 2】



【図 3】

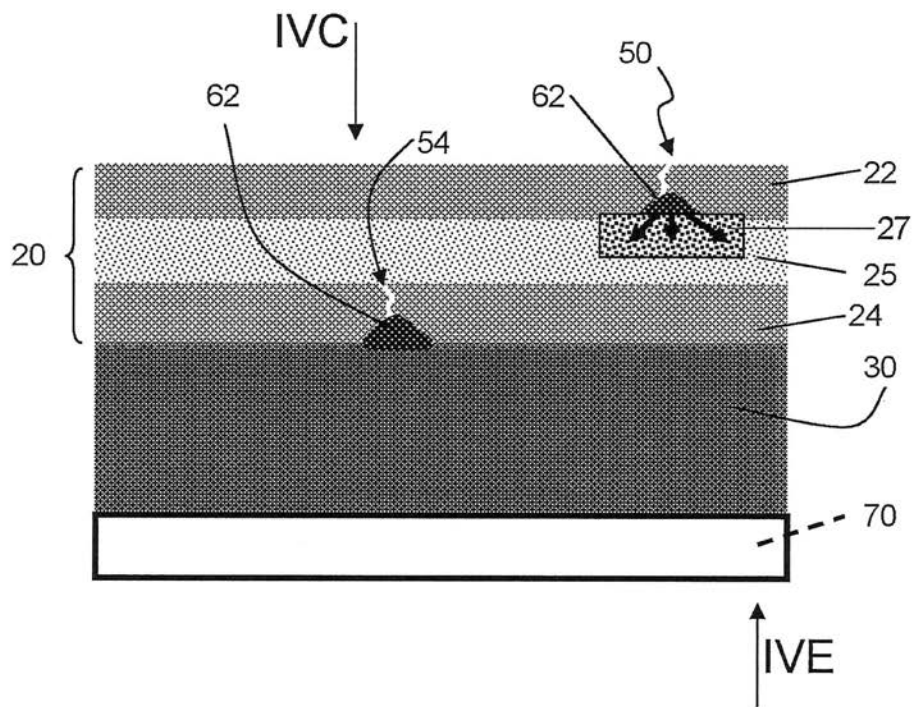


【図 4 A】



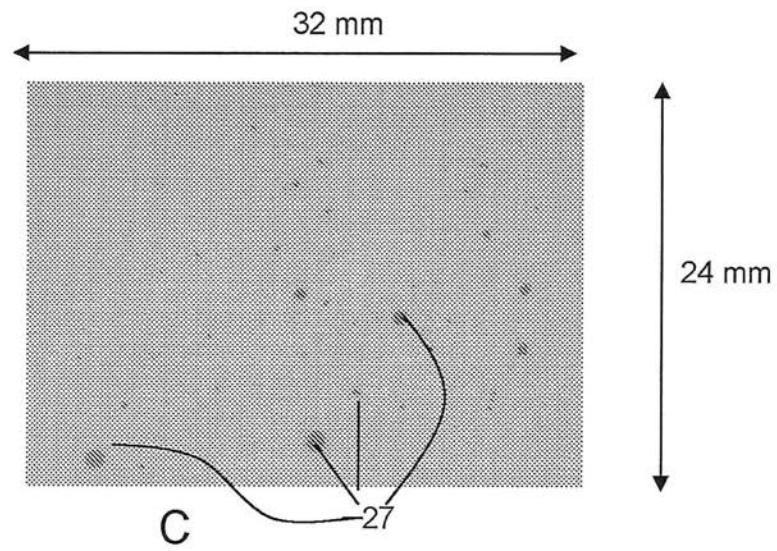
A

【図 4 B】

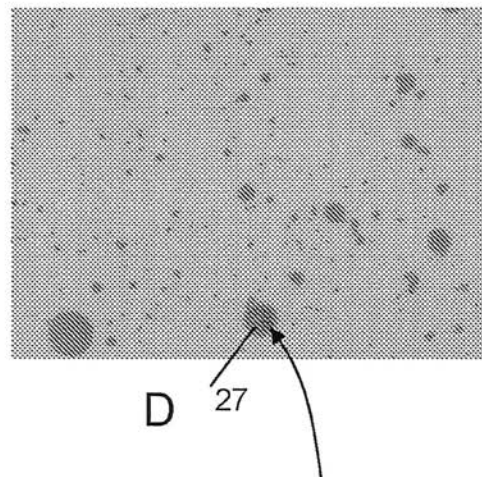


B

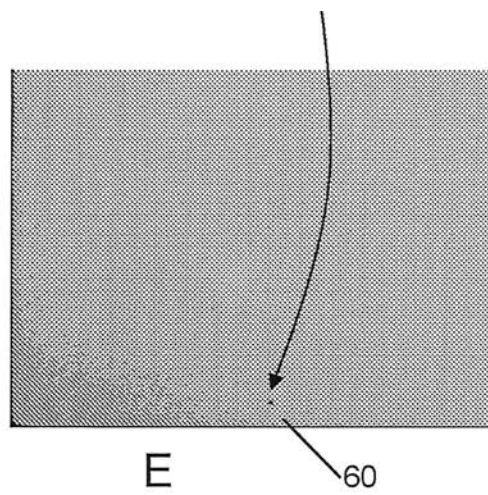
【図 4 C】



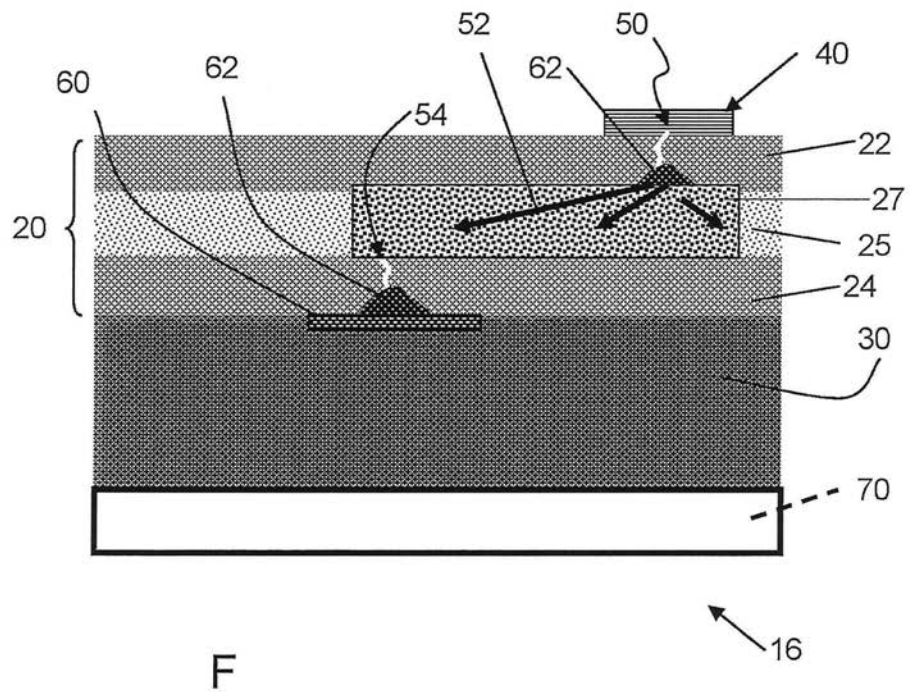
【図 4 D】



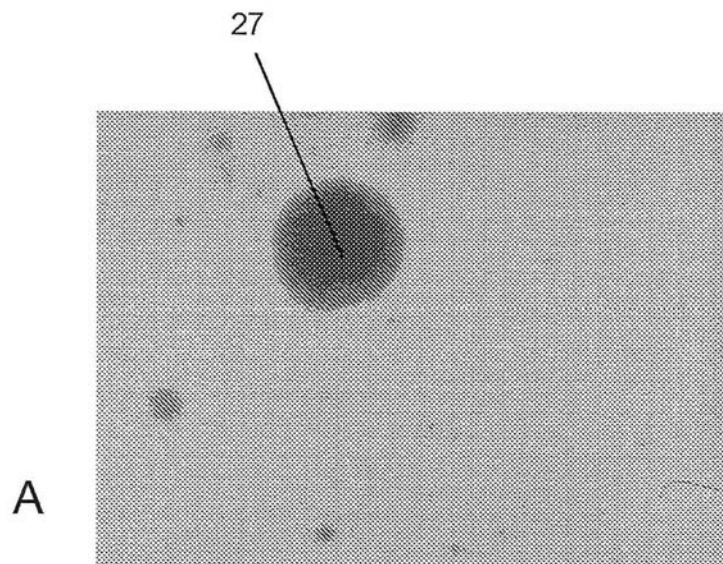
【図 4 E】



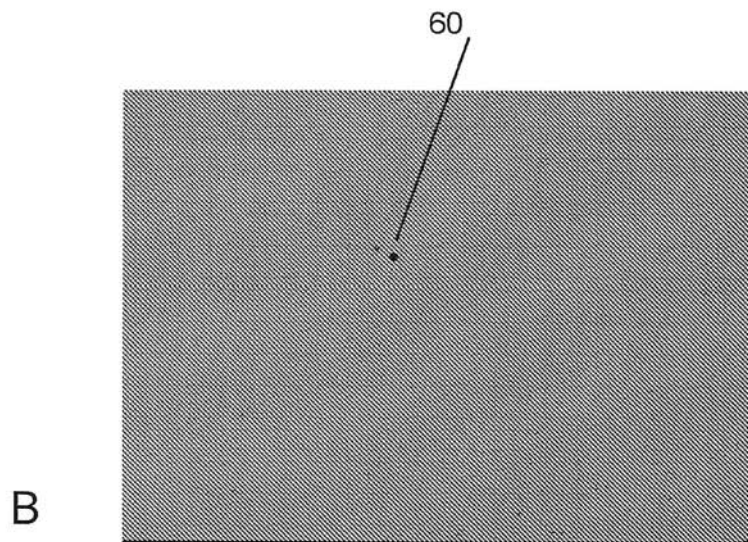
【図 4 F】



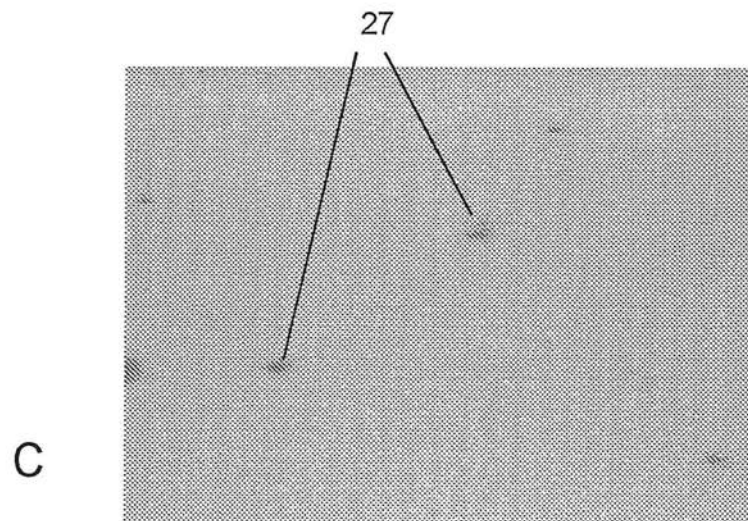
【図 5 A】



【図 5 B】



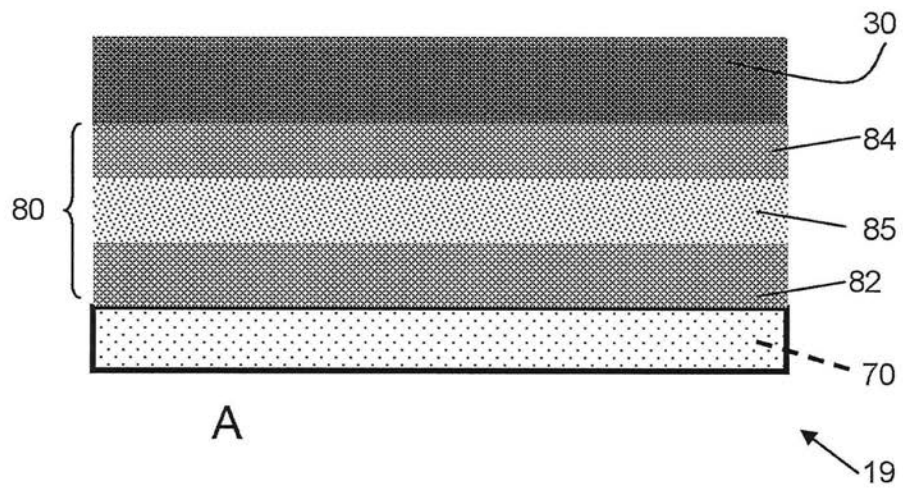
【図 5 C】



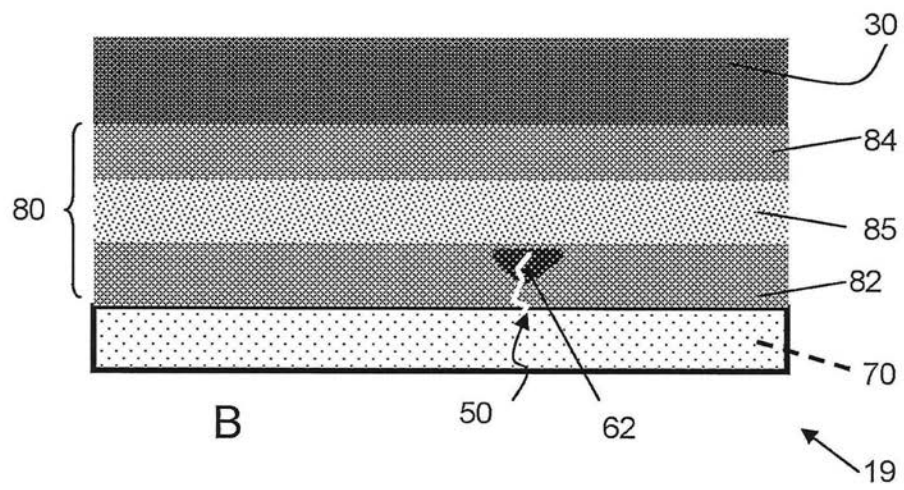
[illegible]

Figure B is a cross-sectional view of a substrate assembly. It consists of a central region 20, which is a stack of five layers: 22 (top), 24, 25, 27, and 30 (bottom). A central feature 54 is located within the stack, extending from the top layer 22 down to the bottom layer 30. A top layer 40 is positioned above the central region 20. A layer 60 is located on the left side of the central region 20. A layer 62 is located on the right side of the central region 20. A layer 50 is located on the right side of the central region 20, above the layer 62. A layer 70 is located at the bottom of the central region 20. A dashed line 18 indicates a boundary or interface between the central region 20 and the bottom layer 70.

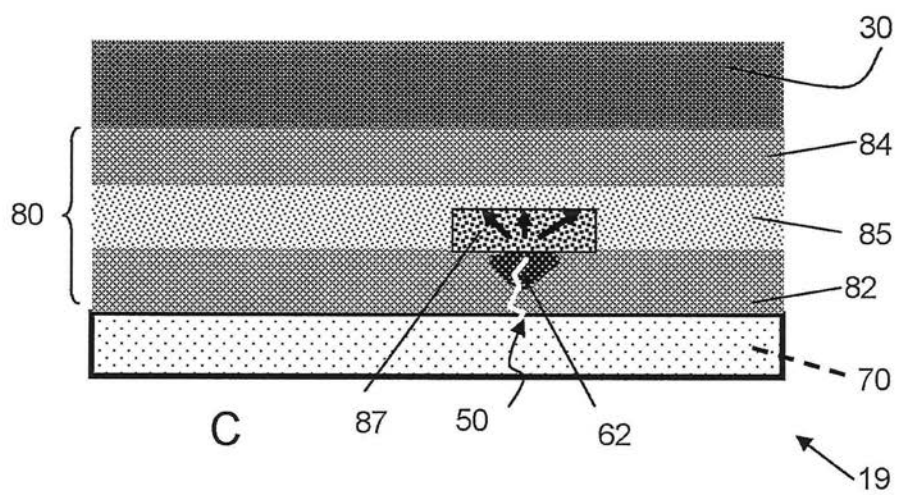
【図 7 A】



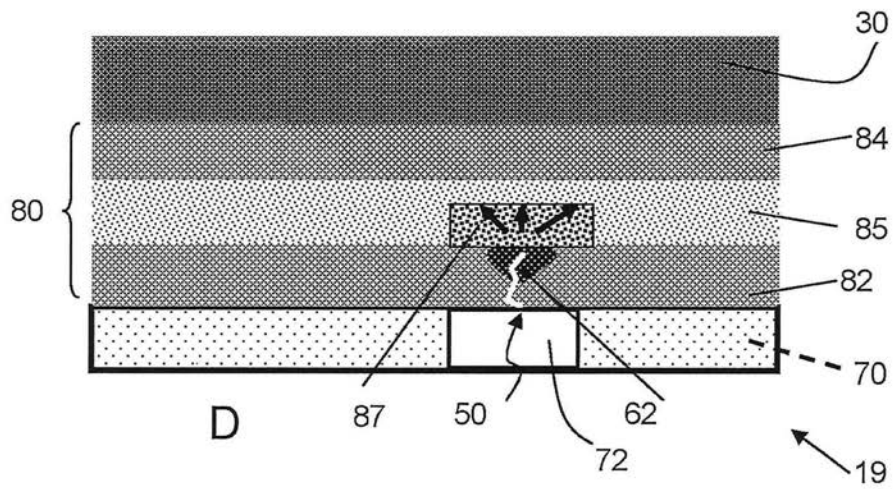
【図 7 B】



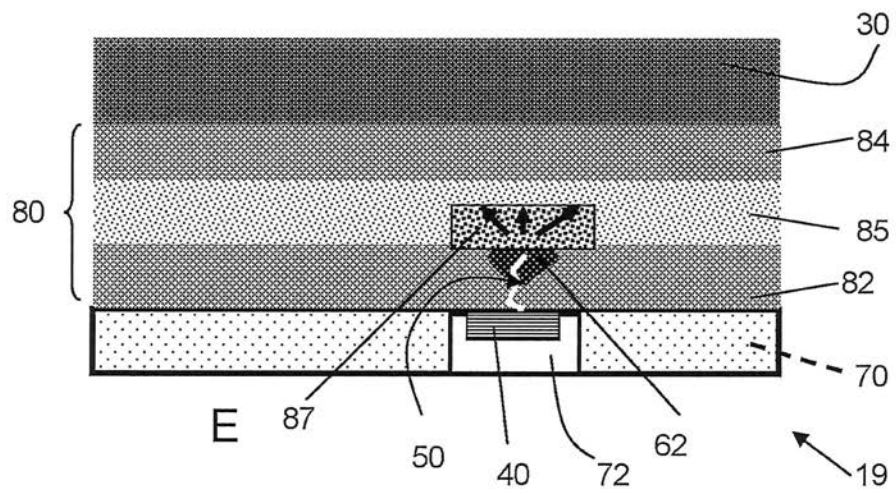
【図 7 C】



【図 7 D】



【図 7 E】



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/NL2012/050842

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L51/52  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                        | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | US 2008/237872 A1 (NAGAYAMA KENICHI [JP])<br>2 October 2008 (2008-10-02)<br>cited in the application<br>paragraphs [0021] - [0025], [0039] -<br>[0041]; figure 4<br>----- | 1-18                  |
| A         | US 2004/061118 A1 (YAMAZAKI SHUNPEI [JP]<br>ET AL) 1 April 2004 (2004-04-01)<br>paragraphs [0075], [0076]; figure 1b<br>-----                                             | 1-18                  |
| A         | US 2005/285521 A1 (MENDA MICHIO [JP])<br>29 December 2005 (2005-12-29)<br>paragraph [0065] - paragraph [0078];<br>figures 2,3<br>-----                                    | 1-18                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 March 2013

Date of mailing of the international search report

13/03/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bakos, Tamás

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/NL2012/050842

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 2008237872 A1                          | 02-10-2008          | CN 1934700 A               | 21-03-2007          |
|                                           |                     | JP 4701087 B2              | 15-06-2011          |
|                                           |                     | KR 20070000433 A           | 02-01-2007          |
|                                           |                     | US 2008237872 A1           | 02-10-2008          |
|                                           |                     | US 2010044736 A1           | 25-02-2010          |
|                                           |                     | WO 2005071746 A1           | 04-08-2005          |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| US 2004061118 A1                          | 01-04-2004          | US 2004061118 A1           | 01-04-2004          |
|                                           |                     | US 2007228382 A1           | 04-10-2007          |
|                                           |                     | US 2012080669 A1           | 05-04-2012          |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| US 2005285521 A1                          | 29-12-2005          | CN 1710998 A               | 21-12-2005          |
|                                           |                     | JP 2006004781 A            | 05-01-2006          |
|                                           |                     | US 2005285521 A1           | 29-12-2005          |
| -----                                     |                     |                            |                     |

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC

(72)発明者 ヘルシューレン, クーン

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイントホーフェン ハイ テック キャンパス 5内

(72)発明者 ファン モル, アントニウス マリア ベルナルドゥス

オランダ国 2 6 2 8 フェーカー デルフト シューマーケルストラート 9 7 テーエンオー  
ーペーエルター内

(72)発明者 ファン デル ヴェイル, ペテル

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイントホーフェン ハイ テック キャンパス 5内

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB02 CC23 EE47 EE48 EE49 EE50 EE53 EE55 FF09

GG07 GG09 GG14 GG37 GG57

【要約の続き】

【選択図】図1 B