

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6519711号  
(P6519711)

(45) 発行日 令和1年5月29日(2019.5.29)

(24) 登録日 令和1年5月10日(2019.5.10)

(51) Int.Cl.

F I

G 0 6 F 3/041 (2006.01)

G 0 6 F 3/041 4 1 0

G 0 6 F 3/044 (2006.01)

G 0 6 F 3/041 4 9 0

G 0 6 F 3/044 1 2 7

請求項の数 12 (全 44 頁)

(21) 出願番号 特願2018-526959 (P2018-526959)  
 (86) (22) 出願日 平成30年1月15日 (2018.1.15)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2018/000748  
 審査請求日 平成30年5月24日 (2018.5.24)

(73) 特許権者 000003193  
 凸版印刷株式会社  
 東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号  
 (74) 代理人 100149548  
 弁理士 松沼 泰史  
 (74) 代理人 100139686  
 弁理士 鈴木 史朗  
 (74) 代理人 100169764  
 弁理士 清水 雄一郎  
 (74) 代理人 100147267  
 弁理士 大槻 真紀子  
 (72) 発明者 中村 司  
 東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 凸版印  
 刷株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電子機器であって、

観察方向から見た平面視において、表示領域と、前記表示領域の周囲に位置する額縁領域と、

第 1 面と第 2 面を具備する第 1 基板と、

第 3 面と第 4 面を具備する第 2 基板と、

第 5 面と第 6 面を具備する第 3 基板と、

タッチセンシング機能、表示機能、通信機能、及び非接触充電機能を制御する制御部と

、

を備え、

前記観察方向から見て、前記第 1 基板、前記第 2 基板、及び前記第 3 基板はこの順で積層され、

前記第 2 面と前記第 3 面とが対向し、

前記第 4 面と前記第 5 面とが対向しており、

前記第 1 基板は、可視域の光を透過し、静電容量方式のタッチセンシング配線ユニット及び第 1 アンテナユニットを含むタッチセンシング機能層を前記第 2 面に備え、

前記第 2 面と前記第 3 面との間に、表示機能層が設けられており、

前記第 2 基板は、前記表示機能層を駆動する薄膜トランジスタアレイ及び第 3 アンテナユニットを前記第 3 面に備え、

前記第 3 基板は、少なくとも、前記電子機器の外部と内部との間の通信機能及び前記電子機器の外部からの非接触充電機能を行うループアンテナと、第 2 アンテナユニットと、第 4 アンテナユニットと、を前記第 5 面に備え、

前記第 1 アンテナユニット及び前記第 2 アンテナユニットは、前記観察方向から見た平面視において重畳し、

前記第 3 アンテナユニット及び前記第 4 アンテナユニットは、前記観察方向から見た平面視において重畳している、

電子機器。

【請求項 2】

前記表示機能層は、複数の発光ダイオード素子で構成される、

10

請求項 1 に記載の電子機器。

【請求項 3】

前記表示機能層は、複数の有機 EL 素子で構成される、

請求項 1 に記載の電子機器。

【請求項 4】

前記タッチセンシング配線ユニットは、

第 1 方向に平行に延在する複数の第 1 導電配線と、

絶縁層と、

前記絶縁層を介して前記第 1 導電配線に積層され、かつ、前記第 1 方向に直交する第 2 方向に平行に延在する複数の第 2 導電配線と、

20

を有する、

請求項 1 に記載の電子機器。

【請求項 5】

前記観察方向から見て、前記第 1 導電配線上及び前記第 2 導電配線上に設けられた光吸収層を備える、

請求項 4 に記載の電子機器。

【請求項 6】

前記第 1 導電配線及び前記第 2 導電配線は、少なくとも銅層あるいは銅合金層を含む 2 層以上の多層構成を有する、

請求項 4 に記載の電子機器。

30

【請求項 7】

前記第 1 導電配線及び前記第 2 導電配線は、

少なくとも銅層あるいは銅合金層と、

前記観察方向から見て、前記第 1 導電配線及び前記第 2 導電配線の各々の表側及び裏側に設けられた光吸収層と、を備える、

請求項 4 に記載の電子機器。

【請求項 8】

前記第 1 アンテナユニット、前記第 2 アンテナユニット、前記第 3 アンテナユニット、及び前記第 4 アンテナユニットの各々のサイズは、前記ループアンテナのサイズより小さく、

40

前記第 1 アンテナユニット、前記第 2 アンテナユニット、前記第 3 アンテナユニット、及び前記第 4 アンテナユニットは、前記観察方向から見た平面視において、前記ループアンテナと重畳しない位置に配設されている、

請求項 1 に記載の電子機器。

【請求項 9】

前記第 1 アンテナユニットは、巻き数が 2 以上で、かつ、巻き方向が互いに逆である、2 つの第 1 ループアンテナを含み、

前記第 2 アンテナユニットは、巻き数が 2 以上で、かつ、巻き方向が互いに逆である、2 つの第 2 ループアンテナを含み、

前記 2 つの第 1 ループアンテナのうち的一方、及び、前記 2 つの第 2 ループアンテナの

50

うちの一方は、巻き方向が同じであり、平面視において重畳し、タッチセンシングに係る信号の送受信を非接触で行い、

前記２つの第１ループアンテナのうちの他方、及び、前記２つの第２ループアンテナのうちの他方は、巻き方向が同じであり、平面視において重畳し、タッチセンシングに必要な電力の供給及び受電を非接触で行う、

請求項１に記載の電子機器。

【請求項１０】

前記第３アンテナユニットは、巻き数が２以上で、かつ、巻き方向が互いに逆である、２つの第３ループアンテナを含み、

前記第４アンテナユニットは、巻き数が２以上で、かつ、巻き方向が互いに逆である、２つの第４ループアンテナを含み、

前記２つの第３ループアンテナのうちの一方、及び、前記２つの第４ループアンテナのうちの一方は、巻き方向が同じであり、平面視において重畳し、表示機能層の駆動に係る信号の送受信を非接触で行い、

前記２つの第３ループアンテナのうちの他方、及び、前記２つの第４ループアンテナのうちの他方は、巻き方向が同じであり、平面視において重畳し、表示機能層の駆動に必要な電力の供給及び受電を非接触で行う、

請求項１に記載の電子機器。

【請求項１１】

前記第１アンテナユニット及び前記第２アンテナユニットの各々は、平面視において導電パターンで部分的に囲まれ、

前記第３アンテナユニット及び前記第４アンテナユニットの各々は、平面視において導電パターンで部分的に囲まれている、

請求項１に記載の電子機器。

【請求項１２】

前記薄膜トランジスタアレイを構成する薄膜トランジスタは、少なくとも、酸化物半導体で構成されたチャネル層を有する、

請求項１に記載の電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、表示部を具備するとともにタッチセンシング及び非接触充電が可能な電子機器に関する。

【背景技術】

【０００２】

静電容量方式によるタッチセンシング機能を備えたスマートフォンやタブレット端末等、指やポインタで、直接、表示画面に入力できる表示装置が一般的になりつつある。タッチセンシング機能として、液晶や有機ＥＬ（有機エレクトロルミネセンス）等のディスプレイ表面にタッチパネルを貼り付けたオンセル方式や、液晶や有機ＥＬの表示装置の内側にタッチセンシング機能を持たせたインセル方式が知られている。近年では、オンセル方式からインセル方式に移行しつつある。

【０００３】

タッチセンシングの方式には、自己容量タイプのタッチセンシング方式と、相互容量タイプのタッチセンシング方式が知られている。自己容量タイプのタッチセンシング方式は、ＩＴＯなどで形成された透明導電電極などを電氣的に独立して形成された個々の電極パターンを用いて、それぞれの電極に係る静電容量を検出する方式である。相互容量タイプのタッチセンシング方式は、Ｘ方向及びＹ方向にタッチセンシング配線（以下、タッチ配線と略称する）を並べ、Ｘ方向配線とＹ方向配線との間の静電容量を検出する方式である。

【０００４】

インセル方式は、表示装置に外付けされたタッチパネルとは異なり、液晶層などの表示機能層に近い位置にタッチ配線が形成された構造を有する。インセル方式は、タッチパネルのような部材が不要であるため、薄くて軽量な表示装置や電子機器を提供することができる。インセル方式では、タッチ配線が液晶層などの表示機能層に近い位置に設けられているため、表示機能層を駆動する薄膜トランジスタを構成するゲート配線やソース配線などの配線と、タッチ配線との間で寄生容量が生成されやすい。このため、タッチセンシング（以下、タッチ）のS/N比を低下させてしまう傾向にある。寄生容量を小さくするには、タッチ配線が形成される面と、ゲート線及びソース線が形成される面との間の空間的な距離を確保することが好ましい。このような空間的な距離が確保された構成は、特許文献1に開示されている。また、特許文献2の図12や図13に示すように、タッチセンシング機能を備える表示基板22と、薄膜トランジスタを備えるアレイ基板23とは、液晶層24で空間的に隔てられている。特許文献2には、銅を主材として構成された合金層を用いてタッチ配線である金属層パターンを形成する技術が開示されている。

10

## 【0005】

特許文献1が開示する構成では、表示基板22に設けられた複数の金属層パターン（第1のタッチセンシング配線に相当）を有する端子部61と、表示基板22に設けられた複数の透明電極パターン（第2のタッチセンシング配線に相当）を有する端子部とが、アレイ基板の液晶シール部に位置する接続端子に導通されている。しかしながら、有効表示領域の拡大のためにアレイ基板の液晶シール部を形成する額縁領域の幅は狭くなっており（狭額縁化）、金属層パターン及び透明電極パターンの端子部の全てを完全に、液晶シール部を介して導通転移させることは極めて難しい。

20

## 【0006】

金属球や金ビーズ等の導電粒子を用いて上記端子部をアレイ基板の液晶シール部の接続端子に導通させる場合、数百あるいは数千を超える本数の微細な端子部を、厚み方向に均一に、液晶シール部を介して対向する基板（アレイ基板）の接続端子に導通させることは困難である。表示装置の端子部が存在する辺のみ、基板を延長させてFPC等のフレキシブルな回路基板を使って導通を得ることは可能であるが、このような導通構造では額縁部の幅を狭くすることは難しい。近年、表示装置の有効表示領域の周囲に設けられた遮光性の額縁領域の幅としては、5mm以下の狭い幅であることが要求されている。狭額縁化あるいは狭額縁構造とは、額縁領域の幅を狭くすることで有効表示領域を拡げた表示装置であることを意味する。

30

## 【0007】

指によるタッチ入力、ペンによるタッチ入力、或いは、指紋認証を実現可能とするには、例えば、X方向及びY方向のそれぞれに延線される複数のタッチ配線の配線密度を高めた構造が必要となる。この場合、高精細の液晶表示装置と同程度、例えば、2400画素×1200画素といった画素数が必要になってくる。また、上記したようにペンによるタッチ入力可能なタッチスクリーンを実現するためには、X方向及びY方向のそれぞれに延線される複数のタッチ配線の配線密度を高めた構造が必要となる。さらに、上述した狭額縁構造に適用することができる構造も必要となる。なお、特許文献1は、携帯できる表示装置、電子機器とした場合の、充電方法についてはまったく開示されていない。

40

## 【0008】

携帯可能な表示装置や電子機器においては、100Vの外部電源からの充電が煩わしいことから、非接触充電が要求されてきている。また、スマートフォンやタブレット端末など、ほとんどの携帯機器には、通信機能とともに指などのポインタによるタッチセンシング機能が必須となりつつある。

## 【0009】

特許文献2には、透明のタッチセンサの外側周縁部位に平面アンテナが具備される構成を開示している。特許文献2の[0006]段落には、アンテナとタッチセンサを一体化することで、ディスプレイのハウジング内部の省スペースに寄与する旨の記載がある。

## 【0010】

50

特許文献 3 は、[ 0 0 1 7 ] 段落に記載されているように、セラミック層に埋め込まれた電子部品 1 1 0 を開示しており、さらに、[ 0 0 2 0 ] 段落に記載されているように、電子部品 1 1 0 は、1 つ又は複数のアンテナを含んでもよいと記載している。特許文献 3 は、アンテナ形状に関する記載が十分になされていない。

【 0 0 1 1 】

特許文献 4 には、発光パネル、二次電池、アンテナを有する回路、及び封止体を含む構成が開示されている。特許文献 4 の請求項 2 では、アンテナの一部が、発光パネルと二次電池の間に位置することが示されている。特許文献 4 の [ 0 0 4 3 ] 段落には、無線（非接触）で二次電池を充電することが記載されている。

【 0 0 1 2 】

特許文献 5 は、螺旋状の第 1 アンテナと渦巻き形状の第 2 のアンテナを含む構成を開示し、さらに環状の第 1 の磁性体シートと平面状の第 2 の磁性体シートを用いることで、複数のアンテナ同士の干渉を防ぐ技術を開示している。

【 0 0 1 3 】

特許文献 6 は、例えば、図 2 等 に示されているように、有機 E L が発光層に用いられた一般的な表示装置の構成を開示している。有機 E L や L E D ( L i g h t E m i t t i n g D i o d e ) などの発光素子（発光層）を用いる場合、画素電極（特許文献 6 では、光反射層と称している）として、アルミニウムや銀などの可視光の反射率の高い電極材料を用いる。このような構成を有する表示装置の電源をオフにしても（電源がオンである場合も）、室内光などの外光が画素電極によって反射されてしまい、視認性が低下する。このような外光反射を防ぐために、円偏光板（特許文献 6 では、反射防止体）が表示装置表面に貼付されている。円偏光板は、樹脂が基材として用いられている。このため、タッチセンシング入力時のペンや指などのポイントの接触による傷を防ぐ目的で、通常、カバーガラスなどの保護基板を表示装置の最表面に配設する。高い強度が要求されるカバーガラスの密度は高く、 $2.4 \text{ g / cm}^3$  前後である。例えば、1 mm から 0.7 mm 程度の厚さを有するカバーガラスの重さは、画面サイズが 6 インチ程度の表示装置において 20 g 前後である。このため、上記のカバーガラスを備える表示装置の重量が増加し、厚さも増加する。

【 0 0 1 4 】

特許文献 7 には、導電性筐体の表示装置の外側表面に、平面アンテナ ( a p l a n a r a n t e n n a ) を備える電子機器が開示されている。

特許文献 1 から特許文献 7 のいずれにおいても、以下に詳述する複数のアンテナユニットにそれぞれにおいて個別に行われる信号の送受信、及び、個別に行われる電力供給によって、タッチセンシング機能及び表示機能を実現する技術が開示されていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 1 5 】

【特許文献 1】日本国特許第 6 0 2 0 5 7 1 号

【特許文献 2】日本国実用新案第 3 1 7 1 9 9 4 号

【特許文献 3】日本国特表 2 0 1 6 - 5 4 0 2 5 7 号

【特許文献 4】日本国特開 2 0 1 6 - 1 1 0 0 7 5 号

【特許文献 5】国際公開第 2 0 1 3 / 0 1 1 7 0 9 号パンフレット

【特許文献 6】日本国特開 2 0 0 9 - 2 0 1 4 0 号

【特許文献 7】米国特許 7 9 7 3 7 2 2

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 6 】

本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであって、指によるタッチ入力及びペンによるタッチ入力、あるいは、指紋認証も可能な表示部を備えた電子機器を提供する。さらに、タッチセンシング配線ユニットを備えた基板と、発光ダイオード素子あるいは液晶層

10

20

30

40

50

などの複数の表示機能層を駆動するアクティブ素子を備えた基板と、アンテナとを備え、信号の送受信及び電力供給を非接触で実施することができ、薄く、軽く、小さな額縁領域を有する電子機器を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明の第1態様に係る電子機器は、観察方向から見た平面視において、表示領域と、前記表示領域の周囲に位置する額縁領域と、第1面と第2面を具備する第1基板と、第3面と第4面を具備する第2基板と、第5面と第6面を具備する第3基板と、タッチセンシング機能、表示機能、通信機能、及び非接触充電機能を制御する制御部と、を備え、前記観察方向から見て、前記第1基板、前記第2基板、及び前記第3基板はこの順で積層され、前記第2面と前記第3面とが対向し、前記第4面と前記第5面とが対向しており、前記第1基板は、可視域の光を透過し、静電容量方式のタッチセンシング配線ユニット及び第1アンテナユニットを含むタッチセンシング機能層を前記第2面に備え、前記第2面と前記第3面との間に、表示機能層が設けられており、前記第2基板は、前記表示機能層を駆動する薄膜トランジスタアレイ及び第3アンテナユニットを前記第3面に備え、前記第3基板は、少なくとも、前記電子機器の外部と内部との間の通信機能及び前記電子機器の外部からの非接触充電機能を行うループアンテナと、第2アンテナユニットと、第4アンテナユニットと、を前記第5面に備え、前記第1アンテナユニット及び前記第2アンテナユニットは、前記観察方向から見た平面視において重畳し、前記第3アンテナユニット及び前記第4アンテナユニットは、前記観察方向から見た平面視において重畳している。

10

20

【0018】

本発明の第1態様に係る電子機器においては、前記表示機能層は、複数の発光ダイオード素子で構成されてもよい。

【0019】

本発明の第1態様に係る電子機器においては、前記表示機能層は、複数の有機EL素子で構成されてもよい。

【0020】

本発明の第1態様に係る電子機器においては、前記タッチセンシング配線ユニットは、第1方向に平行に延在する複数の第1導電配線と、絶縁層と、前記絶縁層を介して前記第1導電配線に積層され、かつ、前記第1方向に直交する第2方向に平行に延在する複数の第2導電配線と、を有してもよい。

30

【0021】

本発明の第1態様に係る電子機器においては、前記観察方向から見て、前記第1導電配線上及び前記第2導電配線上に設けられた光吸収層を備えてもよい。

【0022】

本発明の第1態様に係る電子機器においては、前記第1導電配線及び前記第2導電配線は、少なくとも銅層あるいは銅合金層を含む2層以上の多層構成を有してもよい。

【0023】

本発明の第1態様に係る電子機器においては、前記第1導電配線及び前記第2導電配線は、少なくとも銅層あるいは銅合金層と、前記観察方向から見て、前記第1導電配線及び前記第2導電配線の各々の表側及び裏側に設けられた光吸収層と、を備えてもよい。

40

【0024】

本発明の第1態様に係る電子機器においては、前記第1アンテナユニット、前記第2アンテナユニット、前記第3アンテナユニット、及び前記第4アンテナユニットの各々のサイズは、前記ループアンテナのサイズより小さく、前記第1アンテナユニット、前記第2アンテナユニット、前記第3アンテナユニット、及び前記第4アンテナユニットは、前記観察方向から見た平面視において、前記ループアンテナと重畳しない位置に配設されてもよい。

【0025】

本発明の第1態様に係る電子機器においては、前記第1アンテナユニットは、巻き数が

50

2以上で、かつ、巻き方向が互いに逆である、2つの第1ループアンテナを含み、前記第2アンテナユニットは、巻き数が2以上で、かつ、巻き方向が互いに逆である、2つの第2ループアンテナを含み、前記2つの第1ループアンテナのうち的一方、及び、前記2つの第2ループアンテナのうち的一方は、巻き方向が同じであり、平面視において重畳し、タッチセンシングに係る信号の送受信を非接触で行い、前記2つの第1ループアンテナのうち他方、及び、前記2つの第2ループアンテナのうち他方は、巻き方向が同じであり、平面視において重畳し、タッチセンシングに必要な電力の供給及び受電を非接触で行ってもよい。

【0026】

本発明の第1態様に係る電子機器においては、前記第3アンテナユニットは、巻き数が2以上で、かつ、巻き方向が互いに逆である、2つの第3ループアンテナを含み、前記第4アンテナユニットは、巻き数が2以上で、かつ、巻き方向が互いに逆である、2つの第4ループアンテナを含み、前記2つの第3ループアンテナのうち的一方、及び、前記2つの第4ループアンテナのうち的一方は、巻き方向が同じであり、平面視において重畳し、表示機能層の駆動に係る信号の送受信を非接触で行い、前記2つの第3ループアンテナのうち他方、及び、前記2つの第4ループアンテナのうち他方は、巻き方向が同じであり、平面視において重畳し、表示機能層の駆動に必要な電力の供給及び受電を非接触で行ってもよい。

【0027】

本発明の第1態様に係る電子機器においては、前記第1アンテナユニット及び前記第2アンテナユニットの各々は、平面視において導電パターンで部分的に囲まれ、前記第3アンテナユニット及び前記第4アンテナユニットの各々は、平面視において導電パターンで部分的に囲まれてもよい。

【0028】

本発明の第1態様に係る電子機器においては、前記薄膜トランジスタアレイを構成する薄膜トランジスタは、少なくとも、酸化物半導体で構成されたチャネル層を有してもよい。

【0029】

本発明の第2態様に係る電子機器は、以下の構成を有する。

[1] 電子機器であって、

観察方向から見た平面視において、表示領域と、前記表示領域の周囲に位置する額縁領域と、

第1面と第2面を具備する第1基板と、

第3面と第4面を具備する第2基板と、

第5面と第6面を具備する第3基板と、

タッチセンシング機能、表示機能、通信機能、及び非接触充電機能を制御する制御部と、

を備え、

前記観察方向から見て、前記第1基板、前記第2基板、及び前記第3基板はこの順で積層されており、

前記第1基板は、可視域の光を透過し、静電容量方式のタッチセンシング配線ユニットと第1アンテナユニットとを含むタッチセンシング機能層を前記第2面に備え、

前記第1基板の厚み及び前記第3基板の厚みの各々は、前記第2基板の厚みより大きく、

前記第2面と前記第3面との間に、表示機能層が設けられており、

前記第2基板は、前記表示機能層を駆動する薄膜トランジスタアレイ及び第3アンテナユニットを前記第3面に備え、

前記第3基板は、少なくとも、前記電子機器の外部と内部との間の通信機能及び前記電子機器の外部からの非接触充電機能を行うループアンテナと、第2アンテナユニットと、第4アンテナユニットとを、前記第5面に備え、

前記第 1 アンテナユニット及び前記第 2 アンテナユニットは、前記観察方向から見た平面視において重畳し、

前記第 3 アンテナユニット及び前記第 4 アンテナユニットは、前記観察方向から見た平面視において重畳し、

前記第 2 基板は、導電性シールド層を前記第 4 面に備える、  
電子機器。

[ 2 ] 前記導電性シールド層は、少なくとも、光吸収層と金属層を含む、[ 1 ] に記載の電子機器。

[ 3 ] 前記導電性シールド層は、熱伝導率が  $100\text{ W / ( m \cdot K )}$  以上の熱伝導層を含む、[ 1 ] に記載の電子機器。

[ 4 ] 前記第 1 基板、前記第 2 基板、及び前記第 3 基板のそれぞれの熱伝導率は、 $1\text{ W / ( m \cdot K )}$  以上である、[ 1 ] に記載の電子機器。

[ 5 ] 前記第 1 基板及び前記第 3 基板を構成する基板のモース硬度は、 $6 \sim 10$  の範囲にある、[ 1 ] に記載の電子機器。

【発明の効果】

【0030】

本発明の態様によれば、多数本の導電配線（第 1 導電配線と第 2 導電配線）を備えたタッチセンシング配線ユニットが設けられた第 1 基板から第 3 基板に対し、アンテナユニットを介して非接触で信号（タッチセンシング信号と電力信号）の送受信を行うことができる。また、薄膜トランジスタアレイを備えた第 2 基板から第 3 基板に対してアンテナユニットを介し非接触で信号（薄膜トランジスタで表示機能層を駆動する信号と電力信号）の送受信を行うことができる。加えて、第 3 基板に備えられるループアンテナを用いて、非接触で、電子機器の外部と内部との間の通信、及び、電子機器と外部電源との間の電力の供給及び受電を可能とする。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る電子機器の構成を示すブロック図であって、電子機器に用いられる第 1 基板、第 2 基板、及び第 3 基板の位置関係と、電子機器を構成するタッチセンシング部、表示部、及びシステム制御部などを示す図である。

【図 2】本発明の第 1 実施形態に係る電子機器が備える第 1 基板を観察方向から見た平面図である。

【図 3】本発明の第 1 実施形態に係る電子機器を構成する第 1 基板の第 2 面に形成された第 3 薄膜トランジスタの構造を示す断面図である。

【図 4】本発明の第 1 実施形態に係る電子機器を構成する第 1 基板の第 2 面に形成されたタッチセンシング配線ユニットを示す部分断面図である。

【図 5】本発明の第 1 実施形態に係る電子機器が備える第 2 基板を観察方向から見た平面図である。

【図 6】本発明の第 1 実施形態に係る電子機器を構成する第 2 基板の第 4 面に形成された導電性シールド層を示す部分断面図である。

【図 7】本発明の第 1 実施形態に係る電子機器が備える第 3 基板を観察方向から見た平面図である。

【図 8】本発明の第 1 実施形態に係る電子機器を部分的に示す図であって、図 7 の A - A' 線に沿う断面図である。

【図 9】本発明の第 1 実施形態に係る電子機器を部分的に示す断面図であって、図 8 の符号 B で示された領域を示す拡大図である。

【図 10】本発明の第 1 実施形態に係る電子機器が備える第 2 基板を部分的に示す拡大図であって、第 2 薄膜トランジスタを部分的に示す断面図である。

【図 11】本発明の第 1 実施形態に係る電子機器に搭載される発光ダイオード素子（LED）を示す断面図であって、図 10 の符号 C で示された領域の拡大図である。

【図 12】本発明の第 1 実施形態に係る電子機器を構成する第 1 基板の第 2 面に形成され

10

20

30

40

50



た第1アンテナユニットを拡大して示す部分平面図である。

【図13】本発明の第1実施形態に係る電子機器を構成する第1基板の第2面に形成された第1アンテナユニットを拡大して示す図であって、図12のC-C'線に沿う第1アンテナユニットを示す断面図である。

【図14】本発明の第1実施形態に係る電子機器を構成する第1基板の第2面に形成された第1アンテナユニットと、第2基板の第3面に形成された第2アンテナユニットとの重なりを示す斜視図である。

【図15】ループアンテナの周囲を導体で囲った場合において渦電流の発生を説明するための説明図である。

【図16】二次電池ケーシングを構成する金属層の磁束ループへの影響を説明する説明図であって、不要ふく射波による磁束ループの歪みを模式的に示す図である。

【図17】金属層とループアンテナとの間に磁性体層を加えた場合における磁束ループ形状を説明するための図である。

【図18】本発明の第1実施形態に係る電子機器に適用される発光ダイオード素子を駆動する薄膜トランジスタを備えた代表的な回路図である。

【図19】本発明の第2実施形態に係る電子機器を示す断面図であって、表示機能層として有機EL層が採用された構造を示す図である。

【図20】本発明の第2実施形態に係る電子機器が備える第3基板を示す平面図である。

【図21】本発明の第2実施形態に係る電子機器を部分的に示す断面図であって、図19の符号Dで示された領域を示す拡大図である。

【図22】本発明の第2実施形態に係る電子機器が備える第2基板を部分的に示す拡大図であって、第2薄膜トランジスタを部分的に示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。

以下の説明において、同一又は実質的に同一の機能及び構成要素には、同一の符号を付し、その説明を省略又は簡略化し、或いは、必要な場合のみ説明を行う。各図においては、各構成要素を図面上で認識し得る程度の大きさとするため、各構成要素の寸法及び比率を実際のものとは適宜に異ならせてある。必要に応じて、図示が難しい要素、例えば、半導体のチャネル層を形成する複数層の構成、また、導電層を形成する複数層の構成等の図示や一部の図示が省略されている。また、本発明の実施形態を分かり易く説明するため、電気的な回路要素、表示機能層などの図示を簡略化することがある。

【0033】

以下に述べる各実施形態においては、特徴的な部分について説明し、例えば、通常の電子機器に用いられている構成要素と本実施形態に係る電子機器との差異がない部分については説明を省略することがある。

【0034】

本発明の実施形態に係る電子機器とは、スマートフォン、タブレット端末、ノートPC等の通信端末、スマートウォッチやスマートグラス等のウェアラブル端末、カメラ、ゲーム機器、ディスプレイ部を持つICカードやメモリーカードなどの通信機能を有する情報媒体を含む。さらに、TVや広告媒体などの表示部などの表示機能を具備し、かつ、静電容量方式の入力機能を具備する電子機器を含む。このような電子機器には、持ち運びや取り扱いの簡便さの観点から非接触充電機能が搭載されることが好ましい。

【0035】

以下の記載において、タッチセンシングに関わる配線、電極、及び信号を、単に、タッチセンシング配線、タッチ駆動配線、タッチ検出配線、タッチ配線、タッチ電極、及びタッチ信号と称することがある。タッチセンシング駆動を行うためにタッチセンシング配線に印加される電圧をタッチ駆動電圧と呼ぶ。タッチセンシング配線ユニットは、複数の平行な第1導電配線(第1タッチ配線)と、絶縁層を介して複数の平行な第2導電配線(第2タッチ配線)から構成される。第1導電配線、第2導電配線は、以下の記載で、単に、

10

20

30

40

50

導電配線或いはタッチ配線と呼称することがある。例えば、タッチセンシングに係る駆動制御部を、タッチ駆動制御部などと略称することがある。第1導電配線と第2導電配線は、平面視において、直交する。

なお、以下の説明において、「平面視」は、「観察者側から電子機器を見た観察方向における平面視」を意味している。あるいは、観察者方向（観察者Pが電子機器を見た方向）から見た図を、単に、平面図と言うことがある。

【0036】

第1基板や第2基板、第1配線、第2配線、第3配線等、あるいは、第1導電性金属酸化層及び第2導電性金属酸化層等に用いられる「第1」や「第2」等の序数詞は、構成要素の混同を避けるために付しており、数量を限定しない。また、第1導電性金属酸化層及び第2導電性金属酸化層は、以下の説明において、単に導電性金属酸化層と略称することがある。

10

【0037】

本発明の実施形態に係る電子機器が備える、第1アンテナユニット、第2アンテナユニット、第3アンテナユニット、及び第4アンテナユニットを総称して、アンテナユニットと略称する。

【0038】

本発明の実施形態に係る電子機器が備える表示機能層としては、LED (Light Emitting Diode) と呼称される複数の発光ダイオード素子、OLEDとも呼称される複数の有機EL (有機エレクトロルミネセンス) 素子、或いは液晶層を用いることができる。

20

【0039】

有機EL素子は、一对の電極間に電界が与えられた時に、陽極（例えば、上部電極）から注入されるホールと、陰極（例えば、下部電極、画素電極）から注入される電子が再結合することにより励起され、画素単位で発光する、有機材料を用いた表示機能層である。有機ELの場合の表示機能層は、発光の性質を有する材料（発光材料）を含有するとともに、好ましくは、電子輸送性を有する材料とを含有する。発光層は、陽極と陰極の間に形成される層であり、下部電極（正極）の上にホール注入層が形成されている場合は、ホール注入層と上部電極（負極）との間に発光層が形成される。また、陽極の上にホール輸送層が形成されている場合は、ホール輸送層と陰極との間に発光層が形成される。上部電極と下部電極の役割は入れ替えることができる。

30

【0040】

LEDは、有機EL素子と同様の電極構造を有し、また、LED（表示機能層、発光層）の駆動は、有機EL素子と同様に行われる。LEDは、インジウム窒化ガリウム (InGa<sub>N</sub>)、窒化ガリウム (Ga<sub>N</sub>)、アルミニウム窒化ガリウム (AlGa<sub>N</sub>)、アルミニウムガリウムヒ素 (AlGaAs)、ガリウムヒ素リン (GaAsP)、リン化ガリウム (GaP) など、化合物半導体の単層や積層構成を用いる。後述するように、上記化合物半導体の構造として、n型半導体層 / 発光層 / p型半導体層が積層された構成が用いられることが多い。LEDの電極構造において、上記積層構成の片側の面に正極と負極とが並ぶように配置される構造、換言すれば、水平方向にこれら電極が並ぶように配置される水平型発光ダイオードが知られている。あるいは、上部電極 / n型半導体層 / 発光層 / p型半導体層 / 下部電極と、厚みに垂直方向に積層される垂直型発光ダイオードが知られている。以上のようにLEDの発光層は、無機材料で構成される。

40

【0041】

基板は透明な基板に限定する必要なく、例えば、第1基板、第2基板、及び第3基板に適用可能な基板として、ガラス基板、石英（人工石英含む）基板、サファイア基板、セラミック基板などが挙げられる。第2基板、第3基板は透明であってもよく、不透明な基板、着色した基板であってもよい。ポリイミド、ポリエーテルサルホン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリテトラフルオロエチレン、ポリアミド、ポリカーボネートなどの樹脂基板を用いることも可能である。

50

## 【 0 0 4 2 】

しかしながら、重量が大きいカバーガラスが省かれた電子機器の表示面の硬さとして、先端が金属で形成されたペンを用いたペン入力を検討した基板の硬さが必要である。一般的に、鉄筆程度の硬さ、例えば、モース硬度 5 . 5 以上の硬さが基板に必要となる。モース硬度では、ダイヤモンドの硬さを 1 0 とするので、基板の硬さとして、6 ~ 1 0 のモース硬度が必要である。

## 【 0 0 4 3 】

カバーガラスの一般的な厚みは、1 mm から 0 . 5 mm の範囲にある。従って、本発明の実施形態に係る電子機器の第 1 基板の厚みを、1 mm から 0 . 5 mm の範囲とすることで、第 1 基板にカバーガラスなみの強度を付与できる。本発明の実施形態に係る電子機器の第 3 基板の厚みを、第 1 基板と同様に 1 mm から 0 . 5 mm の範囲とすることで、カバーガラスを省いた構成においても、モバイル機器に要求される強度を電子機器に付与できる。第 1 基板及び第 3 基板の厚みを同じとし、また、第 1 基板及び第 3 基板の材料を同じにすることで、電子機器に求められる強度を確保しやすい。第 2 基板の厚みは、軽量化の観点から、第 1 基板と第 3 基板の厚みより薄くできる。第 2 基板の厚みは、例えば、0 . 4 mm から 0 . 1 mm の厚みとすることができる。

## 【 0 0 4 4 】

高精細表示でのアライメントを考慮した場合に、第 1 基板、第 2 基板、及び第 3 基板の線膨張係数は、例えば、 $10 \times 10^{-6} /$  から  $5 \times 10^{-6} /$  の範囲内にあることが好ましい。モース硬度が 6 ~ 1 0 の範囲内にあり、かつ、厚みが 1 mm から 0 . 5 mm の範囲内にある基板を第 1 基板と第 3 基板に用いることで、例えば、カバーガラスを省き軽い電子機器を提供することができる。なお、第 1 基板と第 3 基板は、1 mm より厚くすることもできる。

## 【 0 0 4 5 】

熱放散が必要な LED や有機 EL などの発光素子を電子機器に適用することを考慮する場合、蓄熱を避けるため、電子機器に用いられる基板の熱伝導率 ( W / m · K ) は、1 より大きいことが望ましい。通常のガラス基板の熱伝導率は 0 . 5 ~ 0 . 8 W / m · K 前後であり、この熱伝導率よりも良好な熱伝導率を有する強化ガラス、石英基板、サファイアガラスなどが、本発明の実施形態に係る電子機器に用いられる基板として好ましい。強化ガラスの硬さはおよそ 6 ~ 7 のモース硬度であり、石英基板の硬さはモース硬度 7 であり、サファイアガラスの硬さはモース硬度 9 である。

本発明の実施形態に係る電子機器に用いられる基板上に形成される配線、例えば、第 1 導電配線、第 2 導電配線、薄膜トランジスタを駆動するソース配線、ゲート配線、電源線やアンテナを含む配線は、熱伝導性の良好な銅配線あるいは銅合金配線を含む配線を用いることが好ましい。LED や有機 EL などの発光素子 ( 発光ダイオード素子 ) を形成する第 2 基板の第 4 面に、熱伝導性の良い金属層あるいは熱伝導性の良い光吸収層を導電性シールド層の構成に含むことが好ましい。

## 【 0 0 4 6 】

( 第 1 実施形態 )

( 電子機器の機能構成 )

以下、本発明の第 1 実施形態に係る電子機器 E 1 を、図 1 から図 1 8 を参照しながら説明する。第 1 実施形態に係る電子機器 E 1 においては、表示機能層として、マイクロ LED と呼称される複数個の発光ダイオード素子が用いられている。例えば、薄膜トランジスタアレイ上に、赤色発光ダイオード素子、緑色発光ダイオード素子、及び青色発光ダイオード素子を複数マトリクス状に配列して表示部が形成されている。

## 【 0 0 4 7 】

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る電子機器 E 1 を示すブロック図である。図 1 に示すように、本実施形態に係る電子機器 E 1 は、タッチセンシング部 1 0、表示部 4 0、及びシステム制御部 3 0 ( 制御部 ) を備える。

## 【 0 0 4 8 】

(タッチセンシング部)

タッチセンシング部10(タッチセンシング機能層)は、第1アンテナユニット110、タッチ機能駆動部4、及びタッチセンシング配線ユニット5を備える。第1アンテナユニット110及びタッチセンシング配線ユニット5は、タッチ機能駆動部4と電氣的に接続されている。タッチセンシング部10において、タッチ機能駆動部4は、タッチセンシング配線ユニット5を用いてタッチセンシング機能(例えば、静電容量方式のタッチセンシング機能)を制御する。

第1アンテナユニット110、タッチ機能駆動部4、及びタッチセンシング配線ユニット5は、後述する第1基板1の第2面42に配設されている。第1アンテナユニット110は、観察者側から見た平面視において、後述する第3基板3に設けられた第2アンテナユニット120と重畳する。

10

【0049】

(表示部)

表示部40は、第1基板1の第2面42と、後述する第2基板2の第3面43との間に配設されており、表示機能層6、表示機能駆動部7、及び第3アンテナユニット130を備える。第3アンテナユニット130及び表示機能層6は、表示機能駆動部7と電氣的に接続されている。表示部40において、表示機能駆動部7(薄膜トランジスタアレイ)は、表示機能層6を制御する。

表示機能層6、表示機能駆動部7、及び第3アンテナユニット130は、後述する第2基板2の第3面43に配設されている。上述したように、表示機能層6は、複数の発光ダイオード素子と薄膜トランジスタアレイで構成される。第3アンテナユニット130は、観察者側から見た平面視において、第3基板3に設けられた第4アンテナユニット140と重畳する。

20

【0050】

(システム制御部)

システム制御部30は、CPU(Central Processing Unit)122、充電制御部123、切り替え部125、NFC通信部126(Near Field Communication)、アンテナ部127、第2アンテナユニット120、及び第4アンテナユニット140、二次電池124を備える。また、後述するように、二次電池124は、システム制御部30の隣接する位置に設けられている。

30

CPU122は、二次電池124、第2アンテナユニット120、第4アンテナユニット140、充電制御部123、切り替え部125、及びNFC通信部126と電氣的に接続されている。充電制御部123及びNFC通信部126は、切り替え部125と電氣的に接続されている。アンテナ部127は、充電制御部123、切り替え部125、及びNFC通信部126と電氣的に接続されている。

【0051】

システム制御部30は、タッチセンシング部10におけるタッチセンシング機能、表示部40における表示機能、通信機能、及び非接触充電機能を制御する。システム制御部30は、タッチセンシング部10とシステム制御部30との間で、符号TR12の矢印に示すように、第1アンテナユニット110及び第2アンテナユニット120を介して、タッチセンシングに係る各種信号の送受信を非接触で行い、かつ、タッチセンシングに必要な電力の供給及び受電を非接触で行う。システム制御部30は、表示部40とシステム制御部30との間で、符号TR34の矢印に示すように、第3アンテナユニット130及び第4アンテナユニット140を介して、表示機能層の駆動に係る各種信号の送受信を非接触で行い、かつ、表示機能層の駆動タッチセンシングに必要な電力の供給及び受電を非接触で行う。

40

【0052】

充電制御部123は、符号TR56の矢印に示すように、アンテナ部127を構成するループアンテナ128を介して、100Vなどの外部電源(図1ではACアダプタ152やクレードル150)から供給される電力を受ける。充電制御部123は、整流機能や二

50

次電池 124 の電圧を監視する機能を含み、充電制御部 123 から電力を二次電池 124 に供給し充電を行う。二次電池 124 には温度センサが設置されており、充電制御部 123 で温度異常を検知した場合、充電制御部 123 は二次電池 124 に対する電力の供給及び受電を停止する。

【0053】

アンテナ部 127 は、ループアンテナ 128 を具備し、共振に用いられるコンデンサやループアンテナ 128 のコイル長などを調整する機能を有する。切り替え部 125 は、システム制御部 30 から信号を受信し、アンテナ部 127 の受電機能と近距離通信（NFC 通信）機能との切り替えを行う。ループアンテナ 128 は、電子機器 E1 の外部と内部との間の通信機能、及び、電子機器 E1 の外部からの非接触充電機能を行う。

10

【0054】

アンテナ部 127 によって行われる受電においては、Qi 規格に基づく周波数を採用することができる。例えば、100KHz から 200KHz の周波数を用いることができる。あるいは、アンテナ部 127 による受電は、今後に予定されているワイヤレス充電の国際標準規格に対応することができる。アンテナ部 127 を用いた近距離通信の共振周波数としては、例えば、13.56MHz、あるいはこの周波数よりも高い周波数を採用することができる。近距離通信は、NFC 通信部 126 で制御される。NFC 通信部 126 は、近距離通信を行うための変復調機能を有する。

【0055】

（外部電源）

20

図 1 に示されるクレードル 150 は、本発明の第 1 実施形態に係る電子機器 E1 やスマートフォンなどの携帯端末、ウェアラブル機器を充電する機能を有しており、電力給電部として機能する。クレードル 150 は、電磁誘導方式による複数の給電側アンテナ 151 を具備し、電子機器 E1 は、これらの 1 以上のアンテナ 151 から非接触での電力供給を受けることができる。クレードル 150 は、複数の給電側アンテナ 151 のいずれかを選択するアンテナ切り替え部を有する。クレードル 150 は、例えば、AC アダプタ 152 を介して、100V や 220V 等の外部電源と接続されている。

【0056】

（第 1 基板）

図 2 は、電子機器 E1 を構成する第 1 基板 1 を示す平面図である。なお、図 2 は、観察者から第 1 基板を見た平面図であるが、遮光性を有するブラックマトリクスを透視するように第 1 基板上に設けられた構成要素が示されている。

30

第 1 基板 1 は、可視域の光を透過する光透過性の透明基板であり、公知の材料によって形成されている。図 2 に示すように、第 1 基板 1 の第 2 面 42 上には、ブラックマトリクス BM、第 1 導電配線 21、第 2 導電配線 22、第 1 アンテナユニット 110、電力受電部 15、電源制御部 16、タッチ駆動制御部 17、タッチ駆動スイッチング回路 18、タッチ検知スイッチング回路 19、タッチ信号送受信制御部 20、及び検波・AD 変換部 25 が設けられている。

【0057】

ブラックマトリクス BM は、矩形状の有効表示領域 71 と、有効表示領域 71（表示領域）を囲む額縁領域 72（額縁部）とを具備する。図 2 に示す例では、第 2 面 42 上にブラックマトリクス BM が形成されているが、第 1 基板 1 の第 1 面 41 に額縁領域 72 としてブラックマトリクス BM を形成してもよい。

40

また、ブラックマトリクス BM を必ずしも形成する必要はなく、ブラックマトリクス BM を第 1 基板 1 に形成しなくてもよい。額縁領域 72 は、後述するように、金属を含む細い縁取りであってもよく、この場合、縁取りにはブラックマトリクス BM の形成を省くことができる。

【0058】

（導電配線）

図 2 に示すように、タッチセンシング配線ユニット 5 は、X 方向（第 1 方向）に平行に

50

延在される複数の第1導電配線21と、Y方向(第2方向)に並行に延在される複数の第2導電配線22とで構成される。すなわち、複数の第1導電配線21及び複数の第2導電配線22は、互いに直交するように延在している。

また、タッチセンシング配線ユニット5の積層構造においては、絶縁層38(第5絶縁層38、図4参照)を介して、複数の第2導電配線22は、複数の第1導電配線21上に積層されている。

#### 【0059】

図2の実線で示すように、第1アンテナユニット110、タッチ駆動スイッチング回路18、タッチ検知スイッチング回路19等の回路を電氣的に接続する引き回し配線は、第1導電配線21の一部及び第2導電配線22の一部が用いられている。図2に示される電力受電部15、電源制御部16、タッチ駆動制御部17、タッチ駆動スイッチング回路18、タッチ検知スイッチング回路19、タッチ信号送受信制御部20、検波・AD変換部25等は、本発明の第1実施形態に係るタッチ機能駆動部4に相当する。

#### 【0060】

タッチセンシングを制御する回路(タッチ機能駆動部4)は、第1導電配線21の一部と、第2導電配線22の一部と、複数の第3薄膜トランジスタを含む。電力受電部15は、受信電圧を平滑化、定電圧化し、タッチ駆動電圧として電源制御部16に出力する。電源制御部16は、昇圧回路を含むことが望ましい。

なお、第2導電配線22の一部は、電氣的接続用のスルーホールと絶縁層とを介して、第1アンテナユニット110を構成する第1導電配線に積層され、即ち、2層構造の配線に適用することができる。

#### 【0061】

第1アンテナユニット110は、巻き方向が互いに逆であり、かつ、巻き数が2以上である小径ループアンテナが一对となって構成されたアンテナ対(第1ループアンテナ)を2組含む。符号111に示されたアンテナ対は、後述する第2アンテナユニット120のアンテナ対115と第1アンテナユニット110のアンテナ対111との間で、タッチセンシングに係る信号の送受信を非接触で行うために用いられる。

符号112に示されたアンテナ対は、第2アンテナユニット120のアンテナ対116と第1アンテナユニット110のアンテナ対112との間で、タッチセンシングに必要な電力の供給及び受電を非接触で行うために用いられる。

なお、小径ループアンテナは、導電配線を同一平面上にスパイラル状に形成することによって構成され、第1基板の平面に実装可能な小径ループアンテナであってもよい。

#### 【0062】

図3は、第1基板1の第2面42に形成された第3薄膜トランジスタの構造を示す断面図である。

図3に示すように、第3薄膜トランジスタ153は、ボトムゲート構造を有しており、第1基板1の額縁領域72に形成されている。第3薄膜トランジスタ153は、第4絶縁層37を介して第1基板1の第2面42に形成される。なお、図3に示す例では、第2面42上にブラックマトリクスBMが形成され、ブラックマトリクスBM上に第4絶縁層37が形成されている構造を採用されているが、ブラックマトリクスを第2面42上に形成しなくてもよい。

#### 【0063】

第3薄膜トランジスタ153において、ゲート電極155は、第1導電配線21と同じ構成の導電配線で形成され、第1導電配線21と同じ工程で形成される。ゲート電極155上には、ゲート絶縁膜(第5絶縁層38)が積層され、第5絶縁層38上には、チャンネル層158、ドレイン電極156、及びソース電極154が積層されている。ドレイン電極156、ソース電極154は、第2導電配線22と同じ構成の導電配線で形成され、第2導電配線22と同じ工程で形成される。ソース電極154を形成する際に、同時に、ソース配線157も形成される。

#### 【0064】

複数の第3薄膜トランジスタ153と、導電性金属酸化物層あるいは酸化物半導体の膜のパターニングによって形成された抵抗素子とで、図2に示すタッチ駆動スイッチング回路18、タッチ検知スイッチング回路19、タッチ信号送受信制御部20、検波・AD変換部25、電力受電部15、電源制御部16、タッチ駆動制御部17等の回路が構成されている。第1アンテナユニット110に必要なコンデンサ(容量素子)は、第1導電配線21及び第2導電配線22を形成する際に形成することができる。具体的に、第1導電配線21及び第2導電配線22と同じ構成を有すると共に同じレイヤに位置する導電層を、第5絶縁層38の上下に所望の大きさを有するように、パターニングによって、コンデンサを形成することができる。第3薄膜トランジスタ153を構成するチャネル層158は、酸化物半導体で構成されている。

10

#### 【0065】

図4は、第1基板1の第2面42に形成されたタッチセンシング配線ユニット5を示す部分断面図である。以下、図4を用いて導電配線の構造を説明する。

第1導電配線21は、第1導電性金属酸化物層8Aと第2導電性金属酸化物層8Cとによって銅合金層8B(あるいは銅層)が挟持された構成を有する。第1導電性金属酸化物層8A及び第2導電性金属酸化物層8Cの各々の膜厚は、例えば、10nmから100nmの範囲から選択できる。銅合金層8B(あるいは銅層)の膜厚は、例えば、50nmから2000nmの範囲から選択できる。あるいは、2000nmより厚く形成することもできる。これら導電性金属酸化物層8A、8Cや銅合金層8Bの成膜方法としては、スパッタリング等の真空成膜法を用いることができる。銅合金層8Bの形成にメッキ法を併用する場合、上記膜厚より厚く形成してもよい。第2導電配線22も、第1導電配線21と同じ構造である。

20

#### 【0066】

図4に示すように第1導電配線21は、第1光吸収層23(光吸収層)で挟持されている。具体的に、導電配線(第1導電配線21、第2導電配線22)の構造として、銅層あるいは銅合金層が導電性金属酸化物層で覆われ、さらに、この導電性金属酸化物層が光吸収層で覆われた構造を採用することができる。即ち、導電配線の表側及び裏側に光吸収層が設けられている。

#### 【0067】

導電配線の表面(表側及び裏側)を光吸収層で覆うことで、視認性を向上できる。観察者方向から見て、銅層あるいは銅合金層の裏面に、別途、導電性金属酸化物層と光吸収酸化物層を形成してもよい。銅層あるいは銅合金層の裏面に形成される導電性金属酸化物層としては、高融点の金属や銅合金層と、組成が異なる銅合金層とを置き換えてもよい。

30

#### 【0068】

一般的に、銅や銅合金は、ガラス基板やブラックマトリクスなど光吸収層に対する密着性が劣る。本発明の第1実施形態では、銅層あるいは銅合金層との界面に導電性金属酸化物層が挿入された構成が採用されている。この構成では、導電性金属酸化物層が、いわば接着層の役割を果たし、実用的な信頼性を付与できる。さらに、銅層あるいは銅合金層が露出された面には、経時的に銅の酸化物が形成され、電気的な実装に不具合を生じる。銅や銅合金の表面を導電性金属酸化物層が覆うことにより、銅層あるいは銅合金層の酸化を抑制できる。導電性酸化物の形成により、オーミックコンタクトを得ることが可能であり、電気的な実装におけるメリットを得ることができる。

40

#### 【0069】

(銅合金層)

次に、銅合金層8Bについて具体的に説明する。

銅合金層8Bは、例えば、銅に固溶する第1元素と、銅及び第1元素より電気陰性度が小さい第2元素とを含む。第1元素及び前記第2元素は、銅に添加する場合の比抵抗上昇率が $1\mu\text{cm/at}\%$ 以下の元素である。銅合金層の比抵抗は、 $1.9\mu\text{cm}$ から $6\mu\text{cm}$ の範囲内にある。本実施形態において、銅と固溶する元素とは、車載向け含む電子機器の使用範囲である $- (マイナス) 40$  から $+ (プラス) 80$  の温度領域で、銅

50

に対して安定した置換型固溶が得られる元素であると言い換えることができる。また、元素（複数種でもよい）の銅への添加量は、その銅合金の電気抵抗率（比抵抗と同義）が  $6 \mu \text{ cm}$  を超えない範囲であればよい。マトリクス母材を銅とする場合に、銅に対し、広い固溶域を持つ金属は、金（Au）、ニッケル（Ni）、亜鉛（Zn）、ガリウム（Ga）、パラジウム（Pd）、マンガン（Mn）が例示できる。アルミニウム（Al）は広くはないが、銅への固溶域を持つ。

#### 【0070】

電気抵抗率の小さい元素（銅の合金元素）は、パラジウム（Pd）、マグネシウム（Mg）、ベリリウム（Be）、金（Au）、カルシウム（Ca）、カドミウム（Cd）、亜鉛（Zn）、銀（Ag）が挙げられる。これら元素は、純銅に対し  $1 \text{ at \%}$  添加したときに電気抵抗率の増加が、ほぼ  $1 \mu \text{ cm}$  以下となる。カルシウム（Ca）、カドミウム（Cd）、亜鉛（Zn）、銀（Ag）はその電気抵抗率の増加が、 $0.3 \mu \text{ cm/at \%}$  以下であるので、合金元素として好ましい。経済性及び環境負荷を考慮すると、亜鉛及びカルシウムを合金元素として用いることが好ましい。亜鉛及びカルシウムは、各々、 $5 \text{ at \%}$  まで、銅への合金元素として添加できる。

#### 【0071】

上記添加量の範囲に基づき、カルシウムの添加量を増やしたり、亜鉛の添加量を減らしたり、亜鉛及びカルシウムの添加量を増減してもよい。銅に対する亜鉛及びカルシウムの添加に起因する効果に関し、各々、 $0.2 \text{ at \%}$  以上の添加量において、顕著な効果が得られる。

#### 【0072】

純粋な銅に対して亜鉛及びカルシウムを合計  $0.4 \text{ at \%}$  添加された銅合金の電気抵抗率は、約  $1.9 \mu \text{ cm}$  となる。従って、本発明の第1実施形態に係る銅合金層8Bの電気抵抗率の下限は、 $1.9 \mu \text{ cm}$  となる。なお、カルシウム（Ca）、カドミウム（Cd）、亜鉛（Zn）、銀（Ag）を合金元素として用いた場合において、銅に対する添加量が  $5 \text{ at \%}$  を超えてくると、銅合金の電気抵抗率が顕著に増加するので、少なくとも  $5 \text{ at \%}$  以下の添加量であることが好ましい。

#### 【0073】

電気陰性度は、原子（元素）が電子を引き寄せる強さの相対尺度である。この値の小さい元素ほど、陽イオンになりやすい。銅の電気陰性度は、 $1.9$  である。酸素の電気陰性度は、 $3.5$  である。電気陰性度の小さい元素には、アルカリ土類元素、チタン族元素、クロム族元素等が挙げられる。アルカリ元素の電気陰性度も小さいが、銅の近くにアルカリ元素や水分が存在すると、銅の拡散が増長される。このため、ナトリウムやカリウム等のアルカリ元素は、銅の合金元素としては使えない。

#### 【0074】

カルシウムの電気陰性度は、 $1.0$  と小さい。カルシウムを銅の合金元素として用いた場合、熱処理時などにおいてカルシウムが銅よりも先に酸化され、酸化カルシウムとなり、銅の拡散を抑えることが可能となる。本発明の第1実施形態に係る導電配線では、導電性金属酸化物層で覆われない銅合金層の露出面や、銅合金層と導電性金属酸化物層との界面に、選択的にカルシウム酸化物を形成させることが可能である。特に、導電性金属酸化物層で覆われない銅合金層の露出面にカルシウム酸化物を形成することが、銅の拡散の抑制、及び信頼性の向上に寄与する。本発明の第1実施形態に係る導電配線や銅合金層の導電率は、熱処理等アニーリングによって向上する。上述した電気陰性度は、ポーリングの電気陰性度の値で示した。本発明の第1実施形態に係る導電配線においては、導電配線の熱処理工程等によって、第2元素は、銅及び第1元素よりも先に酸化されて酸化物を形成することが好ましい。また、銅や銅合金に対する水素・酸素の混入を防ぐことが好ましい。

#### 【0075】

本発明の第1実施形態においては、銅合金層8Bが第1導電性金属酸化物層8Aと第2導電性金属酸化物層8Cによって挟持された構成を採用している。この構成では、熱処理

10

20

30

40

50



(アニール)により電気抵抗率が改善されることが多い。換言すれば、本発明の第1実施形態において、銅合金層8Bが導電性金属酸化物で覆われることにより、銅合金層8Bの表面酸化が抑制される。また、銅合金層8Bの表面及び裏面に形成された導電性金属酸化物層による規制(アンカリング)によって、銅合金層8Bのグレインが極端に粗大化することがなく、銅合金層8Bの表面が粗くならない。銅合金層8Bを構成する合金元素が低い濃度(例えば、0.2at%前後)で添加されている銅合金層8Bであっても、結晶粒(グレイン)が大きくなりやすく、粗大化したグレインバウンダリーによるキャリア散乱(電気抵抗率の悪化)を抑制することができる。

#### 【0076】

本発明の第1実施形態に係る導電配線において、銅合金層8Bとしてカルシウムを含む銅合金を用いることで、銅合金層8Bと第1導電性金属酸化物層8Aの界面に、及び、銅合金層8Bと第2導電性金属酸化物層8Cとの界面に、また、銅合金層8Bの側面に、カルシウム酸化物が形成されることがある。カルシウム酸化物は、後述する低温アニーリングや熱処理にて形成されることが多い。銅合金層8Bの表面や、銅合金層と導電性金属酸化物層との界面にカルシウム酸化物が形成されることにより、銅の拡散が抑制され、信頼性の向上に寄与させることができる。

#### 【0077】

本発明の第1実施形態に係る導電配線は上記したように第1基板1の第1導電配線及び第2導電配線に適用することができる。さらに、上述した導電配線と同様の構成を有する導電配線を、第2基板2のソース配線66、電源線50、51、及びゲート配線69に適用することができる。また、第3基板3に形成される配線、例えば、NFC通信部126などのモジュール形成前の下地層としての配線や、アンテナユニットの配線にも、上述した導電配線と同様の構成を有する導電配線を適用することができる。アンテナユニットの配線は、低い抵抗が要求されるため、導電配線の構成に含まれる銅層(あるいは銅合金層)の膜厚を厚く形成することが望ましい。

#### 【0078】

(導電性金属酸化物層)

次に、上述した第1導電性金属酸化物層8A及び第2導電性金属酸化物層8C、及び、後述する第3導電性金属酸化物層及び第4導電性金属酸化物層の構造について説明する。以下、第1～第4導電性金属酸化物層を単に導電性金属酸化物層と呼称する。

#### 【0079】

導電性金属酸化物層の材料としては、例えば、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化アンチモン、酸化ガリウム、酸化錫から選択される2種以上の金属酸化物を含む複合酸化物を採用することができる。例えば、酸化アンチモンは、金属アンチモンが銅との固溶域を形成しにくく、積層構成での銅の拡散を抑制するため、上記導電性金属酸化物層に加えることができる。導電性金属酸化物層には、チタン、ジルコニウム、マグネシウム、アルミニウム、ゲルマニウム等の他の元素を少量、添加することもできる。

#### 【0080】

銅層或いは銅合金層は、透明樹脂やガラス基板(第1基板、第2基板、及び第3基板に適用)に対する密着性が低い。このため、銅層或いは銅合金層をそのまま透明樹脂やガラス基板等で構成される表示装置基板に適用した場合、実用的な表示装置基板を実現することは難しい。しかし、上述した複合酸化物(導電性金属酸化物)は、光吸収性樹脂層、ブラックマトリクス、透明樹脂及びガラス基板等に対する密着性を十分に有しており、かつ、銅層や銅合金層に対する密着性も十分である。このため、上記複合酸化物を用いた銅層或いは銅合金層を表示装置基板に適用した場合、実用的な表示装置基板を実現することが可能となる。

#### 【0081】

加えて、銅層や銅合金層の表面には、導電性を有しない銅酸化物が経時的に形成され、電氣的なコンタクトが困難となることがある。その一方、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化アンチモン、酸化ガリウム、酸化錫等の複合酸化物層は、安定したオーミックコンタク

10

20

30

40

50

トを実現することができ、このような複合酸化物を用いる場合には、導通転移（トランスファ）やコンタクトホールを介しての電気的実装を容易に行うことができる。

【0082】

上述した導電配線の構造は、第1基板1に形成される導電配線21、22に限らず、第2基板2や第3基板3に形成される導電配線、さらに、アンテナユニットを構成する配線、薄膜トランジスタを構成する電極、電極に電気的に接続される配線などに適用することができる。

【0083】

（第2基板）

図5は、電子機器E1を構成する第2基板2を示す平面図である。

10

図5に示すように、第2基板2の第3面43上には、不図示の薄膜トランジスタアレイ、発光素子CHIP（LEDチップ、発光ダイオード素子）、第3アンテナユニット130などを含む表示部40が設けられている。具体的に、第3面43上には、第3アンテナユニット130、ソース信号スイッチング回路26、ゲート信号スイッチング回路27、第2電力受電部28、映像信号受信部29、第2電源制御部59等の回路などが設けられている。第2電源制御部59は、昇圧回路を含むことが望ましい。

図5に示されるソース信号スイッチング回路26、ゲート信号スイッチング回路27、第2電力受電部28、映像信号受信部29、第2電源制御部59等は、本発明の第1実施形態に係る表示機能駆動部7に相当する。

【0084】

20

第2基板2において、画素開口部PXに相当する位置には、表示機能層6を駆動する第1薄膜トランジスタ67（後述）と第2薄膜トランジスタ68（後述）が設けられている。なお、図5において、第1薄膜トランジスタ67と第2薄膜トランジスタ68の図示は省略している。

【0085】

第3アンテナユニット130は、巻き方向が互いに逆であり、かつ、巻き数が2以上である小径ループアンテナが一对となって構成されたアンテナ対（第3ループアンテナ）を2組含む。符号113に示されたアンテナ対は、後述する第4アンテナユニット140のアンテナ対117との間で、表示機能層の駆動に係る信号の送受信を非接触で行うために用いられる。

30

符号114に示されたアンテナ対は、第4アンテナユニット140のアンテナ対118との間で、表示機能層の駆動に必要な電力の供給及び受電を非接触で行うために用いられる。

小径ループアンテナの巻き数は、例えば、2から25の範囲から選択できる。

【0086】

図6は、第2基板2の第4面44に設けられた導電性シールド層34の断面図を例示している。図6において、導電性シールド層34は、第4面44から順に、第2光吸収層24（光吸収層）、第1導電性金属酸化物層34A、銅合金層34B、及び第2導電性金属酸化物層34Cが積層された構成を有する。図6に示すように、導電性シールド層34の一部に低抵抗である導電層（銅合金層34B）を採用することで、タッチセンシング機能層（第1アンテナユニット110、タッチ機能駆動部4）や表示機能層6に対する、システム制御部30やループアンテナ128から発生するノイズの影響を低減することができる。

40

【0087】

導電性シールド層34の導電層は、 $100 / (\text{ } / \text{sq})$ 以下の面積抵抗を持つ導電膜であればよい。導電性金属酸化物層の構造は、積層構造でもよいし、単層構造でもよい。モリブデン、アルミニウム、銅、銀、ニッケル等の金属層、合金層の単層、これらの金属層が複数の積層された構成も採用することができる。導電性シールド層に熱導電性の高い金属層や合金層を加えることで、発光素子の発光に係る熱の放散に寄与できる。

【0088】

50

銅合金層 3 4 B と第 2 基板 2 との間に第 2 光吸収層 2 4 を挿入することにより、上述した特許文献 6 に記載されているような円偏光板を省く構成を実現できる。円偏光板は、画素電極（反射電極）における外光反射を吸収することで「黒色」を出す目的で用いられる。しかし、円偏光板は、0.1 mm から 0.3 mm と比較的厚い光学フィルムである。このような円偏光板の厚みにカバーガラスの厚みが加わると、1 mm 前後、電子機器の厚みが増加する。円偏光板を用いずに、第 2 光吸収層 2 4 を挿入することで、発光ダイオード素子をオフしたときの「黒色」を実現することができる。また、第 1 基板 1 と第 3 基板 3 をともに厚くすることで、電子機器に要求される強度を高め、かつ、第 2 基板 2 を薄くし、カバーガラスを省くことで、軽く、薄い電子機器を提供することができる。

【0089】

10

（第 3 基板）

図 7 は、電子機器 E 1 を構成する第 3 基板 3 を示す平面図である。

第 3 基板 3 は、第 5 面 4 5 と、第 5 面 4 5 とは反対側の第 6 面 4 6 とを有する（図 8 参照）。

図 7 に示すように、第 3 基板 3 の第 5 面 4 5 上には、ループアンテナ 1 2 8、第 2 アンテナユニット 1 2 0、第 4 アンテナユニット 1 4 0、磁性体層 1 3 1、二次電池 1 2 4、システム制御部 3 0 などが設けられている。また、このように第 3 基板 3 上に形成される部材は、図 1 に示すように、第 2 基板 2 の第 4 面 4 4 と第 3 基板 3 の第 5 面 4 5 との間に設けられている。

【0090】

20

システム制御部 3 0 は、CPU 1 2 2、充電制御部 1 2 3、切り替え部 1 2 5、NFC 通信部 1 2 6、アンテナ部 1 2 7、第 2 アンテナユニット 1 2 0、第 4 アンテナユニット 1 4 0、及び二次電池 1 2 4 を含む。CPU 1 2 2 は、タッチセンシング部 1 0 におけるタッチセンシング機能、表示部 4 0 における表示機能、通信機能、及び非接触充電機能を制御する。

【0091】

第 2 アンテナユニット 1 2 0 は、巻き方向が互いに逆であり、かつ、巻き数が 2 以上である小径ループアンテナが一对となって構成されたアンテナ対（第 2 ループアンテナ）を 2 組含み、具体的に、アンテナ対 1 1 5、1 1 6 とを備える。

第 4 アンテナユニット 1 4 0 は、巻き方向が互いに逆であり、かつ、巻き数が 2 以上である小径ループアンテナが一对となって構成されたアンテナ対（第 4 ループアンテナ）を 2 組含み、具体的に、アンテナ対 1 1 7、1 1 8 とを備える。

30

【0092】

第 1 基板 1、第 2 基板 2、及び第 3 基板 3 が重なり合って構成されている電子機器 E 1 の平面視において、第 2 アンテナユニット 1 2 0 は第 1 アンテナユニット 1 1 0 と重畳し、第 4 アンテナユニット 1 4 0 は第 3 アンテナユニット 1 3 0 と重畳している。

第 2 アンテナユニット 1 2 0 のアンテナ対 1 1 5 は、第 1 アンテナユニット 1 1 0 のアンテナ対 1 1 1 と、巻き方向が同じであり、重畳している。第 2 アンテナユニット 1 2 0 のアンテナ対 1 1 6 は、第 1 アンテナユニット 1 1 0 のアンテナ対 1 1 2 と、巻き方向が同じであり、重畳している。第 4 アンテナユニット 1 4 0 のアンテナ対 1 1 7 は、第 3 アンテナユニット 1 3 0 のアンテナ対 1 1 3 と、巻き方向が同じであり、重畳している。第 4 アンテナユニット 1 4 0 のアンテナ対 1 1 8 は、第 3 アンテナユニット 1 3 0 のアンテナ対 1 1 4 と、巻き方向が同じであり、重畳している。第 1 アンテナユニット 1 1 0 と第 2 アンテナユニット 1 2 0 との間の重畳関係、及び、第 3 アンテナユニット 1 3 0 と第 4 アンテナユニット 1 4 0 との間の重畳関係については後述する。

40

【0093】

ループアンテナ 1 2 8 は、導電配線を同一平面上にスパイラル状に形成することによって構成され、第 3 基板の平面に実装可能であり、例えば、図 7 に示すような矩形の額縁領域 7 2 に納まるループアンテナ形状を有することが好ましい。ループアンテナ 1 2 8 は、有効表示領域 7 1 を囲む額縁領域 7 2 に対応する位置に配設される。従って、ループアン

50

テナ 1 2 8 の外形は、表示部 4 0 における有効表示領域 7 1 の大きさより少し大きいサイズを有する。

【 0 0 9 4 】

また、第 1 アンテナユニット 1 1 0、第 2 アンテナユニット 1 2 0、第 3 アンテナユニット 1 3 0、及び第 4 アンテナユニット 1 4 0 の各々のサイズは、ループアンテナ 1 2 8 のサイズより小さい。また、第 1 アンテナユニット 1 1 0、第 2 アンテナユニット 1 2 0、第 3 アンテナユニット 1 3 0、及び第 4 アンテナユニット 1 4 0 は、観察方向から見た平面視において、ループアンテナ 1 2 8 と重畳しない位置に配設されている。

【 0 0 9 5 】

ループアンテナ 1 2 8 の巻き数は、例えば、2 から 1 0 とすることができる。本実施形態において、図 7 に示すループアンテナの巻き数は 5 としているが、アンテナの巻き数は、例えば、1 から 2 5 の範囲から選択できる。巻き数としては、共振周波数の選択と、共振に最適なアンテナのインピーダンスの設定条件に基づき、巻き数を選ぶことができる。ループアンテナ 1 2 8 のループ面積 (  $A \times A$  ) としては、大きい面積であることが好ましい。

【 0 0 9 6 】

図 7 において省略されている容量素子の容量は、共振を行うために調整される。具体的に、非接触充電時においては、充電制御部 1 2 3 で共振の調整が行われる。N F C 通信の場合には、N F C 通信部 1 2 6 で共振の調整が行われる。非接触充電と N F C 通信とは、切り替え部 1 2 5 によって切り替えて実行される。

【 0 0 9 7 】

二次電池 1 2 4 としては、リチウム電池、ニッケル水素電池、有機ラジカル電池、鉛電池、リチウム空気電池、ニッケル亜鉛電池、ニッケルカドミウム電池、銀亜鉛電池などが挙げられる。例えば、ナイロン、アルミニウム等の金属層、シクロパラフェニレン ( C P P )、電極、セパレータ、電解液等が外装材によってラミネートされラミネート型のリチウム電池が採用されてもよい。全固体型のリチウム電池、例えば、リチウム硫黄電池などの二次電池を二次電池 1 2 4 に適用することが好ましい。また、スペース ( 基板間の厚み ) の観点で、二次電池 1 2 4 を設けることが難しい、第 1 基板の第 2 面上、第 2 基板の第 3 面上には、例えば、大容量のコンデンサを具備することができる。大容量のコンデンサの構成には、真空成膜などの方法により成膜された薄膜を用いることができる。

【 0 0 9 8 】

第 2 基板 2 の第 4 面 4 4 と第 3 基板 3 の第 5 面 4 5 との間に、さらに L T E 通信モジュール、W i F i 通信モジュール、G P S 受信モジュールなどの電子デバイスを配置し、第 4 面 4 4 又は第 5 面 4 5 に実装してもよい。

【 0 0 9 9 】

図 8 は、電子機器 E 1 を示す断面図であって、図 7 の A - A ' 線に沿う断面図である。観察者 P から見て、第 1 基板 1、第 2 基板 2、及び第 3 基板 3 はこの順で積層されている。なお、図 8 では、ブラックマトリクス B M が省略されている。

図 8 に示すように、第 3 基板 3 の第 5 面 4 5 上に、ループアンテナ 1 2 8、第 2 アンテナユニット 1 2 0、及び第 4 アンテナユニット 1 4 0 が設けられている。また、ループアンテナ 1 2 8 を覆うように、磁性体層 1 3 1 が第 5 面 4 5 上に設けられている。また、磁性体層 1 3 1 には開口部 1 3 2 が形成されており、開口部 1 3 2 の内側に第 2 アンテナユニット 1 2 0 及び第 4 アンテナユニット 1 4 0 が配置されている。換言すると、第 2 アンテナユニット 1 2 0 及び第 4 アンテナユニット 1 4 0 は、磁性体層 1 3 1 で覆われていない。

【 0 1 0 0 】

磁性体層 1 3 1 上には、システム制御部 3 0 及び二次電池 1 2 4 が配置されている。システム制御部 3 0 は、磁性体層 1 3 1 に設けられたスルーホールを介して、ループアンテナ 1 2 8、第 2 アンテナユニット 1 2 0、及び第 4 アンテナユニット 1 4 0 に電氣的に接続されている。二次電池 1 2 4 及びシステム制御部 3 0 の上面には導電性シールド層 3 4

10

20

30

40

50

が設けられており、換言すると、二次電池 1 2 4 及びシステム制御部 3 0 の上面と第 2 基板 2 の第 4 面 4 4 との間に導電性シールド層 3 4 が配置されている。

【 0 1 0 1 】

第 1 基板 1 の第 2 面 4 2 上には、タッチセンシング配線ユニット 5 を含むタッチセンシング部 1 0 が具備されている。タッチセンシング配線ユニット 5 を構成する第 1 導電配線 2 1 と第 2 導電配線 2 2 との間には、第 1 基板 1 の厚み方向（Z 方向）に第 5 絶縁層 3 8 が配設されている。また、タッチセンシング配線ユニット 5 を形成する工程においては、導電配線（第 1 導電配線 2 1）を形成する前に、第 2 の基板面上に第 4 絶縁層 3 7 を形成してもよい。第 2 導電配線 2 2 上に、第 6 絶縁層 3 9 を形成することは好ましい。

【 0 1 0 2 】

以下、図 9 ～ 図 1 1 を用いて、発光素子 C H I P（L E D チップ、発光ダイオード素子）の周辺構造を説明する。

図 9 は、電子機器 E 1 を部分的に示す断面図であって、図 8 の符号 B で示された領域を示す拡大図である。なお、図 9 では、ブラックマトリクス B M が省略されている。

図 1 0 は、電子機器 E 1 が備える第 2 基板 2 を部分的に示す拡大図であり、第 2 基板 2 上に設けられた発光素子 C H I P 及び第 2 薄膜トランジスタ 6 8（薄膜トランジスタ 1 6 8）を中心的に示した断面図である。

図 1 1 は、電子機器 E 1 に搭載される発光素子 C H I P を示す図であって、図 1 0 の符号 C で示された領域を拡大して示す発光素子 C H I P を示す断面図である。

【 0 1 0 3 】

（発光素子）

発光素子 C H I P を構成する下部電極 8 8 は、接合層 7 7 を介して反射電極 8 9 と電気的に連携されている。反射電極 8 9 は、コンタクトホール 9 3 を介して、発光素子 C H I P を駆動する駆動トランジスタとして機能する第 2 薄膜トランジスタ 6 8 と接続されている。

【 0 1 0 4 】

発光素子 C H I P は、第 2 薄膜トランジスタ 6 8 を介して第 1 電源線 5 1 から電源の供給を受ける。

上部電極 8 7 の表層（表面の層）は、導電性金属酸化物で形成されている。補助導体 7 5 及び透明導電膜 7 6 は、銅あるいは銅合金が導電性金属酸化物で挟持された構造を有する導電層であり、同じレイヤ、同じ工程で形成されている。図 1 0 において、補助導体 7 5 は、例えば、紙面の前後方向、即ち、Y 方向に延在している。補助導体 7 5 は、X 方向に延在する第 2 電源線 5 2（図 1 8 参照）と連絡している。平面視における第 1 電源線 5 1 及び第 2 電源線 5 2 の配置については、図 1 8 を参照して後述する。

【 0 1 0 5 】

接合層 7 7 は、例えば、1 5 0 から 3 4 0 の温度範囲内で、発光素子 C H I P の下部電極 8 8 と反射電極 8 9 とを融着させ、電気的な接続ができる導電性材料を適用できる。この導電性材料には、銀やカーボン、グラファイトなどの導電性骨材（c o n d u c t i v e f i l l e r）を熱フロー性樹脂に分散してもよい。あるいは、接合層 7 7 を、I n（インジウム）、I n B i 合金、I n S b 合金、I n S n 合金、I n A g 合金、I n G a 合金、S n B i 合金、S n S b 合金など、あるいはこれら金属の 3 元系、4 元系である低融点金属を用いて形成できる。

反射電極 8 9 の表面は、インジウム酸化物を含む複合酸化物（導電性金属酸化物）、あるいは、銀合金などで形成できる。インジウム酸化物を含む複合酸化物、あるいは、銀合金で反射電極 8 9 の表面を形成することで、上述した接合層 7 7 と反射電極 8 9 との電気的接続が容易になる。なお、反射電極 8 9 の面積が開口部に占める割合を小さくすることで、第 2 光吸収層 2 4 による「黒色」を活用できる。

【 0 1 0 6 】

これら低融点金属は、上述した導電性金属酸化物に対する濡れ性が良いため、下部電極 8 8 と反射電極 8 9 とのおおよそのアライメントを行った後、下部電極 8 8 と反射電極 8

10

20

30

40

50

9とを自己整合的に融着させることができる。融着に必要なエネルギーとしては、熱、加圧、電磁波、レーザー光やこれらと超音波の併用など種々のエネルギーが用いられる。なお、垂直型発光ダイオードは、接合不良が生じた場合、リペアを行い易いといった利点がある。同一方向に電極が並ぶ水平型発光ダイオードでは、個々ダイオードの接合検査がやりにくいことと、リペア（不良ダイオードの交換など）時に、電極が短絡しやすい不都合がある。この観点で、垂直型発光ダイオードが好ましく用いられる。接合層77は、真空成膜等の膜形成の後、周知のフォトリソグラフィの方法や、リフトオフの手段でパターン形成できる。

#### 【0107】

本実施形態において、発光素子CHIPは、表示機能層として機能する垂直型発光ダイオードであり、複数の画素PXの各々に設けられている。

10

発光素子CHIPは、上部電極87、n型半導体層90、発光層92、p型半導体層91、及び下部電極88が、この順で積層された構造を有する。換言すると、発光素子CHIPは、下部電極88上に、p型半導体層91、発光層92、n型半導体層90、及び上部電極87がこの順で積層された構成を有する。図11に示すように、LED発光に用いられる電極は、異なる面に形成され、互いに対向する面に形成されている。また、互いに平行となるように積層されているn型半導体層90及びp型半導体層91の各々に対向する面の外側に上部電極87及び下部電極88が配置されている。このような構造を有する発光素子CHIPを本実施形態では、垂直型発光ダイオードと呼称している。断面視において、LED構造が、角錐形状等の異型である場合、本発明の垂直型発光ダイオードに含めない。LED構造において片側の面に電極が並ぶように形成される構造、あるいは、水平方向に電極が並ぶように形成される構造は、水平型発光ダイオードと呼ぶ。

20

#### 【0108】

図11に示すように、発光素子CHIP上において、透明導電膜76は上部電極87と重なっており、電氣的に接続されている。発光素子CHIPの角部171は、第2平坦化層95で覆われている。発光素子CHIP上には、第2平坦化層95と上部電極87とが重なる重なり部74が形成されている。上部電極87の両端に重なり部74が形成されているので、上部電極87上において第2平坦化層95は凹部形状を有している。

#### 【0109】

透明導電膜76の構成としては、導電性金属酸化物の単層又は複数層が採用される。例えば、ITOなどの導電性金属酸化物によってAgやAg合金層が挟持された構成が採用されてもよい。さらに、透明導電膜76の上に金属層を含む補助導体75を積層してもよい。金属層を含む補助導体75を透明導電膜76の上に形成することにより、透明導電膜76の抵抗値を下げるとともに、発光素子CHIPに生じる熱の放散に寄与できる。

30

#### 【0110】

透明導電膜76は、図18に示す電源線52である。透明導電膜76は、発光素子（発光ダイオードや有機EL）の陰極あるいは共通電極として機能する。この場合に、透明導電膜76は、タッチセンシング部10のシールド層として、システム制御部30やNFC通信部126から発生する電氣的ノイズの影響を抑制する効果を持つ。

#### 【0111】

例えば、図11には、透明導電膜76の断線のリスクを減らす目的で、上部電極87上に形成される第2平坦化層95は角度 $\theta$ のテーパを有しており、第2平坦化層95のテーパ面に沿って透明導電膜76が形成されている。

40

具体的に、重なり部74は、角部171において透明導電膜76と上部電極87との間に位置しており、例えば、 $5^\circ$ から $70^\circ$ の角度 $\theta$ で上部電極87の面に対して傾斜している。このように重なり部74が傾斜を有することで、透明導電膜76の断線を防ぐことができる。

#### 【0112】

発光素子CHIPの上面78（表層）が、第2平坦化層95から突出して第2平坦化層95と重ならない状態となると、即ち、重なり部74が形成されていない状態では、透明

50

導電膜 76 が断線し易くなり、発光素子 CHIP の点灯不良が生じる懸念がある。

【0113】

上記のような凹部形状を有する第 2 平坦化層 95 を形成する方法や、発光素子 CHIP に重なる重なり部 74 を形成する方法としては、周知のフォトリソグラフィが採用される。さらに、周知のフォトリソグラフィの手法に加え、ドライエッチング技術や紫外線洗浄技術を適用してもよい。

【0114】

発光素子 CHIP の形状としては、例えば、平面視において、1 辺の長さが 3  $\mu\text{m}$  から 500  $\mu\text{m}$  の正方形形状を適用することができる。ただし、正方形や矩形以外の形状が適用されてもよい。あるいは、1 辺の大きさを 500  $\mu\text{m}$  以上としてもよい。また、平面視において、第 1 配線と第 2 配線で区画される画素 PX には、1 個、あるいは 2 個以上の発光素子を実装できる。発光素子 CHIP の実装では、例えば、正方形形状の発光素子 CHIP の向きを、90 度単位でランダムに回転させて実装することができる。ランダム実装することで、LED 結晶成長のわずかなバラツキから生じる画面全体の色ムラ、輝度ムラを軽減できる。

【0115】

LED 等の発光素子に適用できる n 型半導体や p 型半導体としては、周期律表の II 族から VI 族の元素の化合物やこれらの窒化物や酸化物が挙げられる。例えば、GaN に In や II 元素又は IV 元素をドーブした半導体、GaP、GaInP、AlGaInP など、さらには ZnO に III 族元素をドーブした半導体などが挙げられる。例えば、発光効率の高い近紫外域発光の InGaN/GaN の LED を用いてもよい。バイオテンプレート技術に、さらに中性ビームエッチング技術を併用して、ナノピラー構造を有する InGaN/GaN の LED を用いてもよい。さらに発光層 92 は、単一の化合物半導体で構成されてもよく、単一量子井戸構造あるいは多量子井戸構造を有していてもよい。発光素子 CHIP は、赤色発光 LED、緑色発光 LED、青色発光 LED をマトリクス状に配置することができる。さらに、近赤外発光 LED を加えてもよい。あるいは単色発光の LED 発光素子上に、波長変換部材として量子ドット層を積層してもよい。

【0116】

下部電極 88 の構成材料としては、銀、銀合金、アルミニウム、アルミニウム合金を適用することができる。さらに、下部電極 88 の構成として、後述するように、銀あるいは銀合金層が導電性金属酸化物層によって挟持された構成が適用されてもよい。下部電極 88 の構成の一部には、Ti 層、Cr 層、Pt 層、AuGe 層、Pd 層、Ni 層、TiW 層、Mo 層などの金属層や、上述した導電性金属酸化物層を含む多層構成を導入してもよい。なお、平面視で下部電極 88 の面積割合を減らすことにより、半透過型や透過型の表示装置を実現することができる。上部電極 87 は、導電性金属酸化物で形成された層を含む構成が好ましい。

【0117】

導電性金属酸化物としては、例えば、酸化インジウムを基材として、酸化錫、酸化亜鉛、酸化ガリウム、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化モリブデン、酸化タングステン、酸化マグネシウム、酸化アンチモン、酸化セリウムなど種々の複合酸化物を適用することが可能であり、上部電極 87 に必要とされる特性を調整しやすいメリットがある。この特性には、仕事関数の値、光の透過率、屈折率、導電性、エッチング加工性などが含まれる。上部電極の構成の一部には、Ti 層、Cr 層、Pt 層、AuGe 層、AuSn 層、Pd 層、Ni 層、TiW 層、Mo 層などの金属層や、上記導電性金属酸化物層を含む多層構成を導入してもよい。なお、上部電極 87 の上面 78 は、光の出射面となるので、透明な導電性金属酸化物の層の面積比率が大きいことが望ましい。なお、上部電極 87 の上面 78 (表層) は、発光素子 CHIP の光の出射面外の領域で、銅層あるいは銅合金層が導電性金属酸化物で挟持された構造を有する第 6 配線と電氣的に接続されることが好ましい。

【0118】

バンク 94 の材料としては、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、ノボラックフェノール樹

10

20

30

40

50

脂等の有機樹脂を用いることができる。バンク 94 には、更に、酸化シリコン、酸窒化シリコン等の無機材料を積層してもよい。

#### 【0119】

第1平坦化層 96 及び第2平坦化層 95 の材料としては、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、ベンゾシクロブテン樹脂、ポリアミド樹脂等を用いてもよい。低誘電率材料 (low-k 材料) を用いることもできる。

#### 【0120】

なお、視認性向上のため、第1平坦化層 96、第2平坦化層 95、封止層 109、あるいは、第2基板 2 のいずれかが、光散乱の機能を有してもよい。あるいは、第2基板 2 の上方に光散乱層を形成してもよい。

#### 【0121】

(薄膜トランジスタ)

図 10 は、反射電極 89 (画素電極) に接続されているアクティブ素子として用いられるトップゲート構造を有する薄膜トランジスタ (TFT) の構造の一例を示している。なお、図 10 においては、第1基板 1 や第3基板 3 などの周辺部材を省略している。

#### 【0122】

第2薄膜トランジスタ 68 (168) は、チャネル層 58 と、チャネル層 58 上に、ソース電極 54 とドレイン電極 56 とが積層された構成を有する。具体的に、第2薄膜トランジスタ 68 は、チャネル層 58 の一端 (第一端、図 10 におけるチャネル層 58 の左端) に接続されたドレイン電極 56 と、チャネル層 58 の他端 (第二端、図 10 におけるチャネル層 58 の右端) に接続されたソース電極 54 と、第3絶縁層 13 を介してチャネル層 58 に対向配置されたゲート電極 55 とを備える。後述するように、チャネル層 58 は酸化物半導体で構成され、ゲート絶縁層である第3絶縁層 13 と接触している。第2薄膜トランジスタ 68 は、発光素子 CHIP を駆動する。第1薄膜トランジスタ 67 と第2薄膜トランジスタ 68 の詳細は後述する。

#### 【0123】

図 10 に示されるチャネル層 58 の重畳部 31、32 の断面、ソース電極 54、ドレイン電極 56、ゲート電極 55 の各々図示されている電極断面にはテーパ面が形成されていないが、断線等を避ける目的でテーパ面 (傾斜面) が形成されていることが好ましい。

#### 【0124】

図 10 に示すソース電極 54 及びドレイン電極 56 は、同一工程において、同時に形成される。また、ソース電極 54 及びドレイン電極 56 は、同じ構成の導電層を備える。即ち、第1実施形態では、ソース電極 54 (第3配線) 及びドレイン電極 56 (第4配線) の構造として、いずれも銅層あるいは銅合金層 (第3導電層) を第1導電性金属酸化物層と第2導電性金属酸化物層を挟持する3層構成を採用した。なお、ソース電極 54 及びドレイン電極 56 の構造として、チタン/アルミニウム合金/チタン、モリブデン/アルミニウム合金/モリブデン等の3層構成を採用することができる。ここで、アルミニウム合金は、アルミニウム-ネオジムが代表的な合金である。熱伝導率の観点から、銅層あるいは銅合金層を配線材料として用いることが望ましい。コンタクトホールでの電氣的接続のため、更なる導電性金属酸化物の積層は好ましい。

#### 【0125】

薄膜トランジスタの閾値電圧 ( $V_{th}$ ) の安定化、あるいは安定したノーマリーオフのトランジスタ特性を得るために、バックゲート電極を設けてもよい。バックゲート電極は、図 10 に示すゲート電極 55 に対向するようにチャネル層 58 の反対側、例えば、第4絶縁層 47 と第2基板 2 との界面に、金属膜をバタニングすることで、バックゲート電極を形成することができる。バックゲート電極を金属膜で形成することで、チャネル層 58 に向かう外部光の入射を防止し、安定した「正 (プラス)」の  $V_{th}$  を得ることができる。なお、バックゲート電極には、通常、負の電圧を印加する。ゲート電極 55 とバックゲート電極との間に形成される電界によって、チャネル層 58 を電氣的に取り囲むことができる。この電界により、第2薄膜トランジスタ 68 のドレイン電流を大きくすることが

10

20

30

40

50



でき第2薄膜トランジスタ68のオフ電流であるリーク電流をさらに小さくすることができる。従って、第2薄膜トランジスタ68に求められるドレイン電流に対して、第2薄膜トランジスタ68の相対的な大きさを小さくすることができ、半導体回路としての集積度を向上できる。

#### 【0126】

ゲート電極55の下部に位置する第2絶縁層48は、ゲート電極55と同じ幅を有する絶縁層であってもよい。この場合、例えば、ゲート電極55をマスクとして用いたドライエッチングを行い、ゲート電極55の周囲の第2絶縁層48を除去する。これによって、ゲート電極55と同じ幅を有する絶縁層を形成することができる。ゲート電極55をマスクとして用いて絶縁層をドライエッチングにて加工する技術は、トップゲート構造の薄膜トランジスタにおいて、一般に自己整合と称される。また、図9及び図10に示すように、第1絶縁層49がゲート電極55を覆うように第2絶縁層48上に設けられている。更に、第1絶縁層49上には第1平坦化層96が設けられている。

10

#### 【0127】

酸化物半導体で形成されたチャネル層を備える薄膜トランジスタによるLEDの駆動は消費電力の観点では、ポリシリコン半導体で形成されたチャネル層を備える薄膜トランジスタによる駆動より好ましい。

#### 【0128】

例えば、IGZOと称される酸化物半導体は、スパッタリングなどの真空成膜で一括して形成される。酸化物半導体が成膜された後においては、TFT等のパターン形成後の熱処理も一括して行われる。このため、チャネル層に関わる電気的特性(例えば、 $V_{th}$ )のばらつきが極めて少ない。LEDの駆動はその輝度のばらつきを抑えるため、薄膜トランジスタの $V_{th}$ のばらつきを小さい範囲に抑える必要がある。ただし、上述したように、IGZOと称される酸化物半導体は、結晶化による信頼性を確保するため、400 から700 の温度範囲(高温アニール)で熱処理を行うことが多い。液晶表示装置等の製造工程では、この熱処理のときに、チタン及び銅の相互拡散が発生し、銅配線の導電率が大幅に悪化することが多い。酸化物半導体は、180 ~ 340 の温度範囲での低温アニールも可能な酸化インジウムと酸化アンチモンの2種酸化物を中心とする複合酸化物の酸化物半導体が、銅の拡散を抑制する観点で、より好ましい。

20

#### 【0129】

また、酸化物半導体で形成されたチャネル層を備える薄膜トランジスタはリーク電流が極めて少ないために、走査信号や映像信号の入力の後の安定性が高い。ポリシリコン半導体で形成されたチャネル層を備える薄膜トランジスタは、酸化物半導体のトランジスタと比較して2桁以上リーク電流が大きい。このリーク電流が少ないことは、高精度のタッチセンシングに寄与するため、好ましい。

30

#### 【0130】

酸化物半導体は、主材として酸化インジウム及び酸化アンチモンを含有する複合酸化物である。酸化インジウム及び酸化アンチモンのみの組成で酸化物半導体が形成されてもよいが、このような組成を有する酸化物半導体では酸素欠損が生じやすい。酸化物半導体の酸素欠損を減らすため、酸化状態の安定剤として、さらに、酸化ジルコニウム、酸化ハフニウム、酸化スカンジウム、酸化イットリウム、酸化ランタン、酸化セリウム、酸化ネオジム、酸化サマリウム、酸化ガリウム、酸化チタン、酸化マグネシウムを酸化物半導体に添加することが好ましい。

40

なお、上述した図10に示す薄膜トランジスタは、後述する第2実施形態に係る電子機器(図22参照)に適用することもできる。

#### 【0131】

(アンテナユニット)

次に、図12から図15を用いて、電子機器E1を構成するアンテナユニット110、120、130、140の構成を説明する。

図12は、電子機器E1を構成する第1基板1の第2面42に形成された第1アンテナ

50

ユニット 110 を拡大して示す部分平面図であり、第 1 アンテナユニット 110 を構成する 2 組のループアンテナのうち片方のループアンテナを示す図である。

図 13 は、電子機器 E1 を構成する第 1 基板 1 の第 2 面 42 に形成された第 1 アンテナユニット 110 を拡大して示す図であって、図 12 の C - C' 線に沿う第 1 アンテナユニット 110 を示す断面図である。

図 14 は、電子機器 E1 を構成する第 1 基板 1 の第 2 面 42 に形成された第 1 アンテナユニット 110 のアンテナ対と、第 2 基板の第 3 面に形成された第 2 アンテナユニット 120 のアンテナ対との重なりを示す斜視図である。

図 15 は、小径ループアンテナの周囲を導体で囲った場合において渦電流の発生を説明するための説明図である。

10

#### 【0132】

第 1 アンテナユニット 110 は、2 つのアンテナ対 111、112 を備える。第 2 アンテナユニット 120 は、2 つのアンテナ対 113、114 を備える。第 3 アンテナユニット 130 は、2 つのアンテナ対 115、116 を備える。第 4 アンテナユニット 140 は、2 つのアンテナ対 117、118 を備える。

#### 【0133】

以下の説明では、第 1 アンテナユニット 110、第 2 アンテナユニット 120、第 3 アンテナユニット 130、及び第 4 アンテナユニット 140 のうち、代表として、第 1 アンテナユニット 110 を構成する 2 組のアンテナ対 111、112 のうち、アンテナ対 111 の構造について説明するが、他のアンテナユニットにおいても、同様の構造を採用することが

20

ことができる。また、図 14 においては、代表として、第 1 アンテナユニット 110 のアンテナ対 111 と、第 2 アンテナユニット 120 のアンテナ対 115 との重なりについて説明するが、第 1 アンテナユニット 110 のアンテナ対 112 と、第 2 アンテナユニット 120 のアンテナ対 116 との重なり、及び、第 3 アンテナユニット 130 のアンテナ対 113、114 と、第 4 アンテナユニット 140 のアンテナ対 117、118 との重なりについても、同様の構造を採用することができる。また、以下の説明では、単に「アンテナユニット」と称する場合がある。

#### 【0134】

図 12 に示すように、アンテナ対 111 は、巻き数が 2 以上で、かつ、巻き方向が互いに逆である、一対の小径ループアンテナ 164、165 で構成されている。逆巻きの小径ループアンテナ 164、165 は、中心線 166 に対し、線対称のアンテナパターンを有する。

30

小径ループアンテナ 164 は、上述した導電配線と同じ積層構造を有する、ループ配線 141 及び引き出し線 143 を有する。ループ配線 141 は、接続用パッド 60 を介して、引き出し線 143 と電氣的に接続されている。

同様に、小径ループアンテナ 165 は、上述した導電配線と同じ積層構造を有する、ループ配線 142 及び引き出し線 144 を有する。ループ配線 142 は、接続用パッド 61 を介して、引き出し線 144 と電氣的に接続されている。

さらに、後述するように、本発明の実施形態に係るアンテナユニットにおいては、小径ループアンテナ 164、165 を囲うように略 U 字形状の導電パターン 148 (137、138) が形成されている。

40

#### 【0135】

アンテナを形成する導電配線の構造としては、上述した銅合金層を導電性金属酸化物層で挟持する 3 層構成の導電配線を用いることができる。例えば、第 1 アンテナユニット 110 は、第 1 導電配線 21 (あるいは第 2 導電配線 22) と同じレイヤで同じ工程で形成することができる。第 3 アンテナユニット 130 は、ソース配線 66 (あるいはゲート配線 69) と同じレイヤで同じ工程で形成することができる。上記導電配線は、銅や銅合金とチタンなど高融点金属との 2 層以上の多層構成であってもよい。

#### 【0136】

50

具体的に、図 1 3 に示すように、第 1 アンテナユニット 1 1 0 の場合では、第 4 絶縁層 3 7 上に、第 1 導電配線 2 1 (ゲート電極 1 5 5 等)、ループ配線 1 4 1、1 4 2、及び導電パターン 1 4 8 が同時にパターンニングされている。また、ループ配線 1 4 1、1 4 2 を覆うように第 5 絶縁層 3 8 が形成された後、接続用パッド 6 0、6 1 の位置にコンタクトホールが形成される。第 5 絶縁層 3 8 上に、第 2 導電配線 2 2 (ドレイン電極 1 5 6、ソース電極 1 5 4 等)と引き出し線 1 4 3、1 4 4 とが同時にパターンニングされている。これにより、引き出し線 1 4 3、1 4 4 の各々は、接続用パッド 6 0、6 1 を介して、ループ配線 1 4 1、1 4 2 と電氣的に接続される。

#### 【0137】

本発明の実施形態に係る「アンテナユニット」とは、信号の送受信や電力の受電あるいは給電等の目的で、同一面上に、互いに逆向き方向に巻かれた、小径ループアンテナを交互に 2 以上隣接させた構成を意味する。ここで、「信号」は、タッチセンシングに係る信号、表示機能層の映像表示に係る信号などの通信に係る信号を意味する。アンテナユニットの構成として、ループ(同一平面に形成されたコイル状、あるいは螺旋状の平面パターン)形状のアンテナ構造が採用される場合、互いに逆向き方向に巻かれた 2 つのアンテナ(ループアンテナ)を隣接させた構成が、通信の安定性確保の観点で好ましい。

#### 【0138】

逆向き方向に巻かれたアンテナを交互に 2 以上隣接させて、そのうち 1 組のアンテナを選択して用いることも可能である。以下、アンテナユニットにおけるループ形状のパターンを有するループアンテナを「小径ループアンテナ」と呼称する。従って、上記「アンテナユニット」における「アンテナ」は、小径ループアンテナと置き換えてもよい。なお、小径ループアンテナの“小径”は、図 7 に示すループアンテナ 1 2 8 より小さいサイズを意味するが、本発明は、ループアンテナのサイズを限定しない。

#### 【0139】

次に、図 1 4 に示すように、巻き方向が互いに同じである小径ループアンテナ 1 6 4 A、1 6 4 B の位置が整合されて重なるように、かつ、巻き方向が互いに同じである小径ループアンテナ 1 6 5 A、1 6 5 B の位置が整合されて重なるように、第 1 アンテナユニット 1 1 0 のアンテナ対 1 1 1 及び第 2 アンテナユニット 1 2 0 のアンテナ対 1 1 5 は、重なっている(重畳部 1 7 0)。

#### 【0140】

重畳部 1 7 0 において、アンテナを形成する導電配線の線幅が例えば、1  $\mu\text{m}$  から 5 0  $\mu\text{m}$  といった細い線幅であること、及び、狭い額縁領域 7 2 内にアンテナユニットを収める必要があることから、アンテナの位置精度は、 $\pm 3 \mu\text{m}$  以内の精度が好ましい。位置整合の精度が高くなると、信号の送信や受信を効率の良く行うことが可能となる。2 以上の小径ループアンテナを並列に接続することで、アンテナの小型化と低インピーダンス化、及び非接触データ転送の高速化が可能となる。なお、図 1 2 ~ 図 1 4 においては、第 1 アンテナユニット 1 1 0 と第 2 アンテナユニット 1 2 0 との間の共振回路、及び、第 3 アンテナユニット 1 3 0 と第 4 アンテナユニット 1 4 0 との間の共振回路を形成するためのコンデンサや他の部品の図示は省略されている。

#### 【0141】

第 1 アンテナユニット 1 1 0、第 2 アンテナユニット 1 2 0、第 3 アンテナユニット 1 3 0、及び第 4 アンテナユニット 1 4 0 の各々は、逆巻きの小径ループアンテナが一对となって構成されたアンテナ対で構成されている。逆巻きの小径ループアンテナの磁界の発生方向が逆方向となることで、ノイズ発生が少ない、安定した送受信が可能となる。換言すれば、互いに逆巻きの 2 つの小径ループアンテナにおいては、互いに異なる方向に形成される磁界により、外部磁界の遮蔽効果が得られ、外部ノイズの影響を低減できる。図 1 2 に示すアンテナユニットは、逆巻きの小径ループアンテナ 1 6 4、1 6 5 は、中心線 1 6 6 に対し、線対称のアンテナパターンを有するため、外部磁界によるノイズを打ち消し、遮蔽効果を増長する。

#### 【0142】

ループアンテナもしくは小径ループアンテナの巻き数は、2以上、あるいは3以上が好ましい。例えば、アンテナの外形が10mm以下と小さいサイズの場合、巻き線数を3以上20以下とすることができる。第1実施形態での巻き数は、3巻とした。ここで、巻き数が2以上のループアンテナの平面視形状は、同一平面上で回転するに従い中心に近づく曲線となる。線間がほぼ等間隔となるアルキメデスの螺旋を典型的に例示できる。上記ループアンテナの形状は、後述する平面実装可能なスパイラル状アンテナと同義である。

#### 【0143】

一般に、RFIDに代表されるループアンテナは、長い通信距離を得るため、次の3点が必要である。

(a) 巻き数を増やすこと

10

(b) 例えば、13.56MHz等の周波数を前提にカードサイズ等の大きなアンテナ径を確保すること

(c) 導電配線の導電率を確保すること等

ここで、アンテナ径とは、アンテナの平面視において、長軸と短軸との平均値を目安としている。その一方、本発明の実施形態に係る小径ループアンテナの通信距離は、有機EL層に用いる封止層の厚みや液晶層の厚み、或いは、ガラスなどの基板の厚みを考慮して設定すればよい。例えば、その距離は、1 $\mu$ m~10000 $\mu$ m程度の短い距離でよい。ため、上述した制限は、殆どなくなる。換言すれば、本発明の実施形態に係る小径ループアンテナの通信距離は、一般的なRFIDと異なり1 $\mu$ mから10000 $\mu$ m程度の短い距離でよい。ため、表示機能層等の駆動回路へのノイズ影響を極めて小さくすることができる。本発明の実施形態に係る小径ループアンテナの遠方放射強度は小さく、通常のアンテナの共振周波数の法的制限を殆ど受けない。

20

#### 【0144】

ループアンテナや小径ループアンテナは、同一面に、巻き方向が互いに異なるアンテナ(ループアンテナあるいは小径ループアンテナ)を交互に、かつ、並列するパターンで2個以上、複数個配設できる。複数個、並列させることでアンテナのインピーダンスを低下させることができる。

#### 【0145】

本発明の実施形態に係る小径ループアンテナの共振周波数は、例えば、タッチセンシング駆動周波数のn倍(nは1以上の整数)としてタッチセンシングに都合のよい周波数を選択できる。

30

#### 【0146】

逆に、表示機能層等の駆動回路、100Vや220Vの外部電源等から受けるノイズの影響を減らすため、図12や図14に示す略U字形の導電パターン137、138で小径ループアンテナ164、165を平面的に囲うことが望ましい。なお、逆巻きの小径ループアンテナ164、165をアンテナの対と呼称することがある。

#### 【0147】

導電パターンの形状として、例えば、図15に示すような電氣的に閉じた形状W(電氣的につながった形状)を採用する場合、小径ループアンテナを流れる電流とは逆向きに流れる電流Eが導電パターンに流れてしまい、小径ループアンテナの効率を低下させてしまう。このため、導電パターン137、138の形状としては、環状の導電パターンでアンテナあるいはアンテナの対を囲うのではなく、略U字形の導電パターンによりアンテナの対(小径ループアンテナの対)の周囲を部分的に囲うことが好ましい。導電パターン137、138は、表示装置の筐体等に接地してもよい。

40

#### 【0148】

導電パターン137、138の構造としては、上述したように、第1導電性金属酸化物質層と第2導電性金属酸化物質層とによって銅層あるいは銅合金層が挟持された構成が好ましい。

導電パターン137、138には熱伝導性の良い金属を用いることができ、小径ループアンテナに発生する熱の放散効果(放熱フィンの役割)を付与することができる。

50

## 【 0 1 4 9 】

例えば、小径ループアンテナ 1 6 4、1 6 5 の各々は、平面視において、逆巻き方向のアンテナの対とすることができる。逆巻きとは、図 1 2 に示される上下の配置（あるいは左右の配置）の小径ループアンテナ 1 6 4、1 6 5 が、中心線 1 6 6 にて平面視において、線対称となる巻き方向と定義できる。互いに隣接するとともに互いに巻き方向が異なる 2 つの小径ループアンテナは、電力（あるいは信号）印加時に、互いに逆方向の磁界を形成する。換言すれば、互いに隣接するとともに互いに巻き方向が異なる 2 つの小径ループアンテナには、互いに逆の回転方向の電流が流れる。なお、互いに逆巻きの 2 つの小径ループアンテナで構成されるアンテナ対の数（組数）は、1 つに限定されず、一つのアンテナユニットに複数のアンテナ対が設けられてもよい。例えば、逆巻きのアンテナを交互に、かつ、電氣的に並列に並べることによって、アンテナユニットのインピーダンスを下げる  
10

## 【 0 1 5 0 】

第 1 アンテナユニット 1 1 0 のアンテナ対 1 1 1 と第 2 アンテナユニット 1 2 0 のアンテナ対 1 1 5 との重なり部である重畳部 1 7 0 では、例えば、システム制御部 3 0 から出力されるタッチ駆動信号の受信、あるいは、タッチ検知スイッチング回路 1 9 からタッチ信号送受信制御部 2 0 を経て出力されるタッチ検出信号のシステム制御部 3 0 への送信が行われる。タッチ駆動信号は、タッチ駆動制御部 1 7 を経てタッチ駆動スイッチング回路 1 8 を駆動する。換言すれば、第 1 アンテナユニット 1 1 0 のアンテナ対 1 1 1 と第 2  
20

## 【 0 1 5 1 】

第 1 アンテナユニット 1 1 0 のアンテナ対 1 1 2 と第 2 アンテナユニット 1 2 0 のアンテナ対 1 1 6 との重なり部（重畳部）では、例えば、システム制御部 3 0 を介して二次電池 1 2 4 から供給される電力を受電する。換言すれば、第 1 アンテナユニット 1 1 0 のアンテナ対 1 1 1 と第 2 アンテナユニット 1 2 0 のアンテナ対 1 1 5 との重畳部は、電力信号の供給及び受電の機能を有する。

## 【 0 1 5 2 】

なお、第 1 アンテナユニット 1 1 0 の一方のアンテナ対と第 2 アンテナユニット 1 2 0 の一方のアンテナ対との重なり部の役割と、第 1 アンテナユニット 1 1 0 の他方のアンテナ対と第 2 アンテナユニット 1 2 0 の他方のアンテナ対との重なり部の役割は、入れ替えることができる。なお、共振のためのキャパシタは、図示を省略している。  
30

## 【 0 1 5 3 】

本発明の第 1 実施形態に係る電子機器 E 1 は、アンテナユニットを用いて、タッチセンシングに係る信号の送受信、タッチセンシングに必要な電力の供給及び受電、表示機能層の駆動に係る信号の送受信、及び表示機能層の駆動に必要な電力の供給及び受電を、非接触で行うことができる。

加えて、第 3 基板 3 に設けられたループアンテナ 1 2 8 を用いて、電子機器 E 1 の外部との通信、及び、外部電源から電子機器 E 1 への給電を行うことができる。

従って、従来の F P C（フレキシブルプリント基板）を用いた実装構造を、第 1 基板、第 2 基板、及び第 3 基板の各々において、省くことができる。更に、表示装置として額縁領域 7 2 の幅を小さくすることができ、かつ、電子機器の組み立てが極めて簡便となる。  
40

## 【 0 1 5 4 】

（磁性体層）

図 7 及び図 8 に示すように、磁性体層 1 3 1 は、第 5 面 4 5 上に設けられている。例えば、二次電池 1 2 4 であるリチウム電池のパッケージ（二次電池ケーシング）などにラミネートされている金属層がループアンテナ 1 2 8 の近くに配置されている場合に、磁性体層 1 3 1 は、アンテナ効率を改善する目的で用いることができる。

## 【 0 1 5 5 】

図 1 6 は、ループアンテナ 1 2 8 と対向する位置に金属層 1 3 4 が配置されている場合  
50

の説明図であって、不要ふく射波による磁束ループの歪みを模式的に示す図である。

充電台であるクレードル 150 や、RF-ID のリーダライタが動作して、ループアンテナ 128 に磁界（磁束ループ）が形成される時に、磁界を打ち消す方向に金属層 134 に渦電流が発生し、同時の反磁界が形成される。このため、ループアンテナ 128 の磁束ループに歪みを生じ、アンテナの効率を低下させてしまう。なお、図 16 に示す金属層 134 は、例えば、リチウム電池などの樹脂でラミネートされた金属パッケージや固体リチウム電池などの導電層を意味する。

【0156】

図 17 は、金属層 134 とループアンテナ 128 との間に磁性体層 131 が配置された場合における磁束ループ形状を説明するための図である。

10

図 17 に示すように、金属層 134 とループアンテナ 128 の間に磁性体層 131 を挿入することで、磁束ループ形状が保たれ、アンテナ効率を高めることができる。

【0157】

磁性体層 131 に適用可能な構造及び材料としては、Ni-Zn フェライト、Mn-Zn フェライト、Fe-Si 系のアモルファス材料、Fe-Ni 系のパーマロイなどの材料を、合成樹脂やゴムなど中に分散あるいは配向させたシートを所望の形状に加工した構造を用いることができる。あるいは、真空成膜法により、上記の材料で構成されるアモルファス膜を第 5 面 45 の表面に形成してもよい。アモルファス膜で形成された磁性体層は、二次電池を固体型のリチウム電池に適用する場合など、全固体型の電子機器として好適に用いることができる。

20

【0158】

（発光ダイオード素子の駆動）

図 18 は、薄膜トランジスタを用いた発光ダイオード素子を駆動する代表的な回路図である。本発明の第 1 実施形態では発光ダイオード素子として、LED あるいは有機 EL を例示している。複数の画素 PX はマトリクス状に配置されている。以下、画素 PX を画素開口部 PX と記載することがある。

【0159】

図 18 においては、複数の画素 PX が模式的に示されており、各画素 PX は、映像の信号線であるソース配線 66 と、走査線であるゲート配線 69 とで区画された画素開口部 PX である。第 1 導電配線 21 とゲート配線 69 は平行に X 方向に延在している。

30

【0160】

ソース配線 66 は、第 2 導電配線 22 と平行に Y 方向に延在している。平面視において、例えば、ソース配線 66 は第 2 導電配線 22 に平行であり、第 1 導電配線 21 はゲート配線 69 と重畳している。第 2 薄膜トランジスタ 68 は、ソース電極 54 を介して第 1 電源線 51 と接続されている。第 1 電源線 51 は、発光素子 86 に電力を供給する電源線である。第 2 電源線 52 は、透明導電膜 76 及び補助導体 75 を介して、発光素子 86（発光ダイオード素子）を構成する上部電極 87 と接続されている。第 2 電源線 52 は、定電位に維持されており、例えば、グランド（筐体等）に接地してもよい。なお、第 1 導電配線 21 と第 2 導電配線 22 とは、90 度向きを代えた構成としてもよい。補助導体 75 は、導電性良好な金属配線を用いることができ、画素開口部（画素 PX）を避け、平面視において、第 1 導電配線 21 や第 2 導電配線 22 と重畳する位置に形成できる。図 9 に示す補助導体 75 は、導電性金属酸化物と銅合金と導電性金属酸化物の積層構成としている。補助導体 75 の構成の一部に熱伝導性の高い銅や銅合金を用いることで、発光ダイオード素子の熱放散を助け、安定した発光を得ることができる。

40

【0161】

図 18 に示すように、ソース配線 66 とゲート配線 69 とで区画される画素 PX（画素開口部）内には、第 1 薄膜トランジスタ 67、第 2 薄膜トランジスタ 68、発光素子 86（発光素子 CHIP に対応）、容量素子 79 などが配置されている。

【0162】

第 1 薄膜トランジスタ 67 は、ソース配線 66 とゲート配線 69 とに電氣的に連携され

50

ている。第2薄膜トランジスタ68は、第1薄膜トランジスタ67及び第1電源線51と電氣的に連携され、かつ、第1薄膜トランジスタ67からの信号を受けて垂直型発光ダイオードである発光素子86を駆動する。本実施形態では、第1薄膜トランジスタ67及び第2薄膜トランジスタ68を薄膜トランジスタ168と呼称することがある。薄膜トランジスタ168は、薄膜トランジスタアレイを構成する。

【0163】

図18は、第1電源線51を含めて、第2基板2の第2面43上に配設される主な電氣的要素を示す。マトリクス状に配列された複数の画素PXは、有効表示領域71を形成している。図18に示されている薄膜トランジスタ67、68以外に、さらに容量のリセット処理を行う薄膜トランジスタなどを、別途、スイッチング素子として、リセット信号線

10

【0164】

ゲート配線69はシフトレジスタを含む走査駆動回路82（ゲート信号スッチング回路、表示機能駆動部7）に接続され、ソース配線66はシフトレジスタ、ビデオライン、アナログスイッチを含むソース信号スイッチング回路に接続されている。ソース信号回路81及び走査駆動回路82は、表示制御部からの信号を受けて表示機能層である発光素子86を制御する。

【0165】

本実施形態では、第1電源線51及びソース配線66は、Y方向（第2方向）に延在しており、上述した第2導電配線22と平行である。また、ゲート配線69は、X方向（第1方向）に延在しており、上述した第1導電配線21と平行である。

20

なお、本発明の実施形態においては、上述した第1導電配線21、第2導電配線22、ソース配線66、ゲート配線69、及び電源配線の位置関係を限定しない。

【0166】

例えば、電源線51及びソース配線66は、第1導電配線21と平行であってもよい。一画素内での薄膜トランジスタ個数や、あるいは補助導体75の向きによって、透明導膜のパターンの向きを変えることもできる。

【0167】

複数の画素PXの各々においては、ゲート配線69からのゲート信号及びソース配線66からの映像信号を受けて第1薄膜トランジスタ67がオンとなると、画素に電力を供給する第2薄膜トランジスタ68のゲート電極55にオンの信号が入力される。第2薄膜トランジスタ68のチャネル層58を介して第1電源線51から発光素子86に電流が供給され、その電流量に応じて画素PX（発光素子86）が発光する。

30

【0168】

なお、スイッチングトランジスタである第1薄膜トランジスタ67からの信号（ドレイン電極からの出力）は、図示していないコンタクトホール及び第4導電層で形成されるゲート電極55に出力される。駆動トランジスタである第2薄膜トランジスタ68はゲート電極55からの信号を受け、第1電源線51から発光素子86に電源供給し、その電流量に応じて発光素子86が発光する。

40

【0169】

（第1実施形態の変形例）

上記実施形態では、発光素子CHIPとして赤色発光LED、緑色発光LED、青色発光LEDをマトリクス状に複数配置する構造を説明した。本発明は、上述した第1実施形態の構造に限定されない。例えば、後述する変形例を採用することもできる。

【0170】

発光素子CHIPとして青色発光ダイオードあるいは青紫色発光ダイオードを第2基板2に配設する。青色発光ダイオードあるいは青紫色発光ダイオードを配設した後、緑色画素に緑色蛍光体を積層し、赤色発光の画素に赤色蛍光体を積層する。これにより、第2基板2に無機LEDを簡便に形成することができる。このような蛍光体を用いる場合、青紫

50

色発光ダイオードから生じる光による励起によって、緑色蛍光体及び赤色蛍光体の各々から緑色発光及び赤色発光を得ることができる。

【0171】

発光素子CHIPとして紫外発光ダイオードを第2基板2に配設してもよい。さらに、青色画素に青色蛍光体を積層し、緑色画素に緑色蛍光体を積層し、赤色画素に赤色蛍光体を積層する。このような蛍光体を用いる場合、例えば、印刷法等の簡便な手法で、緑色画素、赤色画素、あるいは青色画素を形成することができる。これらの画素は、各々の色の発光効率や色バランスの観点から、画素の大きさあるいは、一画素に配置する発光素子CHIPの個数や面積を調整することは望ましい。

【0172】

一般にLED素子は、サファイア基板等を用いた製造工程において、サファイア基板面内のバラツキから発光素子の発光ピーク波長が均一とならないことがある。また、製造ロットによっても発光ピーク波長の不均一さや、結晶軸の微妙なズレ等の発光の不均一さを生じることがある。結晶軸や結晶成長のバラツキは、発光素子の発光層から出射される光の偏りとなり、表示装置として視野角特性の偏りとなることがある。こうしたバラツキを均一化するために、一画素に同色の発光素子を複数個、配設することも可能である。

【0173】

なお、発光素子CHIPがマトリクス状に配設した第2基板2の検査においては、近紫外発光LED、紫色発光LED、あるいは青色発光LEDを光源として用い、この光源からの発光を第2基板2に照射し、LED（発光素子CHIP）の励起発光を利用することができる。必要に応じ、この光源に予め、ラムダコンバーターを組み込み、発光素子CHIPとして赤色発光LED、緑色発光LED、及び青色発光LEDの各々からの励起発光を観察、不良チップの検査に利用してもよい。励起発光を利用する検査で、発光素子CHIPの発光不良、欠けなどの外観チェックなどを行うことができる。

【0174】

（薄膜トランジスタによる回路形成）

上述した実施形態においては、導電性金属酸化物層あるいは酸化物半導体の膜を所望のパターンに形成することで抵抗素子を形成することができる。また、第2基板2上にポリシリコン半導体をチャンネル層とする薄膜トランジスタ（アクティブ素子）のマトリクスを形成した後、絶縁層にスルーホールを形成し、スルーホールを介して、前記チャンネル層として酸化物半導体を用いた薄膜トランジスタ（アクティブ素子）のマトリクスを積層することができる。ポリシリコン半導体をチャンネル層とする薄膜トランジスタのマトリクス上に、さらに、酸化物半導体を用いた薄膜トランジスタのマトリクスを積層する2階建て構成では、例えば、ポリシリコン薄膜トランジスタのゲート配線やゲート電極のレイヤと、酸化物半導体薄膜トランジスタのソース配線、ソース電極、ドレイン電極のそれぞれ配線層とを、同じ材料、同じ構成、同じレイヤとして共通した層でそれぞれパターン形成できる。

【0175】

抵抗素子やn型の薄膜トランジスタを用いた周知の技術で、インバーター回路やSRAMを構成することができる。同様、ROM回路、NAND回路、NOR回路、フリップフロップ、シフトレジスタ等の論理回路を構成することができる。酸化物半導体は、漏れ電流が極めて少ないため、低消費電力の回路を形成することができる。また、シリコン半導体にはないメモリー性（電圧保持性）を有するため、良好なメモリー素子を提供することができる。あるいは、第2基板2において、ポリシリコン半導体をチャンネル層とするアクティブ素子のマトリクスを1層目に形成し、チャンネル層として酸化物半導体を用いたアクティブ素子のマトリクスを2層目に形成する積層構成にて、上記メモリーや論理回路を形成することもできる。必要に応じ、チャンネル層をポリシリコン半導体やアモルファスシリコン半導体で形成することもできる。

上記の技術により、第1基板1の第2面や第2基板2の第3面に、スイッチング素子を含む回路形成ができる。

10

20

30

40

50



## 【 0 1 7 6 】

## ( 第 2 実施形態 )

以下、図面を参照しながら本発明の第 2 実施形態について説明する。

第 2 実施形態においては、第 1 実施形態と同一部材には同一符号を付して、その説明は省略または簡略化する。

## 【 0 1 7 7 】

図 1 9 は、本発明の第 2 実施形態に係る電子機器 E 2 を示す断面図である。

図 2 0 は、電子機器 E 2 が備える第 3 基板を示す平面図である。

図 2 1 は、電子機器 E 2 を部分的に示す断面図であって、図 1 9 の符号 D で示された領域を示す拡大図であり、X 方向に沿う図である。なお、図 2 1 では、ブラックマトリクス B M が省略されている。

10

図 2 2 は、電子機器 E 2 が備える第 2 基板を部分的に示す拡大図であって、第 2 薄膜トランジスタを部分的に示す断面図であり、X 方向に沿う図である。

## 【 0 1 7 8 】

電子機器 E 2 は、有機 E L を備えた表示部を有する。具体的に、電子機器 E 2 においては、複数のバンク 9 4 間に位置する画素開口部 9 7 に、表示機能層 6 として、有機 E L 発光層が形成されている。なお、図 1 9 では、第 3 基板 3 や第 3 基板 3 に付随するループアンテナや二次電池などの図示が省略されている。第 2 実施形態において、第 1 基板 1 の第 2 面 4 2 上に設けられたタッチセンシング部 1 0 やこれを駆動するタッチ駆動スイッチング回路 1 8 などの回路は第 1 実施形態と同様である。また、第 2 実施形態において、第 2

20

## 【 0 1 7 9 】

第 1 基板 1 の第 2 面 4 2 上には、タッチ機能駆動部 4 が設けられており、第 2 基板 2 の第 3 面 4 3 上には有機 E L である表示機能層 6 等が設けられている。第 3 基板 3 の第 5 面 4 5 上には、ループアンテナ 1 2 8、磁性体層 1 3 1、二次電池 1 2 4、システム制御部 3 0 などが具備されている。薄膜トランジスタ 1 6 8 ( 第 1 薄膜トランジスタ 6 7 及び第 2 薄膜トランジスタ 6 8 ) は、図 1 8 及び図 2 2 を用いて後述する。

## 【 0 1 8 0 】

図 1 9 に示す電子機器 E 2 には、金属と樹脂など緩衝材で構成された縁取り 1 0 7 が設けられている。縁取りは、基板の角などの欠け、破損防止が目的である。図 2 0 は、ループアンテナ 1 2 8、二次電池 1 2 4、磁性体層 1 3 1 の平面視での配置を示す。第 1 実施形態とは異なり、第 2 実施形態では第 2 アンテナユニット 1 2 0 及び第 4 アンテナユニット 1 4 0 は、ループアンテナ 1 2 8 の外側に配置されている。

30

## 【 0 1 8 1 】

また、第 2 実施形態に係るアンテナユニットの導電パターン 2 4 8 は、第 1 実施形態の導電パターン 1 4 8 の配置を 1 8 0 ° 回転させたパターンを有する。具体的に、第 2 実施形態では、U 字形の導電パターンにおける Y 方向に延びる導体部分 ( X 方向に延びる 2 本の導体部分の端部を接続する導体部分 ) がループアンテナ 1 2 8 の近くに位置している。

40

これにより、小径ループアンテナ 1 6 4 ( 1 6 5 ) とループアンテナ 1 2 8 との間に導電パターンが配置された構造が得られている。このような配置を採用することによって、アンテナユニットを構成する導電配線に対するループアンテナ 1 2 8 の影響を低減することができる。

## 【 0 1 8 2 】

図 1 9 及び図 2 0 に示すように、磁性体層 1 3 1 は、ループアンテナ 1 2 8 を覆うように第 5 面 4 5 上に設けられている。例えば、二次電池 1 2 4 であるリチウム電池のパッケージ ( 二次電池ケーシング ) などにラミネートされている金属層 1 3 4 が、ループアンテナ 1 2 8 の近くに配置されている場合に、磁性体層 1 3 1 は、アンテナ効率を改善する目的で用いることができる。磁性体層 1 3 1 には開口部 1 3 2 が形成されており、開口部 1

50

32の内側に第2アンテナユニット120及び第4アンテナユニット140が配置されている。換言すると、第2アンテナユニット120及び第4アンテナユニット140は、磁性体層131で覆われていない。磁性体層131上には、二次電池124、システム制御部30が設けられている。

【0183】

ループアンテナ128、第2アンテナユニット120、及び第4アンテナユニット140の各々は、コンタクトホールやジャンパ線等（不図示）を介してシステム制御部30と電氣的に接続されている。なお、第1実施形態と同様に、第1アンテナユニット110及び第2アンテナユニット120の小径ループアンテナは平面視において重なっており、第2アンテナユニット120及び第4アンテナユニット140の小径ループアンテナは平面視において重なっている。

10

【0184】

図20に示すように、第3基板3に開口部Gを設け、CMOSカメラなどを具備させることも可能である。図21に示すように、電子機器E2は、透明樹脂である接着層108を介して第1基板1と第2基板2とを貼り合わせた有機EL（有機エレクトロルミネセンス）表示装置である。

【0185】

図22に示すように、第2基板2上に、薄膜トランジスタ168と、表示機能層6とが設けられている。表示機能層6は、発光層92及びホール注入層191など構成される有機ELであり、薄膜トランジスタ168はアクティブ素子として発光層92を駆動する。

20

【0186】

上述したように、本発明の実施形態に係る電子機器E2は、アンテナユニットを介して、第1基板1と第3基板3との間で、非接触で、タッチセンシングに係る信号の送受信、タッチセンシングに必要な電力の供給及び受電、を行うことができる。また、薄膜トランジスタアレイを備えた第2基板2と第3基板3との間で、アンテナユニットを介して、非接触で、表示機能層の駆動に係る信号の送受信、及び表示機能層の駆動に必要な電力の供給及び受電、を行うことができる。

加えて、第3基板3に設けられたループアンテナ128を用いて、電子機器E2の外部との通信、及び、外部電源から電子機器E2への給電を行うことができる。

【0187】

30

従来、第1基板1と第3基板3との間の電氣的接続、及び、第2基板2と第3基板3との間の電氣的接続においては、FPCコネクタを用いる煩雑な実装が行われていた。これに対し、電子機器E2は、非接触による信号の送受信を行う機能、及び、非接触による電力の供給及び受電を行う機能を備えるだけでなく、額縁領域72における一括シール構造、即ち、シール部36のみを形成することによる封止構造を採用することで、電子機器E2の構造を極めて簡素にすることができる。また、額縁領域72における縁取りにより、基板間の実装を簡単に実現できるという効果が得られる。一括シール構造が可能であるため、高いレベルの防水性が得られる。なお、シール部36のシーラントには、光硬化性や熱硬化性の樹脂などを適用することができる。

【0188】

40

なお、第1実施形態及び第2実施形態に係るループアンテナは、小径ループアンテナの大きさより大きなサイズで、互いに異なる巻き方向（逆巻き）のループアンテナを隣接させて配置してもよい。

なお、上述した実施形態に係る電子機器は、カバーガラスや円偏光板の使用を否定するものでなく、これらの部材を電子機器に用いてもよい。

【0189】

上述の実施形態に係る表示装置は、種々の応用が可能である。上述の実施形態に係る表示装置が適用可能な電子機器としては、携帯電話、携帯型ゲーム機器、携帯情報端末、パーソナルコンピュータ、電子書籍、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、ヘッドマウントディスプレイ、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオ、デジタルオ

50

ーディオプレイヤ等)、複写機、ファクシミリ、プリンター、プリンター複合機、自動販売機、現金自動預け入れ払い機(ATM)、個人認証機器、光通信機器等が挙げられる。上記の各実施形態は、自由に組み合わせて用いることができる。

#### 【0190】

本発明の好ましい実施形態を説明し、上記で説明してきたが、これらは本発明の例示的なものであり、限定するものとして考慮されるべきではないことを理解すべきである。追加、省略、置換、およびその他の変更は、本発明の範囲から逸脱することなく行うことができる。従って、本発明は、前述の説明によって限定されていると見なされるべきではなく、請求の範囲によって制限されている。

#### 【符号の説明】

10

#### 【0191】

- 1 第1基板
- 2 第2基板
- 3 第3基板
- 4 タッチ機能駆動部
- 5 タッチセンシング配線ユニット
- 6 表示機能層
- 7 表示機能駆動部
- 8 A 第1導電性金属酸化物層(導電性金属酸化物層)
- 8 B 銅合金層 20
- 8 C 第2導電性金属酸化物層(導電性金属酸化物層)
- 10 タッチセンシング部
- 13 第3絶縁層
- 15 電力受電部
- 16 電源制御部
- 17 タッチ駆動制御部
- 18 タッチ駆動スイッチング回路
- 19 タッチ検知スイッチング回路
- 20 タッチ信号送受信制御部
- 21 第1導電配線(導電配線) 30
- 22 第2導電配線(導電配線)
- 23 第1光吸収層(光吸収層)
- 24 第2光吸収層(光吸収層)
- 25 検波・AD変換部
- 26 ソース信号スイッチング回路
- 27 ゲート信号スイッチング回路
- 28 第2電力受電部
- 29 映像信号受信部
- 30 システム制御部
- 31、32 重畳部 40
- 34 導電性シールド層
- 34 A 第1導電性金属酸化物層(導電性金属酸化物層)
- 34 B 銅合金層
- 34 C 第2導電性金属酸化金属層(導電性金属酸化物層)
- 36 シール部
- 37 第4絶縁層
- 38 第5絶縁層(絶縁層)
- 39 第6絶縁層
- 40 表示部
- 41 第1面 50

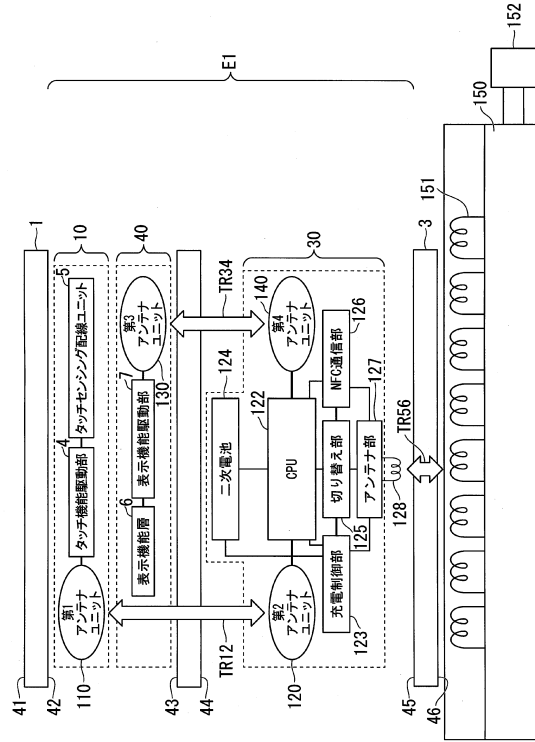
4 2	第 2 面	
4 3	第 3 面	
4 4	第 4 面	
4 5	第 5 面	
4 6	第 6 面	
4 7	第 4 絶縁層	
4 8	第 2 絶縁層	
4 9	第 1 絶縁層	
5 0、5 1	電源線	
5 1	第 1 電源線 (電源線)	10
5 2	第 2 電源線 (電源線)	
5 4	ソース電極	
5 5	ゲート電極	
5 6	ドレイン電極	
5 8	チャネル層	
5 9	第 2 電源制御部	
6 0、6 1	接続用パッド	
6 6	ソース配線	
6 7	第 1 薄膜トランジスタ (薄膜トランジスタ)	
6 8	第 2 薄膜トランジスタ (薄膜トランジスタ)	20
6 9	ゲート配線	
7 1	有効表示領域	
7 2	額縁領域 (額縁部)	
7 4	重なり部	
7 5	補助導体	
7 6	透明導電膜	
7 7	接合層	
7 8	上面	
7 9	容量素子	
8 1	ソース信号回路	30
8 2	走査駆動回路	
8 6	発光素子	
8 7	上部電極	
8 8	下部電極	
8 9	反射電極	
9 0	n 型半導体層	
9 1	p 型半導体層	
9 2	発光層	
9 3	コンタクトホール	
9 4	バンク	40
9 5	第 2 平坦化層	
9 6	第 1 平坦化層	
9 7	画素開口部	
1 0 8	接着層	
1 0 9	封止層	
1 1 0	第 1 アンテナユニット (アンテナユニット)	
1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 1 6、1 1 7、1 1 8	アンテナ対	
1 2 0	第 2 アンテナユニット (アンテナユニット)	
1 2 3	充電制御部	
1 2 4	二次電池	50

1 2 5	切り替え部	
1 2 6	N F C 通信部	
1 2 7	アンテナ部	
1 2 8	ループアンテナ	
1 3 0	第 3 アンテナユニット ( アンテナユニット )	
1 3 1	磁性体層	
1 3 2	開口部	
1 3 4	金属層	
1 3 7、1 3 8、1 4 8、2 4 8	導電パターン	
1 4 0	第 4 アンテナユニット ( アンテナユニット )	10
1 4 1、1 4 2	ループ配線	
1 4 3、1 4 4	引き出し線	
1 5 0	クレードル	
1 5 1	給電側アンテナ ( アンテナ )	
1 5 2	アダプタ	
1 5 3	第 3 薄膜トランジスタ	
1 5 4	ソース電極	
1 5 5	ゲート電極	
1 5 6	ドレイン電極	
1 5 7	ソース配線	20
1 5 8	チャネル層	
1 6 4、1 6 4 A、1 6 4 B、1 6 5、1 6 5 A、1 6 5 B	小径ループアンテナ	
1 6 6	中心線	
1 6 8	薄膜トランジスタ	
1 7 0	重畳部	
1 7 1	角部	
1 9 1	ホール注入層	
E 1、E 2	電子機器	
G	開口部	
P X	画素開口部 ( 画素 )	30

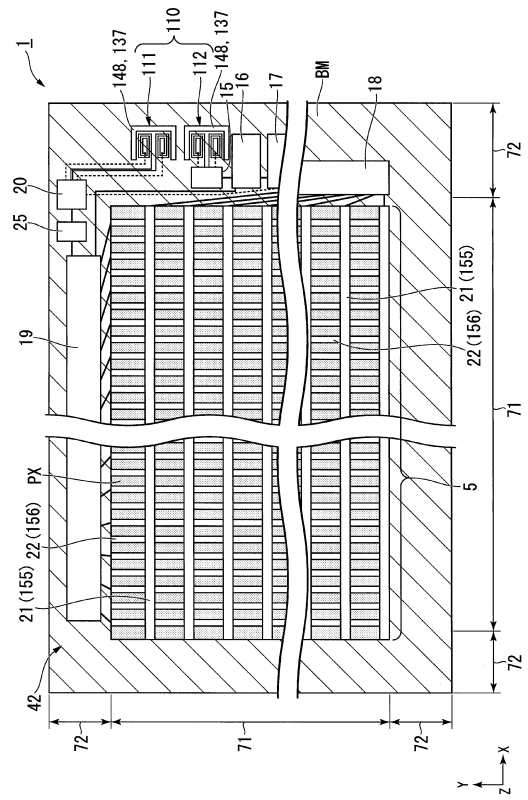
# 【要約】

本発明の電子機器は、観察方向から見た平面視において、表示領域と、前記表示領域の周囲に位置する額縁領域と、第 1 面と第 2 面を具備する第 1 基板と、第 3 面と第 4 面を具備する第 2 基板と、第 5 面と第 6 面を具備する第 3 基板と、タッチセンシング機能、表示機能、通信機能、及び非接触充電機能を制御する制御部と、を備える。前記観察方向から見て、前記第 1 基板、前記第 2 基板、及び前記第 3 基板はこの順で積層されている。前記第 1 基板は、可視域の光を透過し、静電容量方式のタッチセンシング配線ユニット及び第 1 アンテナユニットを含むタッチセンシング機能層を前記第 2 面に備える。前記第 2 面と前記第 3 面との間に、表示機能層が設けられている。前記第 2 基板は、前記表示機能層を駆動する薄膜トランジスタアレイ及び第 3 アンテナユニットを前記第 3 面に備える。前記第 3 基板は、少なくとも、前記電子機器の外部と内部との間の通信機能及び前記電子機器の外部からの非接触充電機能を行うループアンテナと、第 2 アンテナユニットと、第 4 アンテナユニットと、を前記第 5 面に備える。前記第 1 アンテナユニット及び前記第 2 アンテナユニットは、前記観察方向から見た平面視において重畳する。前記第 3 アンテナユニット及び前記第 4 アンテナユニットは、前記観察方向から見た平面視において重畳する。

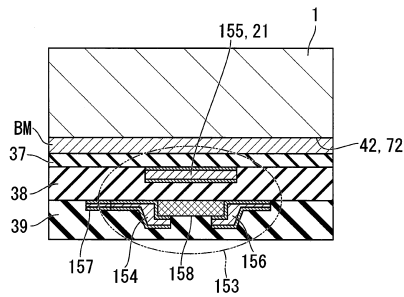
【図 1】



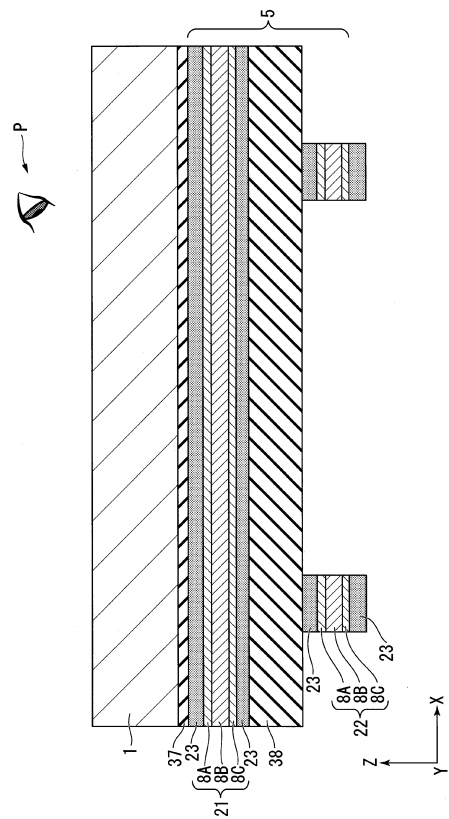
【図 2】



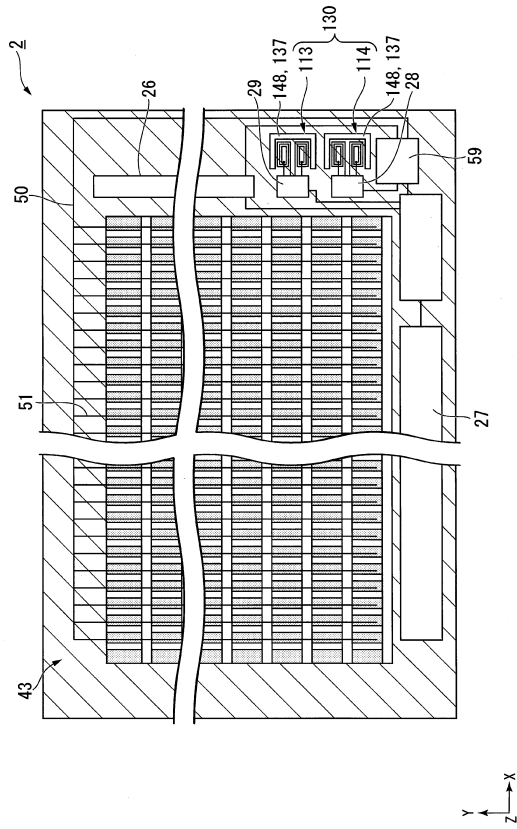
【図 3】



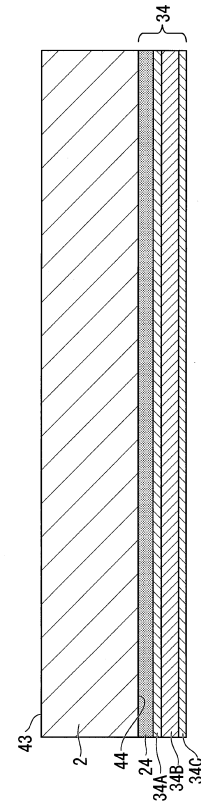
【図 4】



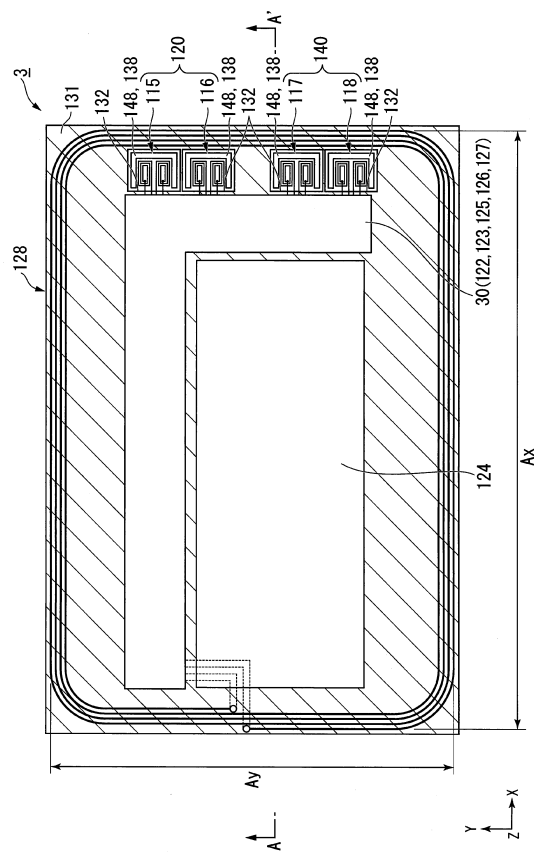
【図 5】



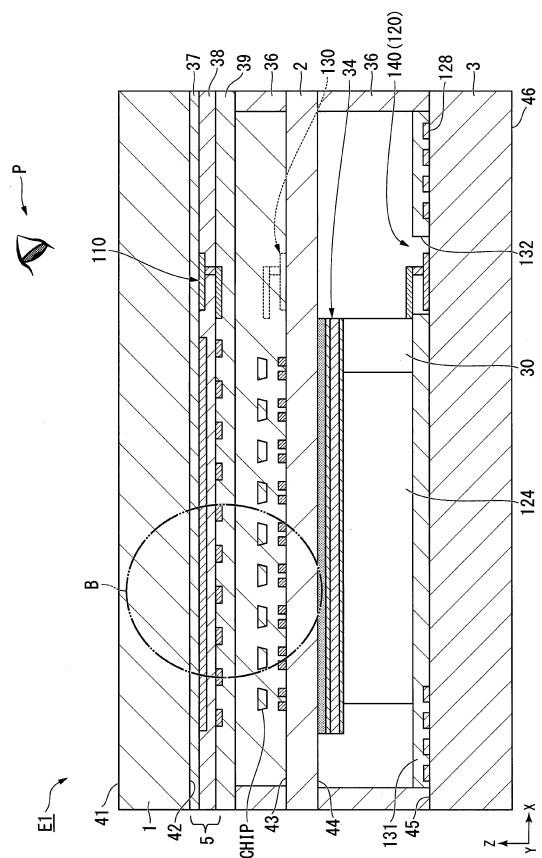
【図 6】



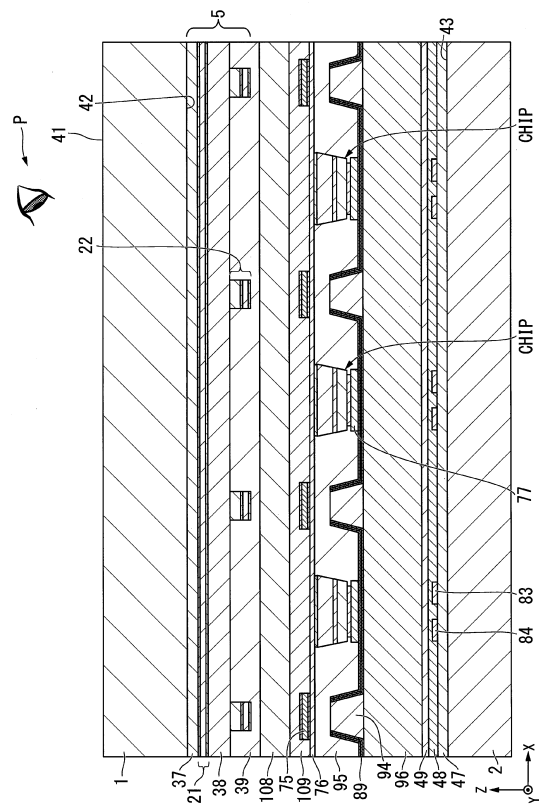
【図 7】



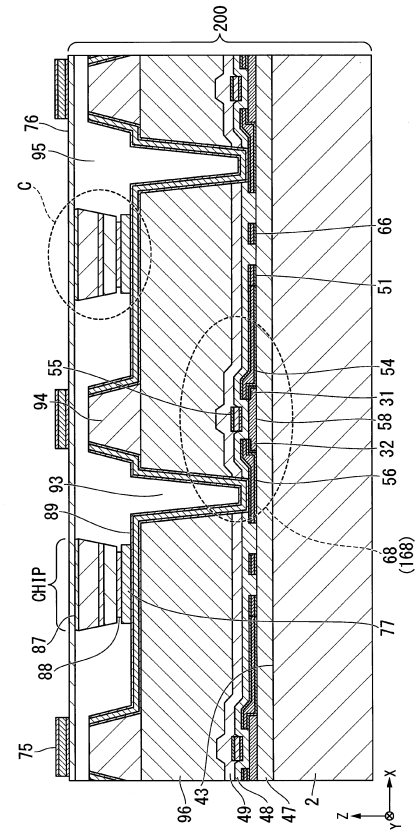
【図 8】



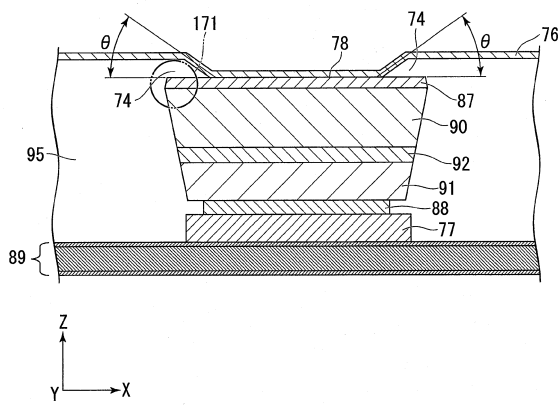
【図 9】



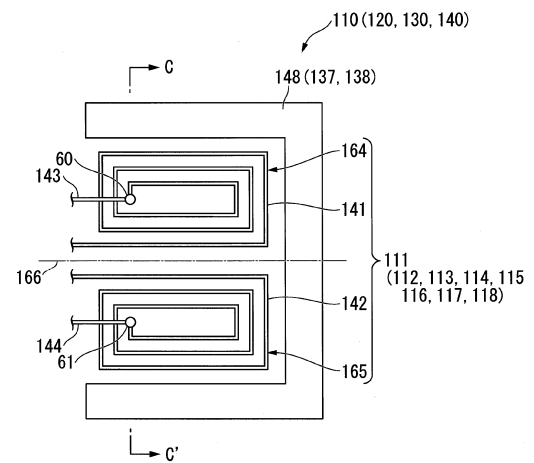
【図 10】



【図 11】

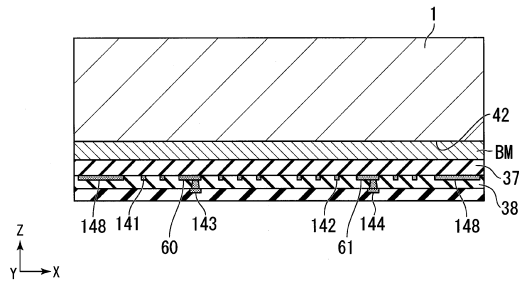


【図 12】

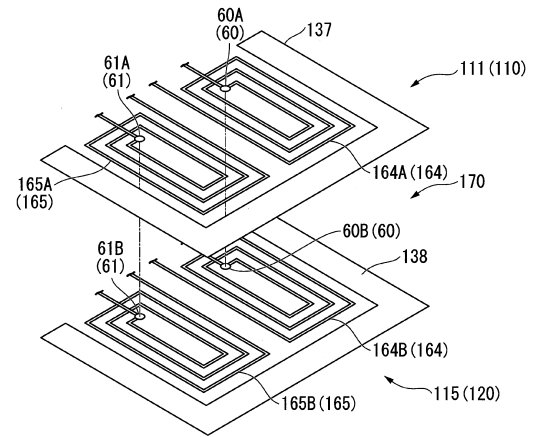




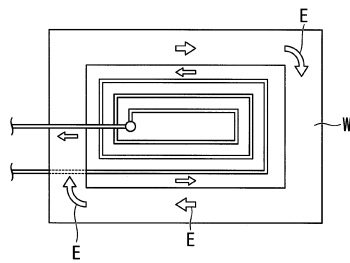
【図 13】



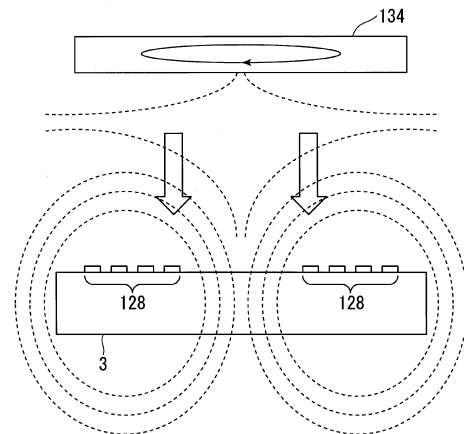
【図 14】



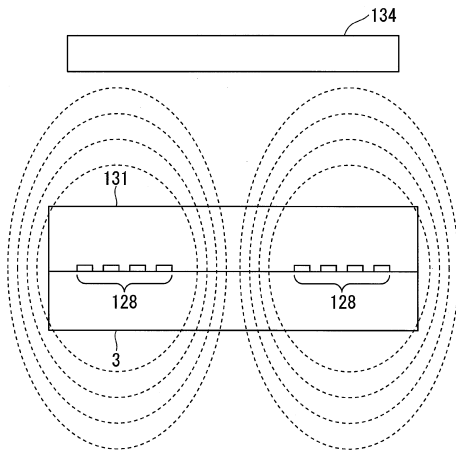
【図 15】



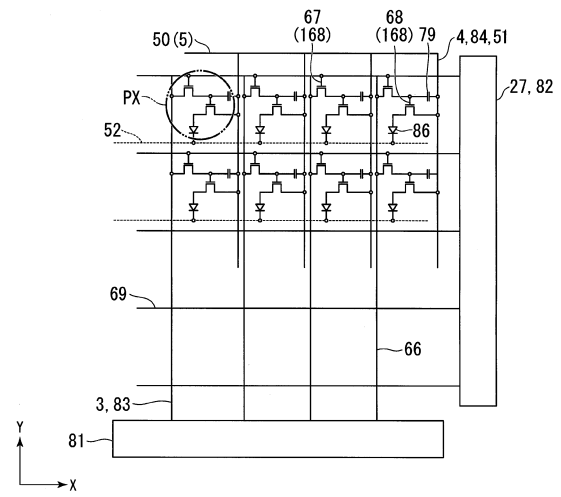
【図 16】



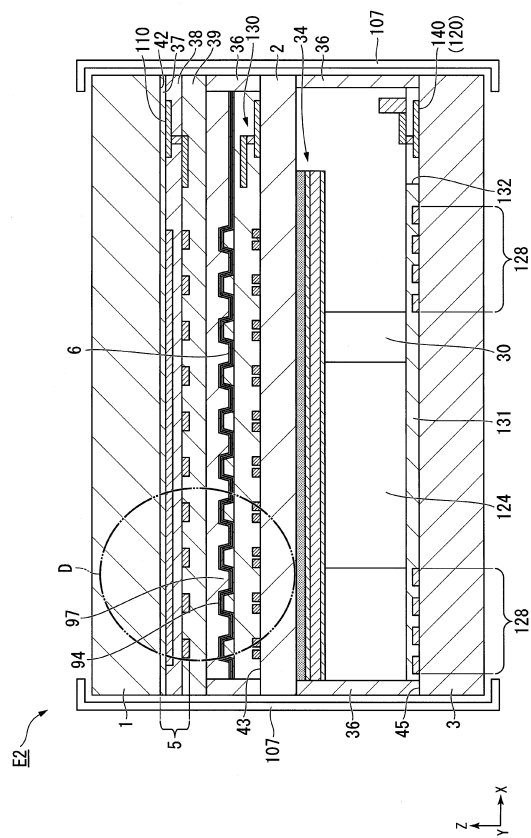
【図 17】



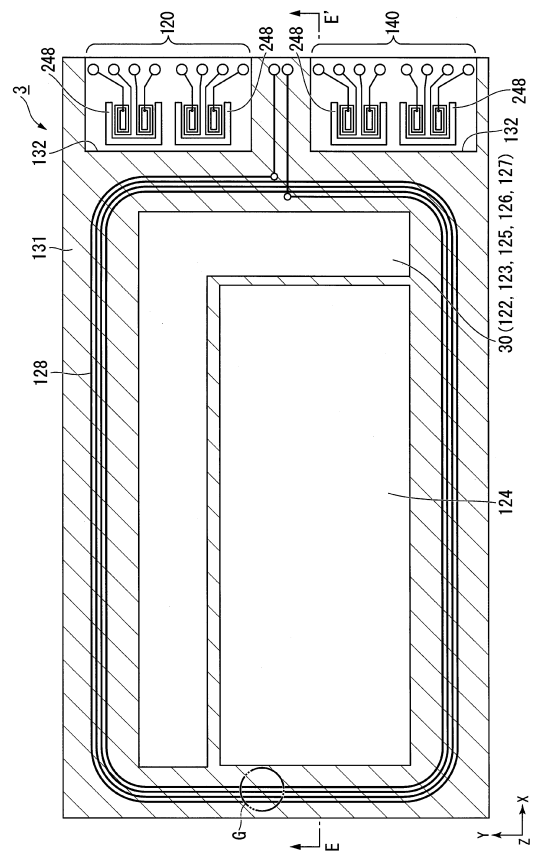
【図 18】



【図 19】



【図 20】





---

フロントページの続き

- (72)発明者 大中 希  
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内  
(72)発明者 福吉 健蔵  
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

審査官 白石 圭吾

- (56)参考文献 特開2014-071472(JP,A)  
特開2009-284657(JP,A)  
特許第6330975(JP,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 3/03; 3/041 - 3/047  
G06F 1/16 - 1/18  
G06F 1/26 - 1/32