

明 細 書

発明の名称 : 電子機器

技術分野

[0001] 本発明は、電子機器に関し、特に、タッチパネル表示装置を備える電子機器に関する。

背景技術

[0002] 近年、タッチパネル表示装置を搭載したスマートフォンやデジタルオーディオプレイヤー、あるいは、携帯ゲーム機、タブレット型端末などが広く利用されている。タッチパネルを用いることで、画面を通して、より直観的な入力を行うことが可能になる。また、タッチパネルを用いれば、電子機器に設ける物理的なボタンの数を少なくできるという利点も得られる。このため、タッチパネルは、特に、携帯性を有する種々の小型電子機器の入力装置として今後とも有力であると考えられる。

[0003] タッチパネルを備えるスマートフォンの利用者の数は、年々増加の一途をたどっている。このような状況のもと、片手でスマートフォンを持ちながら、タッチパネルを操作する機会が増えている。片手でスマートフォンを操作する場合、掌や中指、薬指などで本体を支持しながら、親指を使ってタッチパネルを操作することが多い。

[0004] なお、本明細書において、「タッチパネル」の語は、表示装置上に設けられた位置入力装置（タッチセンサまたはタッチパッドなどと呼ばれることもある）単体であって、表示装置を含まないものを指すことがある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平9－322279号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] スマートフォンを片手で操作できれば便利であるが、片手操作を続けると

手に疲労がたまってくる。タッチパネルを親指で操作する際に、支点となるCM関節（carpometacarpal joint：親指の付け根辺り、手首寄りの関節）と、タッチパネル操作点との間の距離が変わるので、他の関節を曲げたり、持ちかえたりすることが疲労の要因となるからである。

[0007] また、スマートフォンにおけるタッチパネルの操作面は、表示面とともに大面積化してきており、操作面上に親指が届きにくい領域も出てきている。このため、特に手のサイズが小さい人々にとって片手では操作しづらくなってきており、操作時に手にかかる負担も大きい。したがって、操作疲れが生じにくいタッチパネルの構造が求められていた。

[0008] また、親指で画面上の遠いところをタッチしようとする、親指の付け根などが手前の部分に触れてしまうことがあり、これによって誤動作が生じる。この誤動作を防止しようと気を遣って操作すると、そのせいで手が疲れる。また、電子機器を支持している他の指がタッチパネルに触れてしまうこともある。最近のスマートフォンは狭額縁化が進んでおり、機器の側面近傍にもタッチパネルの感知領域が存在する。このため、タッチパネル周辺部で誤入力をしてしまうことが少なからずあり、これを適切に防止することが求められていた。

[0009] 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、操作時の手の疲労を軽減しつつ、誤操作の発生を抑制することができるタッチパネル搭載型の機器を提供することをその目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の実施形態にかかる電子機器は、タッチパネルと表示装置とを積層構造として有する電子機器であって、前記電子機器の、前記タッチパネル側の表面には、使用者からの入力を受け取るための操作面が設けられ、前記操作面は、前記操作面の中央部が前記操作面の端部に比べて凹んだ曲面を為し、前記操作面の最凹部は、前記操作面の端部に対して、パネル面垂直方向において0.2mm以上3.0mm以下の距離だけ凹んでいる。

- [0011] ある実施形態において、前記電子機器は、矩形板状の外形を有し、前記電子機器の幅は40mm以上70mm以下であって前記使用者が片手で操作可能なように構成されている。
- [0012] ある実施形態において、前記曲面は、曲率半径が50mm以上500mm以下の曲線を含む。
- [0013] ある実施形態において、前記表示装置は平板状である。
- [0014] ある実施形態において、前記タッチパネルは、前記表示装置の観察者側に配置されており、前記タッチパネル側の表面を形成するように配置された透光性の前面板に前記操作面が設けられている。
- [0015] ある実施形態において、前記表示装置は平板状であり、前記透光性の前面板はアクリル樹脂からなり、かつ、前記表示装置の表示領域上で厚さ1.7mm超の部分を含む。
- [0016] ある実施形態において、前記表示装置は平板状であり、前記透光性の前面板はガラスからなり、かつ、前記表示装置の表示領域上で厚さ2.7mm超の部分を含む。
- [0017] ある実施形態において、前記透光性の前面板は、前記表示装置の周辺表示領域と額縁領域とを覆うように配置された凸レンズ部を有する。
- [0018] ある実施形態において、前記透光性の前面板は、前記凸レンズ部の外側に設けられた平坦部をさらに有する。
- [0019] ある実施形態において、前記額縁領域を含む非表示領域の幅を X とし、前記表示装置の表示素子の光出射面から前記凸レンズ部におけるレンズ頂点までのパネル法線方向における距離を Y とすると、 $3.0 \leq Y/X \leq 4.2$ を満たす。
- [0020] ある実施形態において、前記操作面の中央部におけるタッチ感度よりも前記操作面の端部におけるタッチ感度の方が低い。
- [0021] ある実施形態において、前記表示装置の表示領域から、電子機器外側端面までの距離が3mm以上5mm以下である。
- [0022] 本発明の実施形態にかかる電子機器は、タッチパネルと表示装置とを積層

構造として有する電子機器であって、前記タッチパネル側の表面には使用者からの入力を受け取るための操作面が設けられ、前記操作面は、前記操作面の中央部が前記操作面の端部に比べて凹んだ第1曲面を有しており、前記操作面の外側には、前記第1曲面に対して連続的に接続され、かつ、前記第1曲面とは異なる曲率で膨らむ凸状の第2曲面が形成されている。

[0023] ある実施形態において、前記第1曲面および第2曲面の両方が、前記タッチパネル側の表面を形成するように配置された透光性の前面板に形成されている。

[0024] ある実施形態において、前記第2曲面は、前記表示装置の周辺表示領域と額縁領域とを覆うように設けられた凸レンズ面を含む。

[0025] ある実施形態において、前記表示装置は平板状であり、前記操作面の中央部の感度よりも前記操作面の端部の感度が低い。

[0026] ある実施形態において、前記第1曲面は、曲率半径が50mm以上500mm以下の曲線を含む。

発明の効果

[0027] 本発明の実施形態の電子機器によれば、タッチパネルの操作面を片手で操作するときにも操作疲れが生じにくく、また、意図しないタッチによる誤入力力が抑制され得る。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]本発明の実施形態1にかかる電子機器の使用状態を示す斜視図である。
[図2] (a) は、実施形態1にかかる電子機器の断面を示す模式図であり、(b) は、タッチパネルの構成を示す断面図である。

[図3]従来の電子機器の利用時における誤操作（誤動作）が生じる様子を説明するための図である。

[図4]実施形態1の電子機器の片手使用時における様子を説明するための図である。

[図5]親指のCM関節の位置と、タッチパネル操作面の曲率中心の位置との関係を示す図であり、(a)～(c)はそれぞれ操作面の形状が異なる場合を

示す。

[図6]実施形態1の電子機器の改変例等を説明するための断面図であり、(a)は、前面曲率半径 R と背面曲率半径 R' とが同じ場合を示し、(b)は $R > R'$ の場合を示し、(c)は $R < R'$ の場合を示す。

[図7]本発明の実施形態2にかかる電子機器の断面を示す模式図である。

[図8]本発明の実施形態3にかかる電子機器の断面を示す図であり、(a)は全体図、(b)は、(a)の破線で囲まれた領域を拡大して示す拡大図である。

[図9]図8(a)の破線で囲まれた領域を拡大して示す断面図である。

[図10](a)は、実施形態3の電子機器における見かけの表示領域を示し、(b)は、実施形態1の電子機器における見かけの表示領域を示す。

[図11]本発明の実施形態4にかかる電子機器の断面を示す模式図であり、(a)は全体図、(b)は、(a)の破線で囲まれた領域を拡大して示す拡大図である。

[図12]図11(a)の破線で囲まれた領域を拡大して示す断面図である。

[図13](a)は、実施形態4の電子機器における見かけの表示領域を示し、(b)は(a)の破線で囲む領域の拡大図である。

[図14](a)は、電子機器の3辺に凸レンズ部を設けた形態における正面図、側面断面図、および端面断面図を示し、(b)は、電子機器の4辺に凸レンズ部を設けた形態における正面図、側面断面図、および端面断面図を示す。

。

発明を実施するための形態

[0029] 本発明者の検討によれば、タッチパネル付き電子機器において、タッチパネルの操作面を、端部よりも中央部が窪んだ凹曲面にすることで、特に片手での操作性を向上させ、手にかかる負担を軽減させ得ることがわかった。この凹曲面の形状は、使用者の手のサイズなどを考慮して適宜選択され得るが、本発明の実施形態では、凹曲面の端部（操作面エッジ）での高さ h_1 と、凹曲面の最凹部（典型的には中央部）の高さ h_2 との差 Δd が0.2 mm以上3.0 mm以下である。

m以下の距離だけ凹むように設定している。また、凹曲面は、典型的には、曲率半径50mm～1000mmの曲線を含む曲面に設定され、より好ましくは曲率半径50mm～500mmの曲線を含む曲面に設定される。さらに好ましくは、平均的な大人のCM関節から親指先端までの距離と同等である95mm～125mmの曲率半径を持つ曲面に設定される。なお、上記の凹曲面は、上記曲率半径で規定される球面の一部であってもよいし、円筒側面のように、所定方向に沿った断面に形成される曲線が上記曲率半径で規定される曲線を示す曲面の一部であってもよい。また、タッチパネルの操作面を非球面や自由曲面からなる凹曲面で形成してもよいが、この場合にも、上記範囲に設定された曲率半径を有する曲面に類似の形状であることが好ましい。

[0030] タッチパネルの操作面が上述のような凹曲面で形成されていると、画面上の遠くを親指でタッチするときにも、親指の付け根などが画面に接触する可能性が低くなる。このため、意図しない接触による誤動作の抑制も期待できる。

[0031] また、本発明者の検討によれば、凹曲面を為す操作面の外側において、操作面に連続する凸曲面の構造を有することが好ましいことが分かった。特に、この凸曲面を透明部材を用いて形成し、レンズとして利用することで、表示領域の外側端近傍（以下、周辺表示領域という場合がある）の画像を拡大して表示することができるので、額縁領域が視認されにくく、見かけの表示エリアを拡大できるという効果も得られる。

[0032] なお、タッチパネルの操作面を曲面とする構造が、特許文献1に記載されている。しかし、特許文献1では、遠隔制御装置（リモートコントローラ）に設けられたタッチパネルの表面を凸面または凹面のいずれかに設計することが記載されているのみであり、そのいずれの場合にも操作感が向上すると記載されている。特許文献1は、凹面の具体的な形状を開示するものではない。また、特許文献1では、タッチパネル操作面が凹曲面である場合に、操作面のすぐ外側に筐体の平坦面が連続するように配置されている。このよう

な構成は、側面や裏面を保持しながら前面を親指で操作することが想定されている電子機器（スマートフォンなど）には不向きな構成である。

[0033] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明するが、本発明はこれらに限られない。

[0034] (実施形態 1)

図 1 および図 2 (a) は、本発明の実施形態 1 による電子機器 100 (例えば、スマートフォンやデジタルオーディオプレーヤ) を示す。電子機器 100 では、タッチパネル 12 上に配置された前面板 22 の所定表面領域において、操作面 22A としての凹曲面が形成されている。以下、電子機器 100 の、より具体的な構成を説明する。

[0035] 図 1 に示すように、電子機器 100 は、使用者が片手で保持しながら、前面板 22 (図 2 (a) 参照) 上の操作面 (タッチ面) 22A を操作することが可能なように構成されている。片手で操作することが想定されているので、電子機器 100 の幅 W1 は、典型的には、40 mm 以上 70 mm 以下に設定されている。

[0036] 図 2 (a) に、電子機器 100 の断面構造を示す。電子機器 100 は、積層構造 14 として設けられた表示装置 10 およびタッチパネル 12 と、これを覆うようにして使用者側に配置された透光性の前面板 (透明カバー) 22 とを有している。また、表示装置 10 およびタッチパネル 12 は、背面保護カバーとしても機能する筐体 20 の内部に収容されている。

[0037] また、図 2 (b) に、タッチパネル 12 の断面構造を示す。図 2 (b) に示すように、タッチパネル 12 は、ガラスなどから形成される基材 121 上に、例えば、行方向透明電極 123 と、この上に絶縁層 124 を介して設けられた列方向透明電極 125 とを有している。また、列方向透明電極 125 を覆うようにして、透光性のカバー 122 が設けられている。タッチパネル 12 は、透明電極 123 または 125 と、これらの上に配置された絶縁体 (カバー 122 および前面板 22) を介して、指との間に形成される容量がもたらす静電容量の変化を読み取ることで、指の位置を判定することができる。

。このようなタッチパネルは、一般に静電容量式タッチパネルと呼ばれる。

[0038] なお、ここでは、タッチパネル１２は、表示装置１０とは別の構成要素として説明しているが、一般に、タッチパネル１２と表示装置１０とを含めてタッチパネルと呼ぶこともある。また、使用者側に設けられた前面板２２は、タッチパネル１２の構成要素の一部として考えることもできる。なお、タッチパネル１２のカバー１２２と前面板２２とは、一体的に構成されていても良い。

[0039] 本実施形態の表示装置１０は平板状の形状を有している。表示装置１０としては、液晶表示装置や有機ＥＬ表示装置や電気泳動型表示装置など、さまざまな表示装置が使用できる。本実施形態では、液晶表示装置を用いている。

[0040] 表示装置１０は、表示領域（アクティブエリアということもある）１０Ａと、表示領域１０Ａの外側に設けられた額縁領域１０Ｆとを有している。表示領域１０Ａには、画素電極やＴＦＴなどが設けられており、画像や映像などが表示される。一方、額縁領域１０Ｆには、液晶材料を基板間に封止するように基板を貼り合わせるためのシール部、ＴＦＴのゲート電極やソース電極に接続された配線、走査／信号電圧を入力する外部駆動回路に接続させるための外部端子などが配置されており、額縁領域１０Ｆでは表示は行われない。

[0041] 最近では、シート印刷技術や配線の細線化技術の向上に伴い、額縁領域１０Ｆの幅がますます狭小化されており、電子機器１００の略全面に近い領域で表示を行うことができるものも実現されている。電子機器１００の端部１００Ｓから表示領域１０Ａまでの距離（すなわち、額縁領域１０Ｆと筐体側部とを含む非表示領域の幅）は、最短の辺で、例えば、３ｍｍ～５ｍｍに設定される。

[0042] タッチパネル１２は、典型的には、表示装置１０の表示面側（使用者側）に設置されており、指などで触れた位置を感知して入力を行うことができるデバイスである。本実施形態では、上述のように、静電容量方式のタッチパ

ネル 12 を使用している。なお、タッチパネル 12 の基材 121 およびカバー 122 としては、例えば、ガラスや樹脂フィルムなど透光性の材料を用いることができる。

[0043] 前面板 22 は、アクリル樹脂やガラスなどの透光性の良い材料からなり、また、使用者側の面が凹曲面状になっている。前面板 22 のタッチパネル 12 側の面（裏面）は、一般的には平面であるが、タッチパネル 12 の形状などに適合するように、適宜段差等が設けられていてもよい。なお、前面板 22 における表示装置 10 の外側の領域には、印刷等によって模様等が形成されていてもよい。

[0044] 筐体 20 は、表示装置 10 などを保護する役割を果たし、汎用の樹脂やマグネシウム合金などから形成される。図示していないが、表示装置 10 の背面には、回路基板や電池などが入る空間が設けられており、これらも筐体 20 の内部に收容されている。背面側（タッチパネル 12 が設けられた側とは反対側）の筐体形状が凸曲面状に形成されていると、手の形にフィットして保持しやすくなるという利点を得られる。ただし、後述するように、筐体 20 の背面形状としては、種々の形状を採用し得る。

[0045] 表示装置 10 上に設けられているタッチパネル 12 によって、表示装置 10 の表示領域 10A 上のすべての領域を操作可能にすることができる。しかし、狭額縁の表示装置 10 を用いる場合には、電子機器 100 の端部（側面）近傍の部分に触れただけで誤動作を引き起こしてしまうこともあった。

[0046] より具体的には、図 3 に示すように、電子機器 100 を保持する親指の付け根 F1 や、中指・薬指 F2 などが触れることで、誤動作が引き起こされることがあった。したがって、電子機器 100 の端部 100S に近い領域ではタッチパネル操作ができない方が、実際の使用上は便利である。

[0047] 本発明者による試作・検討の結果、電子機器 100 の端部 100S から少なくとも約 5 mm 以上、タッチパネル操作ができない領域を設けると、さまざまな持ち方をしても誤動作が少なくなることが分かった。逆に言うと、電子機器 100 の端部 100S から 5 mm 以内にタッチパネルの操作可能領域

が存在すると、誤動作が生じやすくなる。

[0048] 本実施形態のように、表示装置 10 およびタッチパネル 12（静電容量式）が平板状であって、前面板 22 の表面が凹面状である場合には、前面板 22 の厚さを調整することによって、タッチパネル操作の感度（タッチ感度）を制御することができる。前面板 22 の厚さを所定の厚さ以上に設定することで、実質的にタッチ操作できない領域を設けることもできる。なお、タッチパネル 12 自体を小さくすることによっても表示領域の周辺部にタッチ操作できない領域を形成することができるが、このようにすると、タッチパネル 12 の周辺に設けられた配線電極や実装部材などが表示領域と重なってしまい、表示を害してしまうので、あまり好ましくない場合がある。

[0049] 静電容量方式のタッチパネル 12 は、前面板 22 の材質（誘電率）と厚さによって感度が変化する。前面板 22 が、ある程度の厚さまでであればタッチ感度が良好であるが、厚すぎるとタッチ感度が悪くなる。

[0050] 前面板 22 がアクリル樹脂から形成されている場合には、タッチセンサとして機能させ得る厚さの限界は 2 mm 程度であって、ガラスから形成されている場合には 3 mm 程度である（アクリルとガラスの誘電率の差により、厚さの限界値が決まる）。したがって、表示装置 10 またはタッチパネル 12 の周縁部分において、上記の限界値を超える厚さとなるように前面板 22 の厚さを設定することで、タッチパネル 12 を従来の構成から特に改変することなく、端面付近のタッチパネル感度を低下させ、表示領域 10 A 上であってもタッチパネル操作ができない領域を設けることができる。なお、本明細書では、前面板 22 の材料としてアクリルとガラスについて記載しているが、もちろん他材料の使用も可能である。例えばポリカーボネイトやポリスチレンなどの透明樹脂材料やシリコーンゲルなどのゲル材料などを用いることができるが、いずれもアクリル樹脂に近い誘電率を有するので、前面板 22 を形成したときの操作可能な厚さの限界値はアクリル樹脂と同等である。

[0051] 以下、図 2（a）を参照しながら、端部付近でタッチパネルの感度を低下させるための構成を具体的に説明する。

[0052] 前面板 22 上のタッチパネル操作できる操作領域（操作面） 22 A の幅を L、操作領域 22 A の端部（操作不可能な領域との境界）における前面板 22 の厚さを $d_{\max}$ 、操作領域 22 A の最凹部（典型的には、操作領域 22 A の中央部）の厚さを $d_{\min}$ 、凹曲面の曲率半径を R とすると、以下の関係式が成り立つ。ここで、以下の式（1）において、 $\Delta d = d_{\max} - d_{\min}$ であり、 Δd は、操作領域 22 A における凹み具合（すなわち、パネル法線方向における、操作領域 22 A の端部と最凹部（中央部）との高さの差（距離））を意味する。

[数1]

$$\Delta d = R - \sqrt{R^2 - \frac{L^2}{4}} \quad (1)$$

[0053] 厚さ $d_{\max}$ は、タッチパネル操作が不可能にならない最大の厚さであり、上述の通り、アクリルを用いる場合には約 2 mm であり、ガラスを用いる場合には約 3 mm である。また、最薄部の厚さ $d_{\min}$ は、前面板 22 を低コストで量産できる一般的な成形法によって実現し得る最小の厚さとして規定されており、その厚さは 0.3 mm 程度である。

[0054] したがって、一般的に設計可能な Δd の範囲は、以下の通りである。

アクリルの場合： $\Delta d = 0 \sim 1.7 \text{ mm}$

ガラスの場合： $\Delta d = 0 \sim 2.7 \text{ mm}$

[0055] もちろん、実際に用いる材料の誘電率などに応じて、上記の設計可能な Δd の範囲は変化し得る。また、実際の使用状態でのタッチパネルの感度や、表示装置から発生する電氣的ノイズ量などによっても、多少変化する値である。

[0056] 以下の表 1 に、操作可能な領域 22 A の幅 L をそれぞれ異なる値に設定した場合における、 Δd と曲率半径 R との関係を示す。ここで、曲率半径 R は、幅 L が規定される方向（本実施形態では電子機器 100 の左右方向）に沿って上記凹曲面を垂直に切ったときに現れる曲線の曲率半径である。

[0057] 上記の通り、材料によって Δd の取り得る範囲が変化し得るが、 Δd が0.2 mm以上3.0 mm以下であるような凹曲面とすることが、操作時の手の疲労を軽減するのに適切であり、特に、0.4 mm以上3.0 mm以下に設定することが好ましいことが分かった。なお、電子機器の幅 L が大きくなるにつれ、 Δd の下限も大きくすることが好ましいが、一般的に片手操作が想定されるサイズの電子機器（幅40 mm～70 mm）において、操作面が平坦面である場合に比べて手の疲労を軽減する効果を奏し得る範囲として、 Δd の下限を0.2 mmに設定している。後述するように、 Δd を0.2 mm未満（曲率半径1000超）に設定すると、実際の使用において、平坦面を操作する場合と差が感じられない。このため、手の疲労を軽減する効果は得られないと考えられる。

[0058] また、このようにして設定された Δd の範囲に対応するように、曲面を規定する曲率半径 R の好適な範囲も設定されている。なお、 $\Delta d = 0$ の場合は、平坦な面になるので、曲率半径 R の値は無限大である。

[0059]

[表1]

Δd [mm]	R [mm]			
	L=40	L=50	L=60	L=70
0.1	2000	3125	4500	6125
0.2	1000	1563	2250	3063
0.3	667	1042	1500	2042
0.4	500	781	1125	1531
0.5	400	625	900	1225
0.6	334	521	750	1021
0.7	286	447	643	875
0.8	250	391	563	766
0.9	223	348	500	681
1.0	201	313	451	613
1.1	182	285	410	557
1.2	167	261	376	511
1.3	154	241	347	472
1.4	144	224	322	438
1.5	134	209	301	409
1.6	126	196	282	384
1.7	118	185	266	361
1.8	112	175	251	341
1.9	106	165	238	323
2.0	101	157	226	307
2.1	96	150	215	293
2.2	92	143	206	280
2.3	88	137	197	267
2.4	85	131	189	256
2.5	81	126	181	246
2.6	78	121	174	237
2.7	75	117	168	228
2.8	73	113	162	220
2.9	70	109	157	213
3.0	68	106	152	206

汎用ガラスで設計容易な形状
 $\Delta d=0\sim 2.7\text{mm}$

アクリル樹脂で設計容易な形状
 $\Delta d=0\sim 1.7\text{mm}$

a1

a2

[0060] 例えば、材料としてアクリル樹脂を用いる場合であって、操作可能な領域 22Aの幅 $L=50\text{mm}$ の場合、一般的に設計可能な Δd の値($0\sim 1.7\text{mm}$)から、曲率半径 R を 185mm 以上に設定することが好ましい。また、曲率半径 R が 1000mm 以上である場合には、ほとんど平坦面と変わらないので、ここでは、曲率半径 R の上限は 1000mm に設定している。このため、曲率半径 R の範囲を $185\sim 1000\text{mm}$ に設定することが好適である。

[0061] なお、タッチ感度は、前面板 22 が薄いほど高まるので、できるだけ d_{min} を小さく設定することが好ましい。つまり d_{min} は、一般的な加工限界である 0.3 mm 程度であることが好ましい。もちろん、成形法の技術進歩によりもっと薄型の成形が可能になるか、あるいは、他の方法を利用してより薄く形成することが可能になれば、0.1 mm 程度までは d_{min} を小さくすることができると考えられる。

[0062] また、以上のようにして、表示装置 10 の表示領域 10A 上において、タッチ操作不可能な領域を操作領域 22A の外側に設ける場合、前面板 22 としてアクリル樹脂を用いた場合で、1.7 mm 超の厚さ（典型的には、 $1.7 + 0.3 = 2.0$ mm 超の厚さ）の部分が、表示領域 10A 上に存在することになる。また、前面板 22 としてガラスを用いた場合で、2.7 mm 超の厚さ（典型的には、 $2.7 + 0.3 = 3.0$ mm 超の厚さ）の部分が、表示領域 10A 上に存在することになる。このような構成によれば、タッチパネル 12 に大幅な改変を加えることなく、表示領域 10A 上にタッチ操作不可能な領域を形成することができる。

[0063] なお、上記には、前面板として一般的に使用されるアクリル樹脂やガラスを用いた場合における好ましい設計条件を説明したが、前面板として他の材料（より誘電率の高い材料）を用いることも考えられ、本発明の電子機器は、上記設計条件に限定されるものではない。

[0064] <親指の動作>

以下、操作面 22A に形成されている凹曲面の、より好適な形状について説明する。

[0065] 親指を動かす時に、CM 関節を支点として動作が行われることは良く知られている。もちろんタッチパネル操作を行う際にも、CM 関節を支点として親指での操作が行われる。図 4 に示すように、CM 関節 J1 は、親指の付け根辺りにある関節である。

[0066] 本発明者による検討の結果、タッチパネル操作を行う際に、親指の支点（CM 関節の位置）と、前面板 22 に形成された凹曲面を規定する曲率円の中

心（曲率中心O）とが近接している方が、指にかかる負担が少ないことが分かった。

[0067] 図5（a）～（c）は、操作面の形状がそれぞれ異なる場合における、曲率中心OとCM関節J1との位置関係を示す。図5（a）に示すように、CM関節J1と曲率中心Oとが近接する場合には、タッチパネルを操作する際に、画面上のどの場所を触れるときであっても、CM関節J1－親指先端の距離と、CM関節J1－操作点（操作面22A上の任意の点）の距離とがあまり変わらない。この場合、他の親指の関節（IP関節とMP関節）を曲げ伸ばしすることが少なく、かつ、左手（あるいは右手）全体による機器の保持の仕方を変えることも少なく操作をスムーズに行うことができるので、手の疲労が少なくなる。

[0068] ここで、CM関節J1から指先までの長さは、一般体型の大人では95～125mm程度の範囲に収まる。したがって、前面板22の表面の曲率半径Rも95～125mmに設定すると、CM関節J1と曲率中心Oとが最も近づくので好ましい。ただし、曲率半径Rを50～500mmの範囲に設定しても十分に疲労低減の効果は感じられた（この範囲を、上記の表1では太枠a2内に示している）。また、曲率半径Rを50～1000mmの範囲に設定することで、少なくとも平坦面を操作するときよりは疲労が軽減される（この範囲を、上記の表1では太枠a1内に示している）。なお、子供などの、CM関節J1から指先までの距離が95～125mmの範囲から明らかに離れる使用者を主たるターゲットとする機器では、それに適合するような曲面設計に改変してもよい。

[0069] CM関節J1と曲率中心Oとが大きくずれている場合には、CM関節J1からタッチパネル接点までの距離が、画面上の触れる位置によって大きく変わるので、適切にタッチ操作を行うためには、CM関節J1と親指先端との間の距離を調整する（例えば、IP関節やMP関節を曲げ伸ばしする）ことが必要になる。このため、操作時に手にかかる負担が大きくなる。特に長時間の操作を行った場合には、腱鞘炎などの障害が引き起こされることもある

。

[0070] CM関節J 1と曲率中心Oとが大きくずれている場合の顕著な例としては、図5 (b) および (c) に示すように、前面板22の形状が平板面（つまり、曲率中心Oが無限遠点）である場合や、前面板22が凸形状（つまり、曲率中心Oが機器背面側）の場合等が挙げられる。タッチパネルの操作面がこれらの形状を有していると、片手操作を続けたときに手に疲労が蓄積しやすい。

[0071] <背面形状>

図6 (a) ~ (c) に示すように、筐体20の背面側の形状は、任意の形状とすることができる。

[0072] 凹面をなす前面板22の曲率半径をR、凸面をなす筐体背面側の曲率半径をR'とした場合、図6 (a) および (b) に示すように、 $R = R'$ または $R > R'$ の場合には、端面部が比較的薄いので、機器全体として薄く、スタイリッシュに感じる。

[0073] また、図6 (c) に示すように、 $R < R'$ の場合には、端面部が厚いので、機器全体が厚く感じてしまうが、手で持ったときのホールド感が高まり、操作性が良くなるというメリットがある。

[0074] また、前面板22の表面形状は、少なくとも凹面（つまり、前面板22の中央部より端部の厚さが大きい）であれば、円柱側面（あるいは球面）である必要はなく、非球面や自由曲面などであっても良い。

[0075] このように、本実施形態の電子機器100では、操作面22Aが適切な程度に凹んだ曲面から形成されているので、機器の端から5mm以内にタッチパネルが存在する場合であっても、機器側面に意図せず指が触れることによって生じる誤動作を防ぐことができる。また、好適には、タッチパネル操作面が曲率半径50mm~500mmを有する凹曲面に設定されており、タッチパネル操作する指の疲労を低減することができる。

[0076] (実施形態2)

図7は、実施形態2の電子機器102の断面を示す。電子機器102の構

造は、タッチパネル３２と表示装置３０が湾曲板状であること以外、実施形態１の電子機器１００の構造と実質的に同様である。なお、前面板４２および筐体４０は、タッチパネル３２および表示装置３０を適切に保持できる形状を有している。

[0077] 本実施形態の電子機器１０２では、タッチパネル３２および表示装置３０が湾曲板状であるので、これらを樹脂などの可撓性を有する基材を用いて形成することが好ましい。例えば厚さ０．２ｍｍのＰＥＴフィルムなどを基材としてタッチパネル３２および表示装置３０を形成し、湾曲板状に形成された前面板４２に貼り合わせることによって、電子機器１０２を作製することができる。

[0078] 本実施形態においても、タッチパネルの操作面３２Ａは、その中央部が端部より凹んだ凹曲面を有しているので、タッチパネル操作する指の疲労を低減することができる。また、タッチパネルの操作面が凹曲面に設定されているので、片手で持ちながら操作するときにも、親指の付け根が操作面に触れることを抑制し、これによって、誤動作を低減することができる。

[0079] なお、狭額縁の表示装置３０を使用するときには、機器の端で誤動作が特に生じ易くなるので、額縁領域を比較的に太めに形成するか、機器端面に近い領域で、タッチパネルの電極パターンを設けないことなどによって、誤動作を防ぐように改変してもよい。

[0080] （実施形態３）

図８（ａ）および（ｂ）は、実施形態３の電子機器１０３の断面を示し、（ｂ）は（ａ）の破線で囲む部分を拡大して示す。

[0081] 本実施形態の電子機器１０３が実施形態１の電子機器１００と異なる点は、前面板５２の端部５２Ｂが、意図的に設定された曲率を有する凸曲面２２Ｂを有しており、かつ、表示装置１０の表示領域１０Ａと額縁領域１０Ｆとの両方に重なるように配置されている点である。

[0082] このような構成において、前面板５２は、凹曲面で形成される操作面２２Ａと、操作面２２Ａの外側に配置された凸曲面２２Ｂとを、その表面に有し

ている。前面板 5 2 の端部 5 2 B は、表示装置 1 0 の表示領域 1 0 A の周辺部（周辺表示領域と呼ぶことがある）から出射された光を屈折させることができる。

[0083] これにより、額縁領域 1 0 F に対応する領域において、周辺表示領域から出射された光が使用者の方向（典型的にはパネル面法線方向）に進行するので、使用者は額縁領域 1 0 F 上にも画像や映像を観察することができる。すなわち、凸曲面 2 2 B を有する端部 5 2 B は、凸レンズとしての機能を持ち、周辺表示領域の画像や映像などを額縁領域にまで拡大して表示させることができる。

[0084] なお、本実施形態において、表示装置 1 0 は、T F T 基板 1 と、対向基板 2 と、これらの間にシール材 5 によって封止および保持される液晶層 L C とを有する液晶表示装置である。T F T 基板 1 は、画素ごとに設けられた画素電極 6 などを有しており、対向基板 2 は、画素電極 6 と向き合う対向電極 7 や、カラーフィルタ 8 などを有している。また、T F T 基板 1 および対向基板 2 の外側には、典型的には偏光フィルムである光学素子 3、4 が設けられており、T F T 基板 1 の背面に設けられたバックライトユニット（図示せず）からの光を変調して表示を行うことができる。

[0085] 以下、凸曲面（凸レンズ面）2 2 B の形状について説明する。

[0086] 図 9 に示すように、額縁領域 1 0 F と側面筐体 2 0 F、およびその間に存在する空隙や接着層など（図示せず）を含む非表示領域の幅を X とし、端面 1 0 3 S から凸面の頂点 2 2 C までの幅を X' とする。また、前面板 5 2 の最大の厚さと、タッチパネルの厚さと、光学フィルム層の厚さと、その間に存在する空隙や接着層など（図示せず）の厚さとを含む、表示素子（液晶層 L C）からの厚さ（すなわち、端部 5 2 B が最大厚さを有する位置（凸レンズ頂点）での、液晶層 L C（あるいはカラーフィルタ 8）の光出射面から前面板 5 2 の前表面までのパネル法線方向における距離）を Y とする。この場合に、例えば以下のような設計が考えられる。

[0087] 前面板 5 2 の材質：ガラス

$X = 1.3 \text{ mm}$ (額縁領域の幅 $0.8 \text{ mm} +$ 筐体側部の幅 0.5 mm)

$X' = 5.8 \text{ mm}$

$Y = 5.2 \text{ mm}$ (前面板の最大厚さ $4.1 \text{ mm} +$ タッチパネルの厚さ $0.7 \text{ mm} +$ 光学フィルム層の厚さ $0.1 \text{ mm} +$ 対向基板の厚さ 0.3 mm)

$R_1 = 7.4 \text{ mm}$

$k = 0.75$

[0088] ここで、 R_1 は凸曲面 (レンズ面) 22B を規定するための曲率半径であり、 k は凸曲面 22B を規定するための非球面係数 (コーニック定数) である。本実施形態では、凸曲面 22B は、非球面式： $f(x) = Y - cx^2 / (1 + (1 - (1 + k)c^2x^2)^{1/2})$ (ただし、 $c = 1/R_1$ 、 x はレンズ中心からの距離) で近似される非球面を形成している。このような表示装置の端部を覆うように設けるレンズ面の形状は、国際公開第 2009/157150 号に記載の非球面関数によって規定される曲面であってよい。参考のために、国際公開第 2009/157150 号の開示内容の全てを本明細書に援用する。

[0089] 前面板 52 がアクリルやガラス等、屈折率が 1.5 に近い材料からなる場合、 Y は X の 3.0 ~ 4.2 倍に (つまり、 Y/X を 3.0 以上 4.2 以下に) 設定した場合に、効率よく光が屈折し、非表示領域が見え難くなる。ここで、 Y は、実際に表示を行う素子の光出射面からレンズ頂点までのパネル面法線方向における距離を意味する。実際に表示を行う素子の光出射面とは、例えば、液晶表示装置の場合には、液晶層の光出射面 (カラーフィルタが設けられている時はカラーフィルタにおける光出射面) に対応し、有機 EL 表示装置などのような自発光型表示装置では、発光素子の表面に対応する。

[0090] より屈折率が高い材料の場合には、屈折率の値にほぼ反比例して倍数 (Y/X) が小さくなる。例えば、屈折率が 1.74 の場合には、 Y は X の 2.4 ~ 3.2 倍程度 (Y/X を約 2.4 以上約 3.2 以下) に設定することが好ましい。

[0091] また、上記には凸曲面 22B が非球面である例を説明したが、これに限ら

れない。例えば、球面形状、楕円曲面形状、自由曲面であっても、レンズとして機能し得る形状であれば同様の効果が得られる。

[0092] 図10(a)および(b)は、電子機器103における実効的な表示領域と、実施形態1の電子機器100における実効的な表示領域とをそれぞれ示す。図10(a)に示すように、電子機器103の表示領域の幅D1は、電子機器100の表示領域の幅D2よりも広い。すなわち、電子機器103では、電子機器100に対して、さらに、画面が広がって見えるので、機器端面まで表示が可能になり、小さい機器でも有効に表示面を利用できる。

[0093] (実施形態4)

図11(a)および(b)は、実施形態4の電子機器104の断面を示し、(b)は(a)の破線で囲む部分を拡大して示す。

[0094] 実施形態4の電子機器104が実施形態3の電子機器103と異なる点は、凸曲面22Bを機器端面まで設けずに、凸曲面22Bの外側に平板に近い側面筐体62Sを設けて不連続な形状としている点である。この側面筐体62Sは、電子機器104の背面側に位置する背景が透けて見えるように、透光性の部材から形成されていることが好ましい。

[0095] このようにすれば、表示装置10から発せられた光が、凸曲面22Bで屈折するので、あたかも額縁領域10Fの上まで表示領域が広がったように見え、さらに、側面筐体62Sが透光性である場合には、背景が透けて見えるので、表示領域10Aと背景との境界に、額縁などが存在しないように見える。また、実施形態3の場合よりも、前面板62の最大厚さが薄くて済む。

[0096] 図12に示すように、実施形態3と同様に、額縁領域10Fを含む非表示領域の幅をXとし、凸面端面から凸面の頂点までの幅をX'とする。また、前面板62の最大部の厚さと、タッチパネル12と、光学フィルム層4と、その間に存在する空隙や接着層など(図示せず)の厚さを含む、表示素子からの厚さをYとする。この場合に、例えば以下のような設計が考えられる。

[0097] 前面板62の材質：アクリル

X = 0.8 mm (額縁領域0.8 mm)

$$X' = 3.4 \text{ mm}$$

$Y = 3.2 \text{ mm}$ (前面板 2.1 mm + タッチパネル 0.7 mm + 光学フィルム層 0.1 mm + 対向基板 0.3 mm)

$$R1 = 4.5 \text{ mm}$$

$$k = 0.75$$

[0098] なお、実施形態3と同様に、前面板62がアクリルやガラス等、屈折率が1.5に近い材料からなる場合、YをXの3.0~4.2倍にした場合に、効率よく光が屈折し、非表示領域が見え難くなる。より屈折率が高い材料の場合には、屈折率の値にほぼ反比例して倍数を小さく設定することが好ましく、例えば、屈折率が1.74の場合には、YはXの2.4~3.2倍程度が好ましい。

[0099] 本実施形態では、より薄い前面板62を用いた場合にも実施形態3の電子機器103と同様の効果が得られ、さらに、電子機器104全体を薄型軽量化できるという効果が得られる。図13(a)および(b)に示すように、電子機器104では、画面が広がって見えるので、機器端面まで表示が可能になり、小さい機器でも有効に表示面を利用でき、また、側面筐体62Sを透明にすることで、背景を透過させ額縁が存在しないように見せかけることができる。

[0100] (実施形態5)

図14(a)および(b)は、実施形態5の電子機器105A、105Bを示す。上記実施形態1から4では、タッチパネルの操作面を形成する凹曲面が円筒側面状である場合を例にとって説明したが、本実施形態のように、パネル面上の複数の方向で曲率を持つ曲面であってもよい。また、実施形態3で説明したように、電子機器103の左右2辺において凸レンズ面を設ける構成だけでなく、図14(a)に示すように、3辺に凸レンズ面を設けてもよく、図14(b)に示すように4辺に凸レンズ面を設けても良い。このようにすれば、さらに見かけの表示領域10A'を拡大し得る。

[0101] なお、3辺以上の辺において凸レンズ面を有する形状については、画素が

らの光が適切な方向に屈折するように、角部における曲面が、回転体の表面の一部を形成していることが好ましい。このような例は、例えば、国際公開第2010/070871号に記載されている。参考のために、国際公開第2010/070871号の開示内容の全てを本明細書に援用する。

[0102] 以上、本発明の実施形態に係る電子機器を説明したが、種々の改変が可能であることは言うまでもない。例えば、電子機器は、矩形の平板状である必要はなく、円板状であってもよい。この場合にも、タッチパネルの操作面を中央部が窪むような適切な凹曲面に設定することで操作性を向上させるとともに誤操作を抑制し得る。また、表示装置の裏側に配置されたタッチパネル（いわゆる、背面タッチパネル）を備える電子機器においても、タッチパネルの操作面を凹曲面で形成することで、表示面裏側での操作性を向上させ、誤操作を防止し得る。

産業上の利用可能性

[0103] 本発明の実施形態による電子機器は、スマートフォンや、デジタルオーディオプレーヤなどの携帯用の電子端末として広く用いられる。

符号の説明

- [0104] 10 表示装置
10A 表示領域
10F 額縁領域
12 タッチパネル
22A 操作領域（操作面）
14 積層構造
20 筐体
22 前面板
100 電子機器

請求の範囲

- [請求項1] タッチパネルと表示装置とを積層構造として有する電子機器であって、
- 前記電子機器の、前記タッチパネル側の表面には、使用者からの入力を受け取るための操作面が設けられ、
- 前記操作面は、前記操作面の中央部が前記操作面の端部に比べて凹んだ曲面を為し、
- 前記操作面の最凹部は、前記操作面の端部に対して、パネル面垂直方向において0.2 mm以上3.0 mm以下の距離だけ凹んでいる電子機器。
- [請求項2] 矩形板状の外形を有し、
- 前記電子機器の幅は40 mm以上70 mm以下であって前記使用者が片手で操作可能なように構成されている請求項1に記載の電子機器。
- [請求項3] 前記曲面は、曲率半径が50 mm以上500 mm以下の曲線を含む請求項1または2に記載の電子機器。
- [請求項4] 前記表示装置は平板状である請求項1から3のいずれかに記載の電子機器。
- [請求項5] 前記タッチパネルは、前記表示装置の観察者側に配置されており、
- 前記タッチパネル側の表面を形成するように配置された透光性の前面板に前記操作面が設けられている請求項1から4のいずれかに記載の電子機器。
- [請求項6] 前記表示装置は平板状であり、
- 前記透光性の前面板はアクリル樹脂からなり、かつ、前記表示装置の表示領域上で厚さ1.7 mm超の部分を含む請求項5に記載の電子機器。
- [請求項7] 前記表示装置は平板状であり、
- 前記透光性の前面板はガラスからなり、かつ、前記表示装置の表示

領域上で厚さ 2.7 mm 超の部分を含む請求項 5 に記載の電子機器。

[請求項 8] 前記透光性の前面板は、前記表示装置の周辺表示領域と額縁領域とを覆うように配置された凸レンズ部を有する請求項 5 から 7 のいずれかに記載の電子機器。

[請求項 9] 前記透光性の前面板は、前記凸レンズ部の外側に設けられた平坦部をさらに有する請求項 8 に記載の電子機器。

[請求項 10] 前記額縁領域を含む非表示領域の幅を X とし、前記表示装置の表示素子の光出射面から前記凸レンズ部におけるレンズ頂点までのパネル法線方向における距離を Y とするとき、 $3.0 \leq Y/X \leq 4.2$ を満たす、請求項 8 または 9 に記載の電子機器。

[請求項 11] 前記操作面の中央部におけるタッチ感度よりも前記操作面の端部におけるタッチ感度の方が低い請求項 1 から 10 のいずれかに記載の電子機器。

[請求項 12] 前記表示装置の表示領域から、電子機器外側端面までの距離が 3 mm 以上 5 mm 以下である請求項 1 から 11 のいずれかに記載の電子機器。

[請求項 13] タッチパネルと表示装置とを積層構造として有する電子機器であって、

前記タッチパネル側の表面には使用者からの入力を受け取るための操作面が設けられ、

前記操作面は、前記操作面の中央部が前記操作面の端部に比べて凹んだ第 1 曲面を有しており、

前記操作面の外側には、前記第 1 曲面に対して連続的に接続され、かつ、前記第 1 曲面とは異なる曲率で膨らむ凸状の第 2 曲面が形成されている、電子機器。

[請求項 14] 前記第 1 曲面および第 2 曲面の両方が、前記タッチパネル側の表面を形成するように配置された透光性の前面板に形成されている請求項 13 に記載の電子機器。

- [請求項15] 前記第2曲面は、前記表示装置の周辺表示領域と額縁領域とを覆うように設けられた凸レンズ面を含む請求項14に記載の電子機器。
- [請求項16] 前記表示装置は平板状であり、
前記操作面の中央部の感度よりも前記操作面の端部の感度が低い請求項13から15のいずれかに記載の電子機器。
- [請求項17] 前記第1曲面は、曲率半径が50mm以上500mm以下の曲線を含む、請求項13から16のいずれかに記載の電子機器。