

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6711824号
(P6711824)

(45) 発行日 令和2年6月17日(2020.6.17)

(24) 登録日 令和2年6月1日(2020.6.1)

(51) Int. Cl.	F I	
G09F 9/30 (2006.01)	G09F 9/30	308A
C03C 17/28 (2006.01)	C03C 17/28	A
C03C 21/00 (2006.01)	C03C 21/00	101
G09F 9/00 (2006.01)	G09F 9/30	310
H01L 51/50 (2006.01)	G09F 9/00	313
請求項の数 10 (全 32 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2017-523964 (P2017-523964)	(73) 特許権者	397068274 コーニング インコーポレイテッド アメリカ合衆国 ニューヨーク州 148 31 コーニング リヴァーフロント プ ラザ 1
(86) (22) 出願日	平成27年11月4日 (2015.11.4)	(74) 代理人	100073184 弁理士 柳田 征史
(65) 公表番号	特表2017-536574 (P2017-536574A)	(74) 代理人	100175042 弁理士 高橋 秀明
(43) 公表日	平成29年12月7日 (2017.12.7)	(72) 発明者	グロス, ティモシー マイケル アメリカ合衆国 ニューヨーク州 148 30 コーニング サミット アヴェニュー 49
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/058938		
(87) 国際公開番号	W02016/073549		
(87) 国際公開日	平成28年5月12日 (2016.5.12)		
審査請求日	平成30年11月5日 (2018.11.5)		
(31) 優先権主張番号	62/075,599		
(32) 優先日	平成26年11月5日 (2014.11.5)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 非平面状の構造的特徴および無アルカリガラス要素を有するガラス物品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電子デバイスアセンブリにおいて、
背面板であって、

実質的にアルカリイオンを含まないガラス組成、
約40GPaから約100GPaの弾性率、
約20μmから約100μmの最終厚さ、
第一主要面、および
第二主要面、

を有し、該主要面が、該最終厚さを少なくとも20μm上回る初期厚さから該最終厚さへの事前の材料除去によって特徴付けられる、背面板と、

該背面板の該第一主要面上の保護層と、

該背面板の該第二主要面上における複数の電子部品と、

を含み、

該背面板が、約25mmから約5mmの間の曲げ半径を有する少なくとも一つの静的屈曲で構成され、

前記複数の電子部品を覆うカバーであって、約25μmから約125μmの厚さ、第一主要面、第二主要面、前記曲げ半径に実質的に等しい半径を有する少なくとも一つの静的屈曲を有し、少なくとも90%の光透過率、および第一主要面を有する第一ガラス層を含むカバーをさらに含み、

該カバーが、

(a) 該カバーの該第一主要面が、 (i) 約 1 G P a 未満の弾性率を有するおよそ 2 5 μ m の厚さの感圧性接着剤、および (i i) 約 1 0 G P a 未満の弾性率を有するおよそ 5 0 μ m の厚さのポリエチレンテレフタレート層によって支持され、かつ該カバーの該第二主要面が、 2 0 0 μ m 直径の平坦な底面を有するステンレス鋼ピンによって負荷される場合の、約 1 . 5 k g f (約 1 4 . 7 N) を超える貫入抵抗性、ならびに

(b) 8 H 以上の鉛筆硬度

によって特徴付けられる、電子デバイスアセンブリ。

【請求項 2】

前記保護層が、ナノシリカ粒子と、エポキシ材料およびウレタン材料のうちの少なくとも一方を含む、請求項 1 に記載の電子デバイスアセンブリ。

10

【請求項 3】

前記背面板の前記組成が、0.5モル%未満の $L i_2 O$ 、 $N a_2 O$ 、 $K_2 O$ 、 $R b_2 O$ 、および $C s_2 O$ のそれぞれを有する、請求項 1 または 2 に記載の電子デバイスアセンブリ。

【請求項 4】

前記電子部品が、少なくとも一つの薄膜トランジスタ素子、または少なくとも一つの O L E D 素子を含む、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の電子デバイスアセンブリ。

【請求項 5】

前記カバーが、前記第一ガラス層の該第一主要面から該第一ガラス層の第一深さまで広がる圧縮応力領域であって、該第一ガラス層の該第一主要面における少なくとも約 1 0 0 M P a の圧縮応力によって定義される、圧縮応力領域、をさらに含む、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の電子デバイスアセンブリ。

20

【請求項 6】

電子デバイスアセンブリを形成する方法であって、

実質的にアルカリイオンを含まないガラス組成と、約 4 0 G P a から約 1 0 0 G P a の弾性率と、最終厚さを少なくとも 2 0 μ m 上回る初期厚さと、第一主要面と、第二主要面とを有する背面板を形成するステップと、

該背面板の該初期厚さから材料を除去することによって該最終厚さを画定するステップであって、該最終厚さが約 2 0 μ m から約 1 0 0 μ m である、ステップと、

30

該背面板の該第一主要面上に保護層を形成するステップと、

該背面板の該第二主要面上に複数の電子部品を配設するステップと、

該背面板の該第二主要面上に該複数の電子部品を配設する該ステップの後に、該背面板において少なくとも一つの静的屈曲を形成するステップであって、該静的屈曲が約 2 5 m m から約 5 m m の間の曲げ半径を有するステップと、

前記複数の電子部品を覆うカバーであって、約 2 5 μ m から約 1 2 5 μ m の厚さ、第一主要面、第二主要面、前記曲げ半径に実質的に等しい半径を有する少なくとも一つの静的屈曲を有し、少なくとも 9 0 % の光透過率、および第一主要面を有する第一ガラス層を含むカバーを形成するステップを含み、

該カバーが、

40

(a) 該カバーの該第一主要面が、 (i) 約 1 G P a 未満の弾性率を有するおよそ 2 5 μ m の厚さの感圧性接着剤、および (i i) 約 1 0 G P a 未満の弾性率を有するおよそ 5 0 μ m の厚さのポリエチレンテレフタレート層によって支持され、かつ該カバーの該第二主要面が、 2 0 0 μ m 直径の平坦な底面を有するステンレス鋼ピンによって負荷される場合の、約 1 . 5 k g f (約 1 4 . 7 N) を超える貫入抵抗性、ならびに

(b) 8 H 以上の鉛筆硬度

によって特徴付けられる、方法。

【請求項 7】

前記カバーが、前記第一ガラス層の該第一主要面から該第一ガラス層の第一深さまで広がる圧縮応力領域であって、該第一ガラス層の該第一主要面における少なくとも約 1 0 0

50

M P a の圧縮応力によって定義される、圧縮応力領域をさらに含み、

前記カバーを屈曲させて、該背面板における該静的屈曲の該曲げ半径に実質的に等しい半径を有する少なくとも一つの静的屈曲を形成するステップをさらに含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

封入材を前記背面板に密封接着するステップと、
該封入材によって前記複数の電子部品を封入するステップと、
をさらに含む、請求項 6 または 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記封入材が、
(a) 約 25 μ m から約 125 μ m の厚さ、
(b) 少なくとも 90 % の光透過率を有する第二ガラス層、
(c) 第一主要面、
(d) 該第二ガラス層の該第一主要面から該第二ガラス層の第一深さまで広がる圧縮応力領域であって、該第二ガラス層の該第一主要面における少なくとも約 100 M P a の圧縮応力によって定義される、圧縮応力領域、および

前記背面板における前記静的屈曲の前記曲げ半径に実質的に等しい半径を有する少なくとも一つの湾曲した構造的特徴
を含み、

さらに、

(a) 該背面板に前記封入材を密封接着する前記ステップの前に、該封入材を屈曲させて該少なくとも一つの湾曲した構造的特徴を形成するステップ
を含む、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記密封接着するステップが、前記封入材を前記背面板にフリットシーリングするステップを含む、請求項 8 または 9 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【関連出願の相互参照】

【0001】

本出願は、米国特許法第 119 条の下、2014 年 11 月 5 日に出願された米国特許仮出願第 62/075,599 号明細書に対する優先権の恩典を主張するものであり、なお、本出願は当該仮出願の内容に依拠し、ならびに当該仮出願の全体は参照により本明細書に組み入れられる。

【技術分野】

【0002】

本開示は、概して、一つまたは複数の静的な非平面状の構造的特徴を有する、ガラス物品、スタックアセンブリ、および電子デバイスアセンブリ、ならびにそれらを製造する様々な方法に関する。より詳しくは、本開示は、無アルカリガラス要素を含むこれらの物品およびアセンブリの変更例、ならびにそれらを製造する方法に関する。

【背景技術】

【0003】

従来は本質的に剛性および/または平坦である製品および構成要素の可撓性で湾曲した変更例が、新しい用途のために概念化されている。例えば、可撓性電子デバイスは、薄く軽量で可撓性の特性を提供することができ、それらは、新しい用途、例えば、湾曲したディスプレイおよびウェアラブルデバイスなどのための機会を提供する。これらの可撓性の電子デバイスの多くが、これらのデバイスの電子部品の保持および取り付けのために、可撓性の基材を必要としている。ポリマー箔は、疲労破損に対する耐性を含むいくつかの利点を有するが、周辺部光透過性、熱安定性の不足、および限られた気密性という弱点を抱えている。ポリマー箔が電子デバイスの背面板または基板として用いられる場合、それらにおける限られた耐熱性により、これらのデバイスに用いられる電子部品の処理および製

10

20

30

40

50

造が著しく制限される。

【0004】

静的な非平面状の構造的特徴を有するこれらの電子デバイスのいくつかも、可撓性ディスプレイを利用することができる。例えば、これらの静的な非平面状の構造的特徴は、斜角を付けた端部、当該ディスプレイを収容するデバイスの長さ方向における湾曲、当該ディスプレイを収容するデバイスの幅方向における湾曲、ならびに湾曲した、屈曲した、または非平面状のディスプレイの構造的特徴の他の変化を有するディスプレイを構成することができる。光透過性および熱安定性は、多くの場合、可撓性ディスプレイ用途にとって重要な特性である。さらに、静的な非平面状の構造的特徴を有する可撓性ディスプレイは、特に、実質的な湾曲を有する一つまたは複数の表面を伴う、タッチスクリーン機能を有する可撓性ディスプレイの場合、小さい曲げ半径での破損に対する抵抗性を含む、高い静的疲労抵抗性および貫入抵抗性を有していなければならない。

10

【0005】

従来の可撓性ガラス材料は、一つまたは複数の静的な非平面状の構造的特徴を有する基板および/またはディスプレイ用途にとって必要とされる特性の多くを提供する。しかしながら、これらの用途にガラス材料を利用する努力は、これまで、ほとんど成功していない。一般的に、ガラス基板は、非常に低い厚さレベル($< 25 \mu\text{m}$)に製造することにより、さらに小さい曲げ半径を達成することができる。しかしながら、これらの「薄い」ガラス基板は、限られた貫入抵抗性という欠点を抱えている。同時に、より厚いガラス基板($> 150 \mu\text{m}$)は、より良好な貫入抵抗性を有するように製造することができるが、これらの基板は、一つまたは複数の静的な非平面形状への屈曲の際の好適な静的疲労抵抗性および機械的信頼性を欠いている。さらに、いくつかの従来のガラス基板組成物は、比較的高いアルカリイオンレベルを有するという欠点を有する。これらの組成物で作製されたガラス基板は、これらの基板上に取り付けられた電子デバイスおよび電子部品の性能を低下させ得るアルカリイオンの移動に影響を受けやすい。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

したがって、特に非平面形状の電子デバイス用途のための、一つまたは複数の静的な非平面状の構造的特徴を有する、背面板、基板、および/またはディスプレイ用途における信頼性の高い使用のための、ガラス材料、部品、およびアセンブリが必要とされている。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

ある態様により、実質的にアルカリイオンを含まないガラス組成と、約40 GPaから約100 GPaの弾性率と、約20 μm から約100 μm の最終厚さとを有する背面板を含む、電子デバイスアセンブリが提供される。当該背面板はさらに、第一主要面および第二主要面を有する。当該主要面は、最終厚さを少なくとも20 μm 上回る初期厚さから当該最終厚さへの事前の材料除去によって特徴付けられる。当該アセンブリはさらに、当該背面板の第一主要面上における保護層、および当該背面板の第二主要面上の複数の電子部品を含む。さらに、当該背面板は、約25 mmから約5 mmの間の曲げ半径を有する少なくとも一つの静的屈曲で構成される。いくつかの場合において、当該背面板の曲げ半径は、約15 mmから約5 mmの間に設定することができる。いくつかの実践形態により、当該電子デバイスアセンブリの電子部品は、少なくとも一つの薄膜トランジスタ(TFT)素子、または有機発光ダイオード(OLED)素子を含む。

40

【0008】

本開示のある特定の態様において、当該電子デバイスアセンブリはさらに、複数の電子部品を覆うカバーであって、約25 μm から約125 μm の厚さと、第一主要面と、第二主要面と、背面板の曲げ半径に実質的に等しい半径を有する少なくとも一つの静的屈曲とを有するカバーも含む。当該カバーはさらに、少なくとも90%の光透過率および第一主要面を有する第一ガラス層、ならびに当該第一ガラス層の当該第一主要面から当該第一ガ

50

ラス層の第一深さまで広がる圧縮応力領域であって、当該第一ガラス層の第一主要面における少なくとも約100MPaの圧縮応力によって定義される、圧縮応力領域も含む。当該カバーはさらに、当該カバーの第一主要面が、(i)約1GPa未満の弾性率を有するおよそ25 μ mの厚さの感圧性接着剤および(ii)約10GPa未満の弾性率を有するおよそ50 μ mの厚さのポリエチレンテレフタレート層によって支持され、かつ当該カバーの当該第二主要面が、200 μ m直径の平坦な底面を有するステンレス鋼ピンによって負荷される場合の、約1.5kgf(約14.7N)を超える貫入抵抗性と、8H以上の鉛筆硬度とによって特徴付けられる。

【0009】

追加の態様により、当該電子デバイスアセンブリはさらに、複数の電子部品を覆うカバーであって、あるガラス組成、および背面板の曲げ半径に実質的に等しい半径を有する少なくとも一つの湾曲した構造的特徴を有するカバーも含む。当該カバーは、少なくとも90%の光透過率と、当該カバーの第一主要面が、(i)約1GPa未満の弾性率を有するおよそ25 μ mの厚さの感圧性接着剤、および(ii)約10GPa未満の弾性率を有するおよそ50 μ mの厚さのポリエチレンテレフタレート層によって支持され、かつ当該カバーの当該第二主要面が、200 μ m直径の平坦な底面を有するステンレス鋼ピンによって負荷される場合の、約1.5kgf(約14.7N)を超える貫入抵抗性と、8H以上の鉛筆硬度とによっても特徴付けられる。

【0010】

本開示の電子デバイスアセンブリのある特定の態様において、当該アセンブリはさらに、カバーの下方に位置されかつ背面板に接合された封入材であって複数の電子部品を封入するように構成された封入材も含む。当該電子デバイスアセンブリのいくつかの実践形態は、カバーの下方にありかつ背面板に接合された封入材であって複数の電子部品を封入するように構成された封入材を含む。さらに、当該封入材は、約25 μ mから約125 μ mの厚さを有し、さらに、(a)少なくとも90%の光透過率および第一主要面を有する第二ガラス層と、(b)第二ガラス層の第一主要面から第二ガラス層の第一深さまで広がる圧縮応力領域であって、当該第二ガラス層の第一主要面における少なくとも約100MPaの圧縮応力によって定義される、圧縮応力領域とを含む。当該封入材はさらに、背面板の曲げ半径に実質的に等しい半径を有する少なくとも一つの湾曲した構造的特徴によって特徴付けられる。

【0011】

本開示のさらなる態様において、当該電子デバイスアセンブリはさらに、カバーの下方に位置されかつ背面板に接合された封入材であって、さらに複数の電子部品を封入するように構成された封入材と、当該封入材の第一主要面上の保護層とを含むことができる。この態様において、当該封入材はさらに、実質的にアルカリイオンを含有せず、少なくとも90%の光透過率を有するガラス組成と、約40GPaから約100GPaの弾性率と、約20 μ mから約100 μ mの最終厚さと、第一主要面と、第二主要面とによって特徴付けられ、この場合、当該主要面は、最終厚さを少なくとも20 μ m上回る初期厚さから該最終厚さへの事前の材料除去によって特徴付けられる。当該封入材はさらに、背面板の曲げ半径に実質的に等しい半径を有する、少なくとも一つの湾曲した構造的特徴または静的屈曲によって特徴付けられる。

【0012】

追加の態様により、実質的にアルカリイオンを含まないガラス組成、約40GPaから約100GPaの弾性率、最終厚さを少なくとも20 μ m上回る初期厚さ、第一主要面、および第二主要面を有する背面板を形成するステップと、当該背面板の初期厚さから材料を除去することによって最終厚さを画定するステップであって、当該最終厚さが約20 μ mから約100 μ mであるステップとを含む、電子デバイスアセンブリを形成する方法が提供される。当該方法はさらに、当該背面板の第一主要面上に保護層を形成するステップと、当該背面板の第二主要面上に複数の電子部品を配設するステップと、当該背面板の第二主要面上に複数の電子部品を配設するステップの後に当該背面板において少なくとも一

10

20

30

40

50

つの静的屈曲を形成するステップであって、当該静的屈曲が約 2.5 mm から約 5 mm の間の曲げ半径を有するステップも含む。

【0013】

電子デバイスアセンブリを形成する方法のある特定の態様において、当該方法はさらに、複数の電子部品を覆うカバーであって、約 25 μm から約 125 μm の厚さと、第一主要面と、第二主要面とを有するカバーを形成するステップを含むことができる。当該カバーはさらに、少なくとも 90% の光透過率および第一主要面を有する第一ガラス層と、当該第一ガラス層の当該第一主要面から当該第一ガラス層の第一深さまで広がる圧縮応力領域であって、当該第一ガラス層の第一主要面における少なくとも約 100 MPa の圧縮応力によって定義される、圧縮応力領域とを含む。当該カバーはさらに、当該カバーの第一主要面が、(i) 約 1 GPa 未満の弾性率を有するおよそ 25 μm の厚さの感圧性接着剤および(ii) 約 10 GPa 未満の弾性率を有するおよそ 50 μm の厚さのポリエチレンテレフタレート層によって支持され、かつ当該カバーの当該第二主要面が、200 μm 直径の平坦な底面を有するステンレス鋼ピンによって負荷される場合の、約 1.5 kgf (約 14.7 N) を超える貫入抵抗性と、ならびに 8 H 以上の鉛筆硬度とによっても特徴付けられる。当該方法はさらに、当該カバーを屈曲させて、背面板における静的屈曲の曲げ半径に実質的に等しい半径を有する少なくとも一つの静的屈曲を形成するステップも含む。

10

【0014】

電子デバイスアセンブリを形成する方法のある特定の態様において、当該方法は、封入材を背面板に密封接着するステップ、および当該封入材によって複数の電子部品を封入するステップを含む。いくつかの実施形態により、当該封入材は、約 25 μm から約 125 μm の厚さ、少なくとも 90% の光透過率を有する第二ガラス層、第一主要面、および第二主要面を含む。当該封入材はさらに、当該第二ガラス層の第一主要面から当該第二ガラス層の第一深さまで広がる圧縮応力領域であって、当該第二ガラス層の第一主要面における少なくとも約 100 MPa の圧縮応力によって定義される、圧縮応力領域と、背面板における静的屈曲の曲げ半径に実質的に等しい半径を有する少なくとも一つの湾曲した構造的特徴とを含む。ある特定の態様は、当該背面板に当該封入材を密封接着するステップの前に、当該封入材を屈曲させて少なくとも一つの湾曲した構造的特徴を形成するステップを含み得る。先述の方法の別の態様において、当該密封接着するステップは、当該背面板に当該封入材をフリットシーリングするステップを含む。

20

30

【0015】

さらなる特徴および利点は以下の詳細な説明において述べられ、ある程度は、当業者にはその説明から容易に明らかとなるであろうし、あるいは、以下の詳細な説明、特許請求の範囲および添付図面も含む、本明細書において説明されるような実施形態を実施することによって認められるであろう。

【0016】

上述の全般的説明および以下の詳細な説明の両方は、単なる例示であり、特許請求の範囲の本質および特質を理解するための概要または枠組みを提供することを意図していることは理解されたい。添付の図面は、さらなる理解を提供するために含まれており、本明細書に組み込まれて本明細書の一部を成すものである。当該図面は、一つまたは複数の実施形態を例示するものであり、説明と共に、様々な実施形態の原理および作用を説明するのに役に立つ。本明細書において使用される方向を示す用語、例えば、上、下、右、左、前、後ろ、上部、下部などは、描かれたままの図に対する単なる言及であって、絶対的方向性を示すことを意図するものではない。

40

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】エッチングされ刻み目を入れた主要面を有する可撓性ガラス試料の群と、エッチングされた主要面を有する可撓性ガラス試料の別の群における、破損確率対破損時の負荷のワイブルプロットである。

50

【図2】本開示の態様による、実質的にアルカリイオンを含有しない組成を有する無アルカリガラス要素と保護層とを含む屈曲可能なスタックアセンブリの斜視図である。

【図2A】図2に示されたスタックアセンブリの断面図である。

【図2B】本開示のさらなる態様による、規定された半径の静的屈曲を有する構成へのアセンブリの屈曲時における、図2に示されたスタックアセンブリの断面図である。

【図2C】本開示の態様による、規定された半径の二つの静的屈曲を有する構成へのアセンブリの屈曲時における、図2に示されたスタックアセンブリの断面図である。

【図3】本開示のさらなる態様によるこれらのアセンブリにおいて用いられる無アルカリガラス要素の最大曲げ半径、弾性率、および厚さに特に関する、屈曲可能なスタックアセンブリの設計構成を示す概略図である。

10

【図3A】本開示のさらなる態様によるこれらのアセンブリにおいて用いられる無アルカリガラス要素の最大曲げ半径、弾性率、および厚さに特に関する、屈曲可能なスタックアセンブリの設計構成を示す概略図である。

【図4】無アルカリガラス組成を有する背面板、保護層、当該背面板上の電子デバイス、および電子デバイスを有する表面を圧縮された状態にする背面板の静的屈曲を含む、本開示の追加の態様による電子デバイスアセンブリの断面図である。

【図4A】無アルカリガラス組成を有する背面板、保護層、当該背面板上の電子デバイス、および電子デバイスを有する表面を伸張された状態にする背面板の二つの静的屈曲を含む、本開示の態様による電子デバイスアセンブリの断面図である。

【図5】図4に示された電子デバイスアセンブリ、ならびに図4に示されたアセンブリの背面板の静的屈曲に実質的に等しい静的屈曲を有する、封入材およびカバーを組み入れた、電子デバイスアセンブリの断面図である。

20

【図5A】図4Aに示された電子デバイスアセンブリ、ならびに図4に示されたアセンブリの背面板の静的屈曲に実質的に等しい複数の静的屈曲を有する、封入材およびカバーを組み入れた、電子デバイスアセンブリの断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

その実施例が添付の図面に例示されている好ましい本実施形態について詳細に説明する。可能な限り、図面全体を通じて、同じもしくは類似の部分の指すために、同じ参照番号が使用される。範囲は、本明細書において、「約」一つの特定の値から、および/または「約」別の特定値まで、と表現することができる。そのような範囲が表現されるとき、他の態様は、一方の特定値から、および/または他方の特定値までを含む。同様に、値が近似値で表される場合、「約」という用語を前に用いることで、この特定値が、別の態様を形成することが理解されるであろう。さらに、各範囲の終点は、他方の終点との関連において、および他方の終点とは無関係に、双方とも有意であることが理解されるであろう。

30

【0019】

他の特徴および利点の中でも特に、本開示のスタックアセンブリ、ガラス要素、およびガラス物品（ならびにそれらの製造方法）は、小さい曲げ半径での機械的信頼性（例えば、静的伸張および疲労における）を提供する。当該スタックアセンブリ、ガラス要素、および/またはガラス物品が、非平面形状のディスプレイおよび/または一つまたは複数の静的な非平面状の構造的特徴を有するディスプレイ内の基板または背面板部品として使用される場合、小さい曲げ半径ならびにアルカリイオン移動に対する感応性の低減は、特に有益である。例えば、当該要素、アセンブリ、または物品は、その一部において静的な斜角を付けた端部または定義された湾曲を有する他の静的な構造的特徴を有するようなディスプレイにおいて用いることができる。本開示における物品の可撓性は、製造の際に、適用環境内でのこれらの物品のその非平面形状での機械的完全性および信頼性を維持しつつ、これらの物品を所望の非平面状端部形状へと成形することを可能にする。より一般的には、当該スタックアセンブリ、ガラス要素、および/またはガラス物品は、折り畳み可能なディスプレイの、使用者に面する部分であって貫入抵抗性が特に重要な場所のカバー、

40

50

その上に電子部品が配設される、デバイス自体の中に内部的に配設された基板、または、例えば封入材層などの、折り畳み可能なディスプレイデバイスにおける他の場所のうちの、一つまたは複数として使用され得る。あるいは、当該スタックアセンブリ、ガラス要素、および/またはガラス物品は、ディスプレイを有さないデバイスであるが、ガラス層がその有益な特性のために使用され、ならびに一つまたは複数の静的な非平面状の構造的特徴によって、そのような構造的特徴によって説明される先述のディスプレイと同じ方式で構成されるデバイスにおいて使用することもできる。

【0020】

本開示の一態様により、実質的にアルカリオンを含有しない組成と、約40 GPaから約100 GPaの弾性率と、約20 μmから約100 μmの最終厚さとを有するガラス要素を含む、屈曲可能なスタックアセンブリが提供される。当該アセンブリはさらに、当該ガラス要素の一つまたは複数の主要面を覆う少なくとも一つの保護層も含む。当該ガラス要素の最終厚さは、例えば、当該ガラス要素の各面から少なくとも10マイクロメートルを除去するエッチングプロセスなどの材料除去プロセス後の当該要素の厚さである。さらに、当該スタックアセンブリのガラス要素は、規定された半径を有する一つまたは複数の静的屈曲を有する。

【0021】

静的条件下および/またはサイクル条件下において破損することなく所望の構成へと曲げることができる無アルカリの屈曲可能なガラス物品の能力は、少なくとも部分的に当該物品の強度に依存する。当該物品の強度は、多くの場合、当該物品に適用された応力場に対する当該物品における欠陥径および欠陥分布に依存する。製造の際、無アルカリガラス基板は、切断され、分離されるか、さもなければ最終形状またはほぼ最終形状へと分割される。これらのプロセス、およびそれらに関連するハンドリングは、多くの場合、当該物品に欠陥を生じさせ、それらは、当該物品の強度および靱性を低下させる。結果として、無アルカリガラス板は、多くの場合、250 MPa以下の強度レベルを示す。約0.8 MPa・m^{1/2}の破壊靱性(K_{IC})値は、無アルカリガラス組成物において典型的である。下記の式(1)を用いることにより、ハンドリングおよび製造関連のダメージを受けたそのような物品に対して、約2.6マイクロメートルの最大欠陥径を見積もることが可能である：

$$K_{IC} = Y \cdot \sigma \cdot a^{1/2} \quad (1)$$

式中、aは最大欠陥径であり、Yは、経験的に決定された亀裂形状因子であり、例えばディスプレイデバイスに用いられるガラス要素への、単体化および製造関連のハンドリングダメージに典型的に関連する表面スクラッチの場合、約1.12・a^{1/2}である。

【0022】

材料除去プロセス、例えば、単体化の後に実施される酸エッチング手順などは、欠陥の密度およびサイズを減少させることにより、無アルカリガラス物品(および他のガラス組成物)内の欠陥の分布を著しく改善することができる。ガラスから材料を除去するために、当業者によって用いられる他のアプローチ(例えば、レーザーエッチングなど)を用いることもできる。本開示の態様により、これらの材料除去プロセスは、無アルカリガラス要素の強度を1000 MPa以上の強度レベルまで高めることができる。式(1)を考慮すると、当該材料除去プロセスは、最大欠陥径であるaを162 nmまで減少させる。

【0023】

さらに、ハンドリングおよび単体化は、当該物品にダメージを生じさせ得るので、材料除去プロセスの後での無アルカリガラス物品(または他のガラス組成物を有する物品)の最小限の注意深いハンドリングでさえ、材料除去手順によって得られた物品における高められた強度を著しく低下させ得ることが予想される。図1は、この点を実証する破損負荷および破損確率のワイブルプロットを表している。特に、材料除去プロセスおよび小さいキューブコーナー圧入を施された、非強化のCorning Gorilla(登録商標)ガラス物品の群(すなわち、「B1-ディープエッチング」群)は、同じ組成および材料除去プロセス条件を有する試料の群(すなわち、「A1-ディープエッチング」群)と

10

20

30

40

50

比較して、著しく低い強度値を示した。図1において、試験した試料は、元々は約200マイクロメートルの厚さを有しており、これらは、ディープ酸エッチング手順によって厚さが75マイクロメートルまで減少した。B1群では、当該試料に、約10グラムの力(gf)(約98mN)においてキューブコーナー圧入を施した。

【0024】

再び図1を参照すると、A1群は、10%以上の破損確率において1000MPaを超える強度値を示した。さらに、1000MPaよりかなり低い強度値を有する二つのデータ点は、試験関連のハンドリングの際に不注意によりダメージを受けた異常値であると考えられる。結果として、A1群において図1に示されるワイブル係数(すなわち、破損確率対破損時の応力の傾き)は、二つの異常値も含むという意味において、控え目な値である。当該異常値を群から無視する場合、結果として得られるワイブル係数は、おそらく2%以上の破損確率において、1000MPaを超える強度値が見積もられることを示している。それに対して、試料のB1群は、全ての破損確率において200MPa以下の強度値を示した。2%の破損確率では、予想される強度は、約150MPaである。非強化Corning「Gorilla」ガラス試料に関連して図1において生じるデータは、無アルカリガラス試料によって生じる強度データに相当するであろうことが予想される。強度値およびワイブル係数は、無アルカリガラス組成を有する試料の群と非強化Corning「Gorilla」ガラス組成を有する試料の群との間においてわずかに異なり得るが、その一方で、図1に示されるキューブコーナー圧入に関連する強度の低下において観察される傾向は、実質的に同等であることが予想される。

【0025】

これらの見解を考慮して、本開示の態様は、最終的な用途または製品構成のための、静的屈曲および/または湾曲した構造的特徴の発達による引張応力に晒される無アルカリガラス要素の一つまたは複数の表面に保護層を加えることである。当該保護層は、電子デバイスまたは他の物品に当該ガラス要素を取り付ける前に、無アルカリガラス要素における高められた強度レベルが、追加のハンドリングおよび製造の際に維持されることを保証するであろうことが予想される。例えば、保護層は、その最終的な設計の一部として、製造の際に当該要素に適用されるかまたは当該要素において発達した永久的または半永久的屈曲および/または湾曲による伸張状態にある無アルカリガラス要素の主要面に適用することができる。いくつかの態様において、当該保護層は、保護される無アルカリガラス要素の表面への接触を最小限に抑えるために適用される。100マイクロメートル以下の厚さのポリメチルメチルアクリレート(PMMA)などの材料の薄いポリマーフィルムを、100マイクロメートル以下の厚さの接着層によって無アルカリガラス要素の主要面に接着することによって、それらを保護することができる。ある特定の実施形態において、当該保護層は、約5マイクロメートルから約50マイクロメートルの厚さにおいて、ナノシリカ粒子と、エポキシまたはウレタン材料とによる混合物を含み得る。さらに、そのような保護層は、以下のコーティング適用技術、すなわち、ディップ、スプレー、ローラー、スロットダイ、カーテン、インクジェット、オフセット印刷、グラビア、オフセットグラビア、刷毛塗り、転写印刷、キャストおよび硬化、ならびに当業者によって理解される他の好適なプロセスのうちの任意の一つまたは複数を用いて適用することができる。そのような混合物は、その最終的な設計構成に関連する、当該要素における静的屈曲からの引張応力を受けることが予想される無アルカリガラス要素の端部を保護するためにも用いることができる。

【0026】

図2から図2Cを参照すると、本開示の一態様による屈曲可能なスタックアセンブリ100、100aが示されている。当該アセンブリ100は、実質的にアルカリイオンを含有しない組成と、約40GPaから約100GPaの弾性率と、約20μmから約100μmの最終厚さ52と、第一主要面54と、第二主要面56とを有するガラス要素50を含む。図2Bでは、静的屈曲が当該屈曲可能なスタックアセンブリ100に適用されており、それにより、第一主要面54が、実質的に伸張され、第二主要面56が、実質的に圧

10

20

30

40

50

縮されている。図2Cでは、二つの静的屈曲が当該屈曲可能なスタックアセンブリ100aに適用されており、それにより、第一主要面54が、実質的に圧縮され、第二主要面56が、実質的に伸張されている。いくつかの態様において、スタックアセンブリ100、100aに対し、一つまたは複数の静的屈曲が、主要面54および56のうちの一つまたは複数に適用される。

【0027】

図2から図2Cに示されているように、主要面54、56は、最終厚さ52を少なくとも20 μ m上回る初期厚さから当該最終厚さ52への事前の材料除去によって特徴付けられる。当該ガラス要素は、第一主要面54上にある、厚さ72を有する保護層70も含む。いくつかの追加の態様において、保護層70は、第二主要面56、または主要面54、56の両方に適用される。さらに、屈曲可能なスタックアセンブリ100のガラス要素50は、当該要素50が約100mm以下、75mm以下、50mm以下、25mm以下から約5mmまでの曲げ半径40での静的屈曲に晒される場合に破損がないことによって特徴付けられる(図2Bを参照されたい)。同様に、屈曲可能なスタックアセンブリ100aのガラス要素50は、当該要素50が約100mm以下、75mm以下、50mm以下、25mm以下から約5mmまでの曲げ半径40aでの一つまたは複数の静的屈曲に晒される場合に破損がないことによって特徴付けられる(図2Cを参照されたい)。いくつかの態様において、ガラス要素50の厚さおよび弾性率と、他の考慮事項の中でも特に、伸張下における当該要素の領域内の欠陥分布とに応じて、より小さい曲げ半径40、40aさえも実現可能である。

【0028】

いくつかの態様により、図2から図2Cに示されるガラス要素50の組成は、0.5モル%未満の Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O 、 Rb_2O 、および Cs_2O のそれぞれを有する。ある特定の实践形態において、ガラス要素50の無アルカリの性質は、0.45モル%、0.40モル%、0.35モル%、0.30モル%、0.25モル%、0.20モル%、0.15モル%、0.10モル%、または0.05モル%未満の、 Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O 、 Rb_2O 、および Cs_2O のそれぞれによって特徴付けられる。

【0029】

いくつかの实践形態において、図2から図2Cに示される屈曲可能なスタックアセンブリ100、100aは、当該要素50が約25および約50%の相対湿度において約15mmの曲げ半径40、40aにおける一つまたは複数の静的屈曲を含む場合に破損がないことによって特徴付けられるガラス要素50を含む。他の態様において、当該ガラス要素50は、当該要素が同一または同様の試験条件下において5mmの曲げ半径における一つまたは複数の静的屈曲を含む場合に破損がないことによって特徴付けられる。図2から図2Cに表されるスタックアセンブリ100、100aは、予想される適用環境に一致する他の試験条件下(例えば、前に述べた値の約 $\pm 10\%$ 以内の湿度および/または温度レベル)においても、同一または同様の曲げ半径(例えば、前に述べた曲げ半径の約 $\pm 10\%$ 以内)が可能である。

【0030】

再び図2から図2Cを参照すると、ガラス要素50の主要面54上(および/またはいくつかの態様では第二主要面56上)における屈曲可能なスタックアセンブリ100、100aの保護層70は、様々な材料を含むことができる。好ましくは、当該保護層70は、少なくとも5マイクロメートルの厚さ72を有するポリマー材料を含む。いくつかの態様において、保護層70の厚さ72は、ガラス要素50の厚さに応じて、5マイクロメートルから50マイクロメートルの範囲であり得る。より薄いガラス要素に対しては、その処理に関連する保護層の収縮によって当該要素が歪むのを防ぐために、先述の範囲の下端の厚さ72を有する保護層70を用いることが好ましい。いくつかの態様により、当該ガラス要素の厚さが増加するのに伴って、保護層70の厚さ72も先述の範囲内において増加することができる。さらに、保護層70が、その形状化された状態において伸張されるであろうガラス要素50の表面上にある場合、当該保護層70は、ガラス要素50にお

10

20

30

40

50

ける引張張力へのその寄与を最小化するように作製され得る。例えば、当該保護層70の厚さおよび/または弾性率は、ガラス要素50のそれらより小さくなるように選択される。

【0031】

当該保護層70が、ナノシリカ粒子と、エポキシ材料およびウレタン材料のうちの少なくとも一方を含むことができる。保護層70のためのこれらの組成物、および他の好適な代替の組成物は、2014年10月17日に出願された米国特許出願第14/516,685号明細書においても開示されている。好ましい一例において、以下の組成を有するウレタンを、保護層70に用いることができる。組成は、50%のオリゴマー(Ebecryl(登録商標) 8311:脂肪族ウレタンアクリレートに分散させた40%の20nmナノシリカ)、43.8%のモノマー(Sartomer(登録商標) Arkema SR531:環状トリメチロールプロパンホルマールアクリレート)、0.2%の光開始剤(MBF:ベンゾイルギ酸メチル)、3.0%のシラン接着促進剤(APTMS:3-アクリルオキシプロピトリメトキシシラン)、および3.0%の接着促進剤(「Sartomer」 Arkema CD9053:TMPEOTA中におけるアクリレートリン酸エステル)である。別の好ましい例において、以下の組成を有するエポキシを保護層70に用いることができる。組成は、70.69%のNanopox(登録商標) C-620(40重量%の20nmの球状ナノシリカを含む脂環式エポキシ樹脂)、23.56%の「Nanopox」 C-680(50重量%の20nm球状ナノシリカを含むオキセタンモノマー)、3.00%のMomentive(商標) CoatOSil(登録商標) MP-200(シラン接着促進剤)、2.50%のDow Chemical Cyacure UVI-6976(商標)(カチオン性光開始剤)、および0.25%のCiba(商標) Tinuvin(登録商標) 292(ヒンダードアミン光安定剤)である。保護層70は、同一または同様の厚さを有する接着層によってガラス要素50の表面に接着されたポリマー層、ポリマーフィルム、またはポリマーシートも含み得る。

【0032】

図2から図2Bに示される屈曲可能なスタックアセンブリ100は、高められた強度値を示す欠陥分布を有するガラス要素50によって構成することができる。ある特定の実践形態において、第一主要面54ならびに当該第一主要面54と最終厚さのおよそ半分62との間の領域60は、約200nm以下の平均最長断面寸法を有する複数の欠陥によって特徴付けられる欠陥分布を有する、実質的に欠陥を含まない領域を画定する。いくつかの態様において、当該実質的に欠陥を含まない領域60は、領域60内の欠陥径を減じるために使用される処理条件に応じて、当該要素50内の様々な深さ(例えば、ガラス要素50の厚さ52の1/3から2/3)に広がり得る。いくつかの実施形態により、当該実質的に欠陥を含まない領域60は、曲げ半径40における一つまたは複数の静的屈曲(例えば、第一主要面54を伸張状態にする当該主要面上の静的屈曲)に関連する引張張力に晒されるガラス要素50の領域に位置される。領域60における高められた強度は、一つまたは複数の静的屈曲の組み込みに関連する、当該領域におけるより高い引張張力を相殺することができる。

【0033】

同様に、図2Cに示される屈曲可能なスタックアセンブリ100aは、高められた強度値を示す欠陥分布を有するガラス要素50によって構成することができる。ある特定の実践形態において、第二主要面56ならびに当該第二主要面56と最終厚さのおよそ半分62aとの間の領域60aは、約200nm以下の平均最長断面寸法を有する複数の欠陥によって特徴付けられる欠陥分布を有する、実質的に欠陥を含まない領域を画定する。いくつかの態様において、当該実質的に欠陥を含まない領域60aは、領域60a内の欠陥径を減じるために用いた処理条件に応じて、当該要素50内の様々な深さ(例えば、ガラス要素50の厚さ52の1/3から2/3)に広がり得る。いくつかの実施形態により、当該実質的に欠陥を含まない領域60aは、曲げ半径40aにおける一つまたは複数の静的

屈曲（例えば、第二主要面 5 6 を伸張状態にする当該主要面上の静的屈曲）に関連する引張張力に晒されるガラス要素 5 0 の領域に位置される。領域 6 0 a における高められた強度は、一つまたは複数の静的屈曲の組み込みに関連する、当該領域におけるより高い引張張力を相殺することができる。

【 0 0 3 4 】

本開示の他の態様により、図 2 から図 2 C に示される屈曲可能なスタックアセンブリ 1 0 0、1 0 0 a は、融合プロセスによって形成されたガラス要素 5 0 を含み得、ならびに当該要素の弾性率は、約 4 0 G P a から約 6 5 G P a の間である。したがって、当該ガラス要素 5 0 は、融合線（図示されず）を含み得る。ある特定の態様において、当該ガラス要素 5 0 は、約 10^{10} P a · s の粘度における 7 0 0 から 8 0 0 の間の仮想温度によって特徴付けることができ、好ましくは融合プロセスを用いて調製される。これらの仮想温度は、一般的に、ほとんどの無アルカリガラス組成物の仮想温度より高く、結果として、フロート法を用いて調製されかつアニール処理された組成物と比較して、より低い弾性率値を生じる。フロート法によって調製された無アルカリガラス組成物は、多くの場合、融合プロセスを用いて調製されたガラス要素と比べてより高い弾性率を有するため、当該組成物はあまり望ましくない。

【 0 0 3 5 】

図 2 から図 2 C に示される屈曲可能なスタックアセンブリ 1 0 0、1 0 0 a の別の実践形態において、当該アセンブリは、実質的にアルカリイオンを含有しない組成と、約 4 0 G P a から約 1 0 0 G P a の弾性率と、少なくとも 0.6 M P a · m^{1/2} の K_{Ic} 破壊靱性と、約 2 0 μ m から約 1 0 0 μ m の厚さ 5 2 とを有するガラス要素 5 0 を含む。アセンブリ 1 0 0 に関して、当該ガラス要素 5 0 は、ある半径 4 0 での静的屈曲の組み込みの際に、実質的に伸張される第一主要面 5 4 および実質的に圧縮される第二主要面 5 6 も含む（図 2 B を参照されたい）。アセンブリ 1 0 0 a に関して（図 2 C を参照されたい）、当該ガラス要素 5 0 は、ある半径 4 0 a での一つまたは複数の静的屈曲の組み込みの際に、実質的に伸張される第二主要面 5 6 および実質的に圧縮される第一主要面 5 4 も含む。アセンブリ 1 0 0、1 0 0 a のガラス要素 5 0 は、第一主要面 5 4 上に保護層 7 0 も含む。

【 0 0 3 6 】

図 2 から図 2 C に示される屈曲可能なスタックアセンブリ 1 0 0、1 0 0 a のある特定の態様において、当該アセンブリは、実質的にアルカリイオンを含有しない組成と、約 4 0 G P a から約 1 0 0 G P a の弾性率と、約 2 0 μ m から約 1 0 0 μ m の最終厚さ 5 2 と、2 % 以上の破損確率での少なくとも 1 0 0 0 M P a の曲げ強度とを有するガラス要素 5 0 で構成することができる。当該ガラス要素 5 0 はさらに、これらの主要面への、ある曲げ半径 4 0、4 0 a での一つまたは複数の静的屈曲の組み込みの際に、実質的に伸張または圧縮される第一主要面 5 4 および実質的に圧縮または伸張される第二主要面 5 6 も含む。この構成において、主要面 5 4、5 6 は、最終厚さを少なくとも 2 0 μ m 上回る初期厚さから当該最終厚さ 5 2 への事前の材料除去によって特徴付けられる。当該ガラス要素 5 0 はさらに、第一主要面 5 4 上に保護層 7 0 も含む。さらに、当該ガラス要素は、当該アセンブリ 1 0 0、1 0 0 a に対して、第一主要面 5 4 に積層された保護層 7 0 の一部に 1 0 g f（約 9 8 m N）においてキューブコーナー圧子による圧入を施した後での、曲げ強度の少なくとも 9 0 % の残留強度によって特徴付けられる。

【 0 0 3 7 】

図 3 によって実証されるように、様々な厚さおよび弾性率の無アルカリガラス要素を有する屈曲可能なスタックアセンブリ 1 0 0、1 0 0 a を用いることにより、本開示の態様による 2 5 m m 以下の曲げ半径 4 0、4 0 a を達成することができる。1 0 0 0 M P a 以上の予想される強度レベルにより、最大強度値の 1 / 5 以下に引張応力を維持することによって、推定 1 0 年の寿命のための疲労破損抵抗性（例えば、サイクル疲労および/または静的疲労）を得ることができる。したがって、2 0 0 M P a 以下の応力レベルを生じる静的な曲げ半径は、当該無アルカリガラス要素における静的疲労関連の破損に影響されに

10

20

30

40

50

くい。より詳細には、図3に表される解空間を生成するために、スタックアセンブリ100、100aに用いられたガラス要素に対して、200MPaの最大誘起引張応力 σ_{max} を仮定し、下記の式(2)を使用した：

$$R = (E \cdot h) / (1 - \nu^2) \cdot \sigma_{max} \quad (2)$$

式中、Rは疲労関連の破損の無いスタックアセンブリの最大曲げ半径であり、hはガラス要素の厚さであり、Eはガラス要素の弾性率であり、 ν は無アルカリガラスに対するポアソン比である(0.2であると仮定した)。

【0038】

図3を参照すると、約82GPaの弾性率(「ガラスC」)および約100マイクロメートルの厚さを有するガラス要素50で構成された屈曲可能なスタックアセンブリ100、100aは、約22mmの最大静的曲げ半径40、40aが可能であることは明白である。例えば、厚さを20マイクロメートルまで減少させると、最大曲げ半径は約4mmまで向上する(すなわち、より鋭い屈曲が実現可能である)。同様に、より低い約74GPaの弾性率(「ガラスB」)および約100マイクロメートルの厚さを有するガラス要素50で構成された屈曲可能なスタックアセンブリ100、100aは、約18mmの最大曲げ半径40、40aが可能である。例えば、当該厚さを20マイクロメートルまで減少させると、最大曲げ半径は4mm未満まで向上する。さらに、約57GPaの弾性率(「ガラスA」)および約100マイクロメートルの厚さを有するガラス要素50で構成された屈曲可能なスタックアセンブリ100、100aは、約15mmの最大曲げ半径40、40aが可能である。例えば、当該厚さを20マイクロメートルまで減少させると、最大曲げ半径は約3mmまで向上する。

【0039】

図3Aによって実証されるように、様々な厚さおよび弾性率の無アルカリガラス要素を有する屈曲可能なスタックアセンブリ100、100aを用いることにより、本開示の態様による25mm以下の曲げ半径40、40aを達成することができる。1000MPa以上の予想される強度レベルにより、最大強度値の1/3以下に引張応力を維持することによって、推定10年の寿命のための疲労破損抵抗性(例えば、サイクル疲労および/または静的疲労)を得ることができる。したがって、333MPa以下の応力レベルを生じる静的な曲げ半径は、当該無アルカリガラス要素における静的疲労関連の破損に影響されにくい。より詳細には、図3Aに表される解空間を生成するために、スタックアセンブリ100、100aに用いられたガラス要素に対して、333MPaの最大誘起引張応力 σ_{max} を仮定し、下記の式(2)を使用した：

$$R = (E \cdot h) / (1 - \nu^2) \cdot \sigma_{max} \quad (2)$$

式中、Rは疲労関連の破損の無いスタックアセンブリの最大曲げ半径であり、hはガラス要素の厚さであり、Eはガラス要素の弾性率であり、 ν は無アルカリガラスに対するポアソン比である(0.2であると仮定した)。

【0040】

図3Aを参照すると、約82GPaの弾性率(「ガラスC」)および約100マイクロメートルの厚さを有するガラス要素50で構成された屈曲可能なスタックアセンブリ100、100aは、約13mmの最大静的曲げ半径40、40aが可能であることは明白である。例えば、厚さを20マイクロメートルまで減少させると、最大曲げ半径は約2.5mmまで向上する(すなわち、より鋭い屈曲が実現可能である)。同様に、より低い約74GPaの弾性率(「ガラスB」)および約100マイクロメートルの厚さを有するガラス要素50で構成された屈曲可能なスタックアセンブリ100、100aは、約11.5mmの最大曲げ半径40、40aが可能である。例えば、当該厚さを20マイクロメートルまで減少させると、最大曲げ半径は2.5mm未満まで向上する。さらに、約57GPaの弾性率(「ガラスA」)および約100マイクロメートルの厚さを有するガラス要素50で構成された屈曲可能なスタックアセンブリ100、100aは、約9mmの最大曲げ半径40、40aが可能である。例えば、当該厚さを20マイクロメートルまで減少させると、最大曲げ半径は2mm未満まで向上する。

【0041】

図4から図4Aを参照すると、実質的にアルカリオンを含まないガラス組成と、約40GPaから約100GPaの弾性率と、約20 μ mから約100 μ mの最終厚さ152とを有する背面板150を含む電子デバイスアセンブリ200、200aが提供されている。当該背面板150はさらに、第一主要面154および第二主要面156も有する。さらに、当該主要面154、156は、最終厚さ152を少なくとも20 μ m上回る初期厚さから当該最終厚さ152への事前の材料除去によって特徴付けられる。当該アセンブリ200、200aはさらに、当該背面板150の第一主要面154上にある保護層170、および当該背面板150の第二主要面156上にある複数の電子部品180も含む。さらに、アセンブリ100の背面板150（図4を参照されたい）は、約25mmから約5mmの曲げ半径140における少なくとも一つの静的屈曲または湾曲した構造的な特徴で構成される。同様に、アセンブリ100aの背面板150（図4Aを参照されたい）は、約25mmから約5mmの曲げ半径140aにおける少なくとも一つの静的屈曲で構成される。アセンブリ200、200aのいくつかの態様において、背面板150は、約15mmから約5mmの曲げ半径140、140aにおける少なくとも一つの静的屈曲または湾曲した構造的な特徴で構成される。

10

【0042】

図4に示されるように、電子デバイスアセンブリ200は、曲げ半径140における静的屈曲を含むことができ、それにより、第一主要面154は伸張下に置かれ、および電子部品180を含む第二主要面156は圧縮される。結果として、強度低下および最終的に所定の曲げ半径140に対する静的疲労寿命性能の低下を生じ得る、ハンドリング関連の欠陥が、その表面上において発達しないことを保証するために、保護層170が、伸張される主要面154を覆うように位置され得る。当該デバイスアセンブリ200のいくつかの態様において、深さ162を有する実質的に欠陥を含まない領域160が、背面板150内に構成される。背面板150における欠陥を含まない領域160の存在は、背面板における、曲げ半径140での静的屈曲に関連する、第一主要面154に沿った引張応力に、（例えば背面板150の強度および破損靱性を増加させることによって）抵抗することができる。実質的に欠陥を含まない領域160は、アセンブリ100に関連して前に概説された欠陥を含まない領域60（図2から図2B、および対応する説明を参照されたい）に全ての点において相当する。

20

30

【0043】

図4Aに示されるように、電子デバイスアセンブリ200aは、曲げ半径140aにおける静的屈曲を含むことができ、それにより、電子部品180を含む第二主要面156は伸張される。しかしながら、この態様において、初期破損の原因となり得る、当該要素150のその側部におけるハンドリング関連の欠陥がその表面において発達しないことを保証するために、保護層170が、（圧縮されている）第一主要面154を覆うように位置され得る。いくつかの態様において（図示されず）、強度低下および最終的に所定の曲げ半径140aに対する静的疲労寿命性能の低下を生じ得る、ハンドリング関連の欠陥がその表面において発達しないことを保証するために、保護層170が、伸張される第二主要面156（すなわち、電子部品180を含む表面）を覆うように位置され得る。この態様において、保護層170の組成は、一部においては、展開および/または第二主要面156への電子部品180の取り付けに関連する製造プロセスに耐えるのに十分な高温能力をその組成が有すること保証するように、選択され得る。デバイスアセンブリ200aのいくつかの態様において、深さ162aを有する実質的に欠陥を含まない領域160aが、背面板150内に構成される。背面板150における当該欠陥を含まない領域160aの存在は、背面板における、曲げ半径140aでの一つまたは複数の静的屈曲に関連する、第二主要面156に沿った引張応力に、（例えば背面板150の強度および破損靱性を増加させることによって）抵抗することができる。当該実質的に欠陥を含まない領域160aは、アセンブリ100aに関連して前に概説された欠陥を含まない領域60a（図2から図2C、および対応する説明を参照されたい）に全ての点において相当する。

40

50

【 0 0 4 4 】

図4～4Aに示された電子デバイスアセンブリ200、200aに関して、当該電子アセンブリの構成要素である、背面板150、実質的に欠陥を有さない領域160、160a、および保護層170は、図2から図2Cに示されるスタックアセンブリ100、100aに用いられた、それぞれ、ガラス要素50、実質的に欠陥を有さない領域60、60a、および保護層70に相当する。そのため、スタックアセンブリ100、100aの、上記において説明した変更例は、当該電子デバイスアセンブリ200、200aにも適用可能である。

【 0 0 4 5 】

いくつかの態様において、電子デバイスアセンブリ200、200aの電子部品180は、少なくとも一つの薄膜トランジスタ(TFT)素子、または少なくとも一つの有機発光ダイオード(OLED)素子を含む。耐熱性保護層170の組成物が、当該デバイスアセンブリ200、200aにおいて用いられる場合、背面板150上の電子部品180に対して、高温での処理(例えば、ポリマー背面板を有するシステムと比べて)を用いることができる。有利なことに、デバイスアセンブリ200、200aにおける(例えば、可撓性のポリマー製部品のみ)に頼る従来のシステムと比べて)増加した温度能力を使用することにより、より高い製造歩留まり、および/または背面板を収容するデバイスへのより高性能な電子デバイス部品の統合を実現することができる。

【 0 0 4 6 】

図5から図5Aを参照すると、図4から図4Aに示されるアセンブリに相当するデバイスアセンブリ200、200aを用いるか、またはそうでなければそれらを含む、電子デバイスアセンブリ300、300aが示されている。特に、アセンブリ300、300aはさらに、複数の電子部品180を覆うカバー260も含む。当該カバー260は、約25 μ mから約125 μ mの厚さ、第一主要面264および第二主要面266、ならびに背面板150に適用された曲げ半径140、140aに実質的に等しい半径265、265aを有する少なくとも一つの静的屈曲を有することができる。アセンブリ300に関して(図5を参照されたい)、当該カバー260は、(a)少なくとも90%の光透過率、第一主要面264a、および第二主要面266aを有する第一ガラス層260、ならびに(b)第一ガラス層260aの第一主要面264aから当該第一ガラス層の第一深さ268aまで広がる圧縮応力領域268であって、当該第一ガラス層260aの第一主要面264aにおける少なくとも約100MPaの圧縮応力によって定義される、圧縮応力領域268も含む。アセンブリ300aに関して(図5Aを参照されたい)、当該圧縮応力領域268bは、第一ガラス層260aの第二主要面266aから第一深さ268cまで広がり、この場合、当該領域268bは、第二主要面266aにおける少なくとも100MPaの圧縮応力によって定義される。

【 0 0 4 7 】

さらに、電子デバイスアセンブリ300、300aのカバー260は、(a)当該カバー260の第一主要面264が、(i)約1GPa未満の弾性率を有するおよそ25 μ mの厚さの感圧性接着剤、および(ii)約10GPa未満の弾性率を有するおよそ50 μ mの厚さのポリエチレンテレフタレート層によって支持され、かつ当該カバー260の第二主要面266が、200 μ m直径の平坦な底面を有するステンレス鋼ピンによって負荷される場合の、約1.5kgf(約14.7N)を超える貫入抵抗性と、(b)8H以上の鉛筆硬度と、によっても特徴付けられる。

【 0 0 4 8 】

図5から図5Aに示されるように、圧縮応力領域268、268bは、半径265、265aにおける静的屈曲に関連する引張応力におそらく晒されるであろうカバー260の一部に位置される。しかし、圧縮応力領域268、268bは、カバー260の他の場所、本質的に適用環境において引張応力を受けることが予想される任意の領域、または高い強度レベルがカバーにとって有益であり得る他の領域(例えば、電子デバイスアセンブリ300、300aを収容するデバイスの使用者によるハンドリングに晒される表面など)

10

20

30

40

50

にも位置することができることは理解されるべきである。

【0049】

電子デバイスアセンブリ300、300aに用いられるカバー260のある特定の態様において、当該カバー260の厚さは、約25 μm から約125 μm の範囲であり得る。他の態様において、カバー260の当該厚さは、約50 μm から約100 μm 、または約60 μm から約80 μm の範囲であり得る。他の厚さ値も、屈曲可能な当該カバー260の厚さに対する先述の範囲内において用いることができる。

【0050】

カバー260のいくつかの実施形態において、当該カバー260は、当該カバー260の厚さに匹敵する厚さを有する単一のガラス層260aを含む。他の態様において、カバー260は、二つ以上のガラス層260aを含むことができる。その結果として、各ガラス層260aの厚さは、約1 μm から約125 μm の範囲であり得る。当該ガラスカバー260は、一つまたは複数のガラス層260aに加えて、他の非ガラス層（例えば、伸展性のポリマー層など）を含むことができることも理解されるべきである。

【0051】

本開示の態様により、電子デバイスアセンブリ300、300aは、図4から図4Aに示されるアセンブリに相当するデバイスアセンブリ200、200aを用いる。特に、アセンブリ300、300aはさらに、複数の電子部品180を覆うカバー260も含む。当該カバー260は、あるガラス組成と、および背面板150に適用された曲げ半径140、140aに実質的に等しい半径265、265aを有する少なくとも一つの湾曲した構造的特徴と、を有することができる。アセンブリ300に関して（図5を参照されたい）、当該カバー260は、(a)少なくとも90%の光透過率と、(b)当該カバー260の第一主要面264が、(i)約1GPa未満の弾性率を有するおよそ25 μm の厚さの感圧性接着剤、および(ii)約10GPa未満の弾性率を有するおよそ50 μm の厚さのポリエチレンテレフタレート層によって支持され、かつ当該カバー260の第二主要面266が、200 μm 直径の平坦な底面を有するステンレス鋼ピンによって負荷される場合の、約1.5kgf（約14.7N）を超える貫入抵抗性と、(c)8H以上の鉛筆硬度と、によっても特徴付けられる。例えば、この構成において、当該カバー260は、形成されたままの、一つまたは複数の静的屈曲および/または湾曲した構造的特徴を有するガラス要素を用いることができる。

【0052】

さらにカバー260のガラス層260aに関して、各ガラス層260a（ガラス層260aを含まない場合にはカバー260）は、アルカリ不含のアルミノケイ酸ガラス組成物、ホウケイ酸ガラス組成物、アルミノホウケイ酸ガラス組成物、およびケイ酸ガラス組成物から作製することができる。各ガラス層260aは、アルカリを含有するアルミノケイ酸ガラス組成物、ホウケイ酸ガラス組成物、アルミノホウケイ酸ガラス組成物、およびケイ酸ガラス組成物からも作製することができる。ある特定の態様において、アルカリ土類調整剤を、先述の組成物のいずれにも加えることができる。一つの例示的態様において、下記のガラス組成は、ガラス層260aにとって好適である。すなわち、64~69%（モル%ベース）のSiO₂；5~12%のAl₂O₃；8~23%のB₂O₃；0.5~2.5%のMgO；1~9%のCaO；0~5%のSrO；0~5%のBaO；0.1~0.4%のSnO₂；0~0.1%のZrO₂；および0~1%のNa₂Oである。別の例示的態様において、下記の組成は、ガラス層260aにとって好適である。すなわち、約67.4%（モル%ベース）のSiO₂；約12.7%のAl₂O₃；約3.7%のB₂O₃；約2.4%のMgO；0%のCaO；0%のSrO；約0.1%のSnO₂；および約13.7%のNa₂Oである。さらなる例示的態様において、下記の組成も、ガラス層260aにとって好適である。すなわち、68.9%（モル%ベース）のSiO₂；10.3%のAl₂O₃；15.2%のNa₂O；5.4%のMgO；および0.2%のSnO₂である。いくつかの態様において、ガラス層260aの組成は、（他の代替のガラスと比較して）比較的低い弾性率を有するように選択される。ガラス層260aにお

るより低い弾性率は、当該ガラス層がその内に有する、静的屈曲の発達に関連する層 260 a における引張応力を減少させることができる。ガラス層 260 a のための組成を選択するために、他の基準、例えば、これらに限定されるわけではないが、欠陥の発生を最小限に抑えつつ低い厚さレベルの製造の容易さ、屈曲の際に生じる引張応力を相殺する圧縮応力領域の発達の容易さ、光透過性、および耐腐食性など、も使用することができる。

【0053】

図5および図5Aをさらに参照すると、電子デバイスアセンブリ300のカバー260はさらに、ガラス層260 aの第一主要面264 aから当該ガラス層260 aの第一深さ268 aまで広がる圧縮応力領域268も含む。さらに、電子デバイスアセンブリ300 aのカバー260はさらに、ガラス層260 aの第二主要面266 aから当該ガラス層260 aの第一深さ268 cまで広がる圧縮応力領域268 bも含む。他の利点のなかでも特に、当該圧縮応力領域268、268 bは、一つまたは複数の静的屈曲の発達の際にガラス層260 aに生じる引張応力、特に、主要面264 a、266 a付近において最大に達する引張応力を相殺するために、ガラス層260 a内に用いることができる。圧縮応力領域268、268 bは、ガラス層260 aの第一主要面264 aまたは第二主要面266 aにおいて少なくとも約100 MPaの圧縮応力を含むことができる。いくつかの態様において、第一主要面264 aまたは第二主要面266 aにおける圧縮応力は、約600 MPaから約1000 MPaである。他の態様において、当該圧縮応力は、ガラス層260 aに圧縮応力を生じさせるために用いたプロセスに応じて、第一主要面264 aまたは第二主要面266 aにおいて1000 MPaを超え得る(最高2000 MPaまで)。例えば、当該圧縮応力領域268、268 bは、イオン交換プロセスによって、または異なる熱膨張率を有する材料(異なるガラス材料を含む)と一緒に積層することによって形成され得る。当該圧縮応力は、本開示の他の態様において、第一主要面264 aまたは第二主要面266 aにおいて約100 MPaから約600 MPaの範囲でもあり得る。

【0054】

圧縮応力領域268、268 b内において、圧縮応力は、ガラス層の第一主要面264 aまたは第二主要面266 aから第一深さ268 a、268 cまでの深さの関数として、当該ガラス層260 a内において一定のままであるか、減少または増加し得る。そのため、圧縮応力領域268、268 bにおいて、様々な圧縮応力プロファイルを用いることができる。さらに、当該深さ268 a、268 cは、ガラス層の第一主要面264 aまたは第二主要面266 aからおよそ15 μm以下に設定することができる。他の態様において、当該深さ268 a、268 cは、ガラス層の第一主要面264 aまたは第二主要面266 aから、ガラス層260 aの厚さのおよそ1/3以下、またはガラス層260 aの厚さの20%以下であるように設定することができる。

【0055】

図5および図5Aを参照すると、カバー260は、約25%、および約50%の相対湿度での約5 mmから約25 mmまでの曲げ半径265、265 aにおける一つまたは複数の静的屈曲による破損がないことによって特徴付けられる。いくつかの態様において、カバー260内のそれぞれの静的屈曲の曲げ半径265、265 aは、約5 mmから約15 mmの間に設定することができる。用途における必要性に応じて、それぞれの静的屈曲に対する曲げ半径265、265 aを、約25 mmから約5 mm以内の値に設定することも実現可能である。本明細書において使用される場合、「故障」、「破損」などの用語は、折損、破壊、剥離、亀裂伝播、あるいは本開示のスタックアセンブリ、ガラス物品、ガラス要素、およびデバイスアセンブリを、それらの意図される目的にとって好適ではない状態にする他のメカニズムを意味する。カバー260が、これらの条件下(すなわち、約25%および約50%の相対湿度)において曲げ半径265を有する一つまたは複数の静的屈曲を有する場合(図5を参照されたい)、カバー260の第一主要面264に引張応力が生じ、ならびに第二主要面266に圧縮応力が生じる。同様に、カバー260が、これらの条件下において曲げ半径265 aを有する一つまたは複数の静的屈曲を含む場合(図5Aを参照されたい)、カバー260の第二主要面266に引張応力が生じ、ならびに第

10

20

30

40

50

一主要面264に圧縮応力が生じる。曲げ試験の結果は、先述とは異なる温度および/または湿度レベルの試験条件下において変わり得ることも理解されるべきである。例えば、より小さな曲げ半径265（例えば、 $< 5\text{ mm}$ ）の静的屈曲を有するカバー260は、50%相対湿度よりかなり低い湿度レベルで実施される曲げ試験で破損がないことによって特徴付けることもできる。

【0056】

当該カバー260は、要素260の第一主要面264が、(i)約1GPa未満の弾性率を有するおよそ $25\text{ }\mu\text{m}$ の厚さの感圧性接着剤（「PSA」）、および(ii)約10GPa未満の弾性率を有するおよそ $50\text{ }\mu\text{m}$ の厚さのポリエチレンテレフタレート層（「PET」）によって支持され、かつ当該カバー260の第二主要面266が、 $200\text{ }\mu\text{m}$ 直径の平坦な底面を有するステンレス鋼ピンによって負荷される場合（例えば、適用環境において電子デバイスアセンブリ300、300aの使用の際の、カバー260への影響をシミュレートするために）の、約 1.5 kgf （約 14.7 N ）を超える貫入抵抗性によっても特徴付けられる。典型的には、本開示の態様による貫入試験は、 0.5 mm /分のクロスヘッド速度での変位制御下において実施される。ある特定の態様において、より高い弾性率を有する材料（例えば、ガラスカバー260）の試験に関連する金属ピンの変形によって生じ得るバイアスを避けるために、当該ステンレス鋼ピンは、特定の試験量（例えば、10回の試験）の後に新しいピンに交換される。いくつかの態様において、当該カバー260は、ワイブルプロット内での5%以上の破損確率における約 1.5 kgf （約 14.7 N ）を超える貫入抵抗性によって特徴付けられる。当該カバー260は、特徴的ワイブル強度（すなわち、63.2%以上）での約 3 kgf （約 29.4 N ）を超える貫入抵抗性によっても特徴付けることができる。ある特定の態様において、当該電子デバイスアセンブリ300、300aのカバー260は、約 2 kgf （約 19.6 N ）以上、 2.5 kgf （約 24.5 N ）以上、 3 kgf （約 29.4 N ）以上、 3.5 kgf （約 34.3 N ）以上、 4 kgf （約 39.2 N ）以上、およびさらにより高い範囲での貫入に耐えることができる。当該カバー260は、8H以上の鉛筆硬度によっても特徴付けられる。

【0057】

図5から図5Aを参照すると、当該図に示される電子デバイスアセンブリ300、300aの断面図は、当該アセンブリが、カバー260において圧縮応力領域268、268bを発達させるためにイオン交換プロセスに依拠するという、本開示の態様を実証している。当該アセンブリ300のいくつかの態様において、カバー260の圧縮応力領域268、268bは、イオン交換プロセスによって発達させることができる。すなわち、圧縮応力領域268、268bは、複数のイオン交換可能な金属イオンおよび複数のイオン交換された金属イオンを含み得、当該イオン交換された金属イオンは、領域268、268bに圧縮応力を生じるように選択される。当該電子デバイスアセンブリ300、300aのいくつかの態様において、当該イオン交換された金属イオンは、イオン交換可能な金属イオンの原子半径より大きい原子半径を有する。当該イオン交換可能なイオン（例えば、 Na^+ イオン）は、イオン交換プロセスを施される前に、当該カバー260およびガラス層260aに存在する。イオン交換性イオン（例えば、 K^+ イオン）は、カバー260、および一つまたは複数の層260aに取り込まれ得、いくつかのイオン交換可能なイオンと置き換わる。カバー260および層260a中へのイオン交換性イオン、例えば、 K^+ イオンなど、の取り込みは、当該要素または当該層を、イオン交換性イオンを含有する溶融塩浴（例えば、溶融 KNO_3 塩）に浸漬することによって実施することができる。この例において、 K^+ イオンは、 Na^+ イオンより大きな原子半径を有し、それが存在するガラスに局所的圧縮応力を生じさせる傾向がある。

【0058】

用いられるイオン交換プロセス条件に応じて、イオン交換性イオンを、第一主要面264aまたは第二主要面266aから第一イオン交換深さ268a、268cまで与えることができ、これが、圧縮応力領域268、268bのためのイオン交換圧縮応力深さ（「

10

20

30

40

50

D O L」)を確立する。そのようなイオン交換プロセスによって、100MPaを大きく上回る(2000MPaの高さまで)、D O L内の圧縮応力レベルを達成することができる。前に述べたように、圧縮応力領域268、268bにおける圧縮応力レベルは、半径265、265aを有する一つまたは複数の静的屈曲の存在によって生じた、カバー260、および一つまたは複数のガラス層260aにおける引張応力を相殺するために役立ち得る。

【0059】

本開示によるカバー要素260のための、他の処理関連の情報ならびに代替の構成は、2014年1月29日および2014年4月3日にそれぞれ出願された、米国特許仮出願第61/932,924号明細書および米国特許仮出願第61/974,732号明細書(集合的に、「924および732出願」)において教示されるスタックアセンブリおよび関連する物品の態様から得ることができる。例えば、電子デバイスアセンブリ300、300aは、カバー260内において、アルカリ含有組成物を含む様々なガラス組成物を用いることができるが、これは、カバー260が、電子部品180に直接には接触しないためである。デバイスアセンブリ300、300aのいくつかの他の態様において、カバー260は、背面板150の上方における統合された電子部品(例えば、タッチセンサーなど)ならびに当該背面板に取り付けられた電子部品180を用いることができる。そのような態様において、カバー260は、好ましくは、無アルカリガラス組成物を用いるであろう。

【0060】

図5~5Aに示される電子デバイスアセンブリ300、300aのいくつかの態様において、当該アセンブリはさらに、カバー260の下の、背面板150に接合された封入材250も含む。当該封入材250は、電子部品180を封入するように構成される。当該封入材は、いくつかの態様において、光学的に透明なポリマーシーリング材として構成することができる。しかしながら、当該封入材250は、当該アセンブリ300、300aが、半径265、265aを有する一つまたは複数の静的屈曲を含む場合に、破損せずに封入材として機能するためには、好適な機械的完全性を有しなければならないことは理解されるべきである。したがって、当該封入材は、カバー260の半径265、265aに実質的に等しい半径255、255aを有する一つまたは複数の静的屈曲を有することができる。

【0061】

再び図5から図5Aを参照すると、電子デバイスアセンブリ300、300aの別の態様は、(a)少なくとも90%の光透過率、第一主要面254a、および第二主要面256aを有する第二ガラス層250aと、(b)第二ガラス層250aの第一主要面254aまたは第二主要面256aから、それぞれ、第二ガラス層250aの第一深さ258a、258cまで広がる圧縮応力領域258、258bであって、当該第二ガラス層の第一主要面254aまたは第二主要面256aのそれぞれにおける、少なくとも約100MPaの圧縮応力によって定義される、圧縮応力領域258、258bと、をさらに含む、約25μmから約125μmの厚さを有するガラス層の形態の封入材250を用いている。封入材250はさらに、当該封入材が、約25%、および約50%の相対湿度において、背面板150に存在する静的屈曲に実質的に等しい半径255、255aを有する一つまたは複数の静的屈曲および/または湾曲した構造的特徴を含む場合に破損がないことによって特徴付けられる。そのため、当該封入材250は、先述のセクションにおいて説明したガラスカバー260と同一または同様に構成することができる。

【0062】

電子デバイスアセンブリ300、300aのいくつかの態様の場合、カバー260に対して指定される貫入抵抗性および鉛筆硬度要件は、封入材250に関しては制御していない。すなわち、封入材250は、おそらく製造人員またはデバイス所有者による直接的なハンドリングを受けないと思われ、これは、高い貫入抵抗性および鉛筆硬度の重要性を低下させる。本開示のある特定の他の態様において、封入材250は、背面板150に関し

10

20

30

40

50

て上記において説明されるように、実質的にアルカリイオンを含有しないガラス組成を含むことができる。アセンブリ300、300aのこれらの態様は、概して、封入材250とその下の電子部品180との間の近接を必要とする。図5および図5Aには詳細には示されていないが、封入材250は、実際には、電子部品180に対して密閉環境を作り出すように背面板に密封接着される。封入材250は、当技術分野において既知であるように、フリットシーリングによって背面板150に密封接着され得る。

【0063】

電子デバイスアセンブリ300、300aのある特定の実践形態において、当該アセンブリは、400マイクロメートル以下、375マイクロメートル以下、350マイクロメートル以下、325マイクロメートル以下、300マイクロメートル以下、275マイクロメートル以下、250マイクロメートル以下、225マイクロメートル以下、または200マイクロメートル以下の総厚さを有する。当該電子デバイスアセンブリの総厚さは、概して、背面板150、封入材250、カバー260、および保護層170のそれぞれの厚さに依存する。ポリマーフィルムを構成する保護層170と接着剤とを用いるデバイスアセンブリ300、300aの態様では、当該総厚さは、約600マイクロメートル以下であり得る。前に概説したように、当該背面板の厚さは、事前の材料除去に関連する処理条件の程度に依存し得る。

【0064】

追加の態様により、実質的にアルカリイオンを含まないガラス組成と、約40GPaから約100GPaの弾性率と、最終厚さ152を少なくとも20 μ m上回る初期厚さと、第一主要面154と、第二主要面156とを有する背面板150を形成するステップと、当該背面板150の初期厚さ(図示されず)から材料を除去することによって最終厚さ152を画定するステップであって、当該最終厚さ152が約20 μ mから約100 μ mであるステップと、を含む、電子デバイスアセンブリ300、300a(図5から図5Aを参照されたい)を形成する方法が提供される。当該方法はさらに、当該背面板150の第一主要面154上に保護層170を形成するステップと、当該背面板150の第二主要面156上に複数の電子部品180を配設するステップと、および、当該背面板150の第二主要面156上に複数の電子部品180を配設するステップの後に当該背面板150において少なくとも一つの静的屈曲を形成するステップであって、当該静的屈曲が、約25mmから約5mmの間の曲げ半径140を有するステップとを含む。

【0065】

電子デバイスアセンブリ300、300aを形成する方法のある特定の態様において、当該方法はさらに、複数の電子部品180を覆うカバー260であって、約25 μ mから約125 μ mの厚さと、第一主要面264と、第二主要面266とを有するカバー260を形成するステップを含むことができる。当該カバー260はさらに、少なくとも90%の光透過率を有する第一ガラス層260a、第一主要面264a、および第二主要面266aも含む。アセンブリ300のカバー260はさらに、第一ガラス層260aの第一主要面264aから当該第一ガラス層の第一深さ268aまで広がる圧縮応力領域268であって、当該第一ガラス層260aの第一主要面264aにおける少なくとも約100MPaの圧縮応力によって定義される、圧縮応力領域268も含む。アセンブリ300aのカバー260はさらに、第一ガラス層260aの第二主要面266aから当該第一ガラス層の第一深さ268cまで広がる圧縮応力領域268bであって、当該第一ガラス層260aの第二主要面266aにおける少なくとも約100MPaの圧縮応力によって定義される、圧縮応力領域268bも含む。

【0066】

先述の方法により形成されるアセンブリ300、300aのカバー260はまた、カバー260の第一主要面264が、(i)約1GPa未満の弾性率を有するおよそ25 μ mの厚さの感圧性接着剤、および(ii)約10GPa未満の弾性率を有するおよそ50 μ mの厚さのポリエチレンテレフタレート層によって支持され、かつ当該カバー260の第二主要面266が、200 μ m直径の平坦な底面を有するステンレス鋼ピンによって負荷

10

20

30

40

50

される場合の、約 1.5 kgf (約 14.7 N) を超える貫入抵抗性と、8 H 以上の鉛筆硬度と、によっても特徴付けられる。アセンブリ 300、300a を形成する当該方法はまた、当該カバー 260 を屈曲させて、背面板 150 における一つまたは複数の静的屈曲の曲げ半径 140 に実質的に等しい半径 265 を有する少なくとも一つの静的屈曲または湾曲した構造的特徴を形成するステップも含む。

【0067】

電子デバイスアセンブリ 300、300a を形成する方法のある特定の態様において、当該方法は、封入材 250 を背面板 150 に密封接着するステップと、当該封入材 250 によって複数の電子部品 180 を封入するステップと、を含む。いくつかの実施形態により、当該封入材 250 は、約 25 μm から約 125 μm の厚さ、少なくとも 90% の光透過率を有する第二ガラス層 250a、および第一主要面 254 を含む。さらに、先述の方法により形成されるアセンブリ 300 の封入材 250 は、第二ガラス層 250a の第一主要面 254a から当該第二ガラス層の第一深さ 258a まで広がる圧縮応力領域 258 であって、当該第二ガラス層 250a の第一主要面 254a における少なくとも約 100 MPa の圧縮応力によって定義される、圧縮応力領域 258 を含む。同様に、先述の方法によって形成されるアセンブリ 300a の封入材 250 は、第二ガラス層 250a の第二主要面 256a から当該第二ガラス層の第一深さ 258c まで広がる圧縮応力領域 258b であって、当該第二ガラス層 250a の第二主要面 256a における少なくとも約 100 MPa の圧縮応力によって定義される、圧縮応力領域 258b を含む。さらに、アセンブリ 300、300a の封入材 250 は、背面板 150 の曲げ半径 140 に実質的に等しい半径 255、255a を有する少なくとも一つの湾曲した構造的特徴または静的屈曲も含む。本開示において概説される方法のある特定の態様は、当該背面板 150 に当該封入材 250 を密封接着するステップの前に、当該封入材 250 を屈曲させて当該少なくとも一つの静的屈曲または湾曲した構造的特徴を形成するステップを必要とする。先述の方法の別の態様において、当該密封接着するステップは、当該背面板 150 に当該封入材 250 をフリットシーリングするステップを含む。

【0068】

特許請求の範囲の趣旨および範囲から逸脱することなく、様々な修正および変更を為すことができることは、当業者には明白であろう。例えば、図 2 から図 2C に示されるスタックアセンブリ 100、100a は、半径 40、40a を有する一つまたは複数の静的屈曲の存在によって伸張されることが予想される、主要面 254 上の保護層 70 を含む。一つまたは複数の静的屈曲および/または湾曲した構造的特徴の存在により引張応力を受けることが予想されるスタックアセンブリ 100、100a に用いられたガラス要素 50 における追加の表面および/または端部 (図示されず) に保護層 70 が用いられるような、さらなる他の変更例も可能である。

【0069】

追加の一例により、当該スタックアセンブリの様々な層は、スタック中に位置されたときに所望の非平面形状へと形成される屈曲可能なガラス層、またはスタックへの組み立てに先立って、所望の非平面形状に設置された (例えば、通常状態においてそのような非平面状の構成であるように、非平面形状へと曲げられたか、またはそうではなければ非平面形状へと形成された) ガラス層から形成され得る。後者は、特に、スタックへと組み立てられる前に平面形状に加工する必要が無いであろう封入材層およびカバーに当てはまる。

【0070】

本明細書において説明される様々な態様は、あらゆる組み合わせにおいて組み合わせることができる。例えば、当該態様は、以下において詳細に説明されるように組み合わせることができる。

【0071】

第一態様により、
実質的にアルカリイオンを含まないガラス組成、
約 40 GPa から約 100 GPa の弾性率、

10

20

30

40

50

約 $20\ \mu\text{m}$ から約 $100\ \mu\text{m}$ の最終厚さ、
 第一主要面および、
 第二主要面、
 を有する背面板であって、当該主要面が、最終厚さを少なくとも $20\ \mu\text{m}$ 上回る初期厚さから当該最終厚さへの事前の材料除去によって特徴付けられる、背面板と、
 当該背面板の第一主要面上の保護層と、
 当該背面板の第二主要面上における複数の電子部品と、
 を含み、当該背面板が、約 $25\ \text{mm}$ から約 $5\ \text{mm}$ の間の曲げ半径を有する少なくとも一つの静的屈曲で構成される、電子デバイスアセンブリが提供される。

【0072】

第二態様により、上記静的屈曲が、約 $15\ \text{mm}$ から約 $5\ \text{mm}$ の間の曲げ半径を有する、第一態様による電子デバイスアセンブリが提供される。

【0073】

第三態様により、上記保護層が、ナノシリカ粒子と、エポキシ材料およびウレタン材料のうちの少なくとも一方とを含む、第一態様または第二態様による電子デバイスアセンブリが提供される。

【0074】

第四態様により、上記背面板の組成が、 0.5 モル%未満の Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O 、 Rb_2O 、および Cs_2O のそれぞれを有する、第一態様～第三態様のいずれか一つによる電子デバイスアセンブリが提供される。

【0075】

第五態様により、上記電子部品が、少なくとも一つの薄膜トランジスタ素子を含む、第一態様～第四態様のいずれか一つによる電子デバイスアセンブリが提供される。

【0076】

第六態様により、上記電子部品が、少なくとも一つの OLED 素子を含む、第一態様～第四態様のいずれか一つによる電子デバイスアセンブリが提供される。

【0077】

第七態様により、
 複数の電子部品を覆うカバーであって、約 $25\ \mu\text{m}$ から約 $125\ \mu\text{m}$ の厚さと、第一主要面と、第二主要面と、上記曲げ半径に実質的に等しい半径を有する少なくとも一つの静的屈曲とを有し、

(a) 少なくとも 90% の光透過率および第一主要面を有する第一ガラス層と、

(b) 当該第一ガラス層の当該第一主要面から当該第一ガラス層の第一深さまで広がる圧縮応力領域であって、当該第一ガラス層の第一主要面における少なくとも約 $100\ \text{MPa}$ の圧縮応力によって定義される、圧縮応力領域と、
 をさらに含むカバーをさらに含む、第一態様～第六態様のいずれか一つによる電子デバイスアセンブリであって、

当該カバーが、

(a) 当該カバーの第一主要面が、(i) 約 $1\ \text{GPa}$ 未満の弾性率を有するおよそ $25\ \mu\text{m}$ の厚さの感圧性接着剤、および(ii) 約 $10\ \text{GPa}$ 未満の弾性率を有するおよそ $50\ \mu\text{m}$ の厚さのポリエチレンテレフタレート層によって支持され、かつ当該カバーの当該第二主要面が、 $200\ \mu\text{m}$ 直径の平坦な底面を有するステンレス鋼ピンによって負荷される場合の、約 $1.5\ \text{kgf}$ (約 $14.7\ \text{N}$) を超える貫入抵抗性、および

(b) $8\ \text{H}$ 以上の鉛筆硬度

によって特徴付けられる、電子デバイスアセンブリが提供される。

【0078】

第八態様により、 $250\ \mu\text{m}$ 以下の総厚さを有する、第七態様による電子デバイスアセンブリが提供される。

【0079】

第九態様により、第一態様～第六態様のいずれか一つによる電子デバイスアセンブリで

10

20

30

40

50

あって、

複数の電子部品を覆うカバーであって、あるガラス組成と、上記曲げ半径に実質的に等しい半径を有する少なくとも一つの湾曲した構造的特徴とを有するカバーを含み、

当該カバーが、

(a) 少なくとも90%の光透過率、

(b) 当該カバーの第一主要面が、(i) 約1 GPa未満の弾性率を有するおよそ25 μm の厚さの感圧性接着剤および(ii) 約10 GPa未満の弾性率を有するおよそ50 μm の厚さのポリエチレンテレフタレート層によって支持され、かつ当該カバーの当該第二主要面が、200 μm 直径の平坦な底面を有するステンレス鋼ピンによって負荷される場合の、約1.5 kgf (約14.7 N) を超える貫入抵抗性、および

(c) 8H以上の鉛筆硬度

によってさらに特徴付けられる、電子デバイスアセンブリが提供される。

【0080】

第十態様により、上記カバーの下方に位置されかつ上記背面板に接合された封入材であって、上記複数の電子部品を封入するように構成される封入材をさらに含む、第七態様または第九態様による電子デバイスアセンブリが提供される。

【0081】

第十一態様により、第七態様または第九態様による電子デバイスアセンブリであって、上記カバーの下方に位置されかつ上記背面板に接合された封入材であって、上記複数の電子部品を封入するように構成され、約25 μm から約125 μm の厚さを有し、

(a) 少なくとも90%の光透過率および第一主要面を有する第二ガラス層、ならびに

(b) 第二ガラス層の第一主要面から第二ガラス層の第一深さまで広がる圧縮応力領域であって、当該第二ガラス層の第一主要面における少なくとも約100 MPaの圧縮応力によって定義される、圧縮応力領域

をさらに含む封入材をさらに含む、

当該封入材が、上記曲げ半径に実質的に等しい半径を有する少なくとも一つの湾曲した構造的特徴によってさらに特徴付けられる、電子デバイスアセンブリが提供される。

【0082】

第十二態様により、上記第二ガラス層が、実質的にアルカリイオンを含有しないガラス組成を有する、第十一態様による電子デバイスアセンブリが提供される。

【0083】

第十三態様により、約375 μm 以下の総厚さを有する、第十一態様または第十二態様による電子デバイスアセンブリが提供される。

【0084】

第十四態様により、電子デバイスアセンブリを形成する方法であって、

実質的にアルカリイオンを含まないガラス組成と、約40 GPaから約100 GPaの弾性率と、最終厚さを少なくとも20 μm 上回る初期厚さと、第一主要面と、第二主要面とを有する背面板を形成するステップと、

当該背面板の初期厚さから材料を除去することによって最終厚さを画定するステップであって、当該最終厚さが約20 μm から約100 μm であるステップと、

当該背面板の上記第一主要面上に保護層を形成するステップと、

当該背面板の上記第二主要面上に複数の電子部品を配設するステップと、

当該背面板の上記第二主要面上に複数の電子部品を配設するステップの後に当該背面板において少なくとも一つの静的屈曲を形成するステップであって、当該静的屈曲が、約25 mmから約5 mmの間の曲げ半径を有するステップと、

を含む方法が提供される。

【0085】

第十五態様により、上記静的屈曲が、約15 mmから約5 mmの間の曲げ半径を有する、第十四態様による方法が提供される。

【0086】

10

20

30

40

50

第十六態様により、上記保護層が、ナノシリカ粒子と、エポキシ材料およびウレタン材料のうちの少なくとも一方とを含む、第十四態様または第十五態様による方法が提供される。

【0087】

第十七態様により、上記背面板の組成が、0.5モル%未満の Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O 、 Rb_2O 、および Cs_2O のそれぞれを有する、第十四態様～第十六態様のいずれか一つによる方法が提供される。

【0088】

第十八態様により、上記電子部品が、少なくとも一つの薄膜トランジスタ素子を含む、第十四態様～第十七態様のいずれか一つによる方法が提供される。

10

【0089】

第十九態様により、上記電子部品が、少なくとも一つのOLED素子を含む、第十四態様～第十八態様のいずれか一つによる方法が提供される。

【0090】

第二十態様により、第十四態様～第十九態様のいずれか一つによる方法であって、複数の電子部品を覆うカバーを形成するステップであって、当該カバーが約 $25\mu m$ から約 $125\mu m$ の厚さ、第一主要面、第二主要面、上記背面板における上記静的屈曲の曲げ半径に実質的に等しい半径を有する少なくとも一つの静的屈曲を有し、

(a) 少なくとも90%の光透過率を有する第一ガラス層、

(b) 第一主要面、および

20

(c) 当該第一ガラス層の当該第一主要面から当該第一ガラス層の第一深さまで広がる圧縮応力領域であって、当該第一ガラス層の第一主要面における少なくとも約 $100MPa$ の圧縮応力によって定義される、圧縮応力領域、をさらに含み、ならびに当該カバーが、

(a) 当該カバーの第二主要面が、(i) 約 $1GPa$ 未満の弾性率を有するおよそ $25\mu m$ の厚さの感圧性接着剤、および(ii) 約 $10GPa$ 未満の弾性率を有するおよそ $50\mu m$ の厚さのポリエチレンテレフタレート層によって支持され、かつ当該カバーの当該第一主要面が、 $200\mu m$ 直径の平坦な底面を有するステンレス鋼ピンによって負荷される場合の、約 $1.5kgf$ (約 $14.7N$) を超える貫入抵抗性、ならびに

(b) $8H$ 以上の鉛筆硬度、

30

によって特徴付けられる、ステップと、

当該カバーを屈曲させて、当該背面板における静的屈曲の曲げ半径に実質的に等しい半径を有する少なくとも一つの静的屈曲を形成するステップと、をさらに含む方法が提供される。

【0091】

第二十一態様により、上記電子デバイスアセンブリが、 $250\mu m$ 以下の総厚さを有する、態様20による方法が提供される。

【0092】

第二十二態様により、封入材を上記背面板に密封接着するステップと、当該封入材によって上記複数の電子部品を封入するステップと、を含む、第二十態様による方法が提供される。

40

【0093】

第二十三態様により、上記封入材が、

(a) 約 $25\mu m$ から約 $125\mu m$ の厚さ、

(b) 少なくとも90%の光透過率を有する第二ガラス層、

(c) 第一主要面、

(d) 当該第二ガラス層の当該第一主要面から当該第二ガラス層の第一深さまで広がる圧縮応力領域であって、当該第二ガラス層の当該第一主要面における少なくとも約 $100MPa$ の圧縮応力によって定義される、圧縮応力領域、および

50

(e) 上記背面板における上記静的屈曲の上記曲げ半径に実質的に等しい半径を有する少なくとも一つの湾曲した構造的特徴を含む、第二十二態様による方法が提供される。

【0094】

第二十四態様により、上記第二ガラス層が、実質的にアルカリイオンを含有しないガラス組成を有する、第二十二態様または第二十三態様による方法が提供される。

【0095】

第二十五態様により、

上記背面板に上記封入材を密封接着するステップの前に、当該封入材を屈曲させて少なくとも一つの湾曲した構造的特徴を形成するステップをさらに含む、第二十二態様による方法が提供される。

10

【0096】

第二十六態様により、上記電子デバイスアセンブリが、約375 μm以下の総厚さを有する、態様22による方法が提供される。

【0097】

第二十七態様により、上記密封接着するステップが、上記封入材を上記背面板にフリットシーリングするステップを含む、第二十三態様～第二十六態様のいずれか一つによる方法が提供される。

【0098】

以下、本発明の好ましい実施形態を項分け記載する。

20

【0099】

実施形態1

電子デバイスアセンブリにおいて、

背面板であって、

実質的にアルカリイオンを含まないガラス組成、

約40 GPaから約100 GPaの弾性率、

約20 μmから約100 μmの最終厚さ、

第一主要面、および

第二主要面、

を有し、当該主要面が、最終厚さを少なくとも20 μm上回る初期厚さから当該最終厚さへの事前の材料除去によって特徴付けられる、背面板と、

30

当該背面板の当該第一主要面上における保護層と、

当該背面板の当該第二主要面上における複数の電子部品と、

を含み、当該背面板が、約25 mmから約5 mmの間の曲げ半径を有する少なくとも一つの静的屈曲で構成される、電子デバイスアセンブリ。

【0100】

実施形態2

上記保護層が、ナノシリカ粒子と、エポキシ材料およびウレタン材料のうちの少なくとも一方を含む、実施形態1に記載の電子デバイスアセンブリ。

【0101】

40

実施形態3

上記背面板の組成が、0.5モル%未満のLi₂O、Na₂O、K₂O、Rb₂O、およびCs₂Oのそれぞれを有する、実施形態1または実施形態2に記載の電子デバイスアセンブリ。

【0102】

実施形態4

上記電子部品が、少なくとも一つの薄膜トランジスタ素子、または少なくとも一つのOLED素子を含む、実施形態1～3のいずれか一つに記載の電子デバイスアセンブリ。

【0103】

実施形態5

50

上記複数の電子部品を覆うカバーであって、約25 μmから約125 μmの厚さと、第一主要面と、第二主要面と、上記曲げ半径に実質的に等しい半径を有する少なくとも一つの静的屈曲とを有し、

(a) 少なくとも90%の光透過率、および第一主要面を有する第一ガラス層、ならびに

(b) 当該第一ガラス層の当該第一主要面から当該第一ガラス層の第一深さまで広がる圧縮応力領域であって、当該第一ガラス層の当該第一主要面における少なくとも約100 MPaの圧縮応力によって定義される、圧縮応力領域、
をさらに含むカバーをさらに含み、

当該カバーが、

10

(a) 当該カバーの当該第一主要面が、(i) 約1 GPa未満の弾性率を有するおよそ25 μmの厚さの感圧性接着剤、および(ii) 約10 GPa未満の弾性率を有するおよそ50 μmの厚さのポリエチレンテレフタレート層によって支持され、かつ当該カバーの当該第二主要面が、200 μm直径の平坦な底面を有するステンレス鋼ピンによって負荷される場合の、約1.5 kgf (約14.7 N)を超える貫入抵抗性、ならびに

(b) 8H以上の鉛筆硬度、
によって特徴付けられる、実施形態1~4のいずれか一つに記載の電子デバイスアセンブリ。

【0104】

実施形態6

20

上記電子デバイスアセンブリが、250 μm以下の総厚さを有する、実施形態5に記載の電子デバイスアセンブリ。

【0105】

実施形態7

複数の電子部品を覆うカバーであって、あるガラス組成、および上記曲げ半径に実質的に等しい半径を有する少なくとも一つの湾曲した構造的な特徴を有するカバーを含み、

当該カバーが、

(a) 少なくとも90%の光透過率、

(b) 当該カバーの当該第一主要面が、(i) 約1 GPa未満の弾性率を有するおよそ25 μmの厚さの感圧性接着剤、および(ii) 約10 GPa未満の弾性率を有するおよそ50 μmの厚さのポリエチレンテレフタレート層によって支持され、かつ当該カバーの当該第二主要面が、200 μm直径の平坦な底面を有するステンレス鋼ピンによって負荷される場合の、約1.5 kgf (約14.7 N)を超える貫入抵抗性、ならびに

30

(c) 8H以上の鉛筆硬度

によってさらに特徴付けられる、実施形態1~4のいずれか一つに記載の電子デバイスアセンブリ。

【0106】

実施形態8

上記カバーの下方に位置され、かつ上記背面板に接合された封入材であって、複数の電子部品を封入するように構成される封入材、

40

をさらに含む、実施形態1、5、または7のいずれか一つに記載の電子デバイスアセンブリ。

【0107】

実施形態9

上記カバーの下方に位置され、かつ上記背面板に接合された封入材であって、複数の電子部品を封入するように構成され、約25 μmから約125 μmの厚さを有し、

(a) 少なくとも90%の光透過率、および第一主要面を有する第二ガラス層、ならびに

(b) 当該第二ガラス層の当該第一主要面から当該第二ガラス層の第一深さまで広がる圧縮応力領域であって、当該第二ガラス層の当該第一主要面における少なくとも約100

50

M P a の圧縮応力によって定義される、圧縮応力領域、
をさらに含む封入材をさらに含み、当該封入材が、上記曲げ半径に実質的に等しい半径を有する少なくとも一つの湾曲した構造的特徴によってさらに特徴付けられる、実施形態 1、5、または 7 のいずれか一つに記載の電子デバイスアセンブリ。

【 0 1 0 8 】

実施形態 1 0

上記第二ガラス層が、実質的にアルカリオンを含有しないガラス組成を有する、実施形態 9 に記載の電子デバイスアセンブリ。

【 0 1 0 9 】

実施形態 1 1

約 3 7 5 μ m 以下の総厚さを有する、実施形態 8 または実施形態 9 に記載の電子デバイスアセンブリ。

【 0 1 1 0 】

実施形態 1 2

電子デバイスアセンブリを形成する方法であって、
実質的にアルカリオンを含まないガラス組成と、約 4 0 G P a から約 1 0 0 G P a の弾性率と、最終厚さを少なくとも 2 0 μ m 上回る初期厚さと、第一主要面と、第二主要面とを有する背面板を形成するステップと、

当該背面板の当該初期厚さから材料を除去することによって当該最終厚さを画定するステップであって、当該最終厚さが約 2 0 μ m から約 1 0 0 μ m であるステップと、

当該背面板の当該第一主要面上に保護層を形成するステップと、

当該背面板の当該第二主要面上に複数の電子部品を配設するステップと、

当該背面板の当該第二主要面上に当該複数の電子部品を配設するステップの後に当該背面板において少なくとも一つの静的屈曲を形成するステップであって、当該静的屈曲が約 2 5 m m から約 5 m m の間の曲げ半径を有するステップと、
を含む、方法。

【 0 1 1 1 】

実施形態 1 3

上記保護層が、ナノシリカ粒子と、エポキシ材料およびウレタン材料のうちの少なくとも一方を含む、実施形態 1 2 に記載の方法。

【 0 1 1 2 】

実施形態 1 4

上記背面板の上記組成が、0 . 5 モル % 未満の $L i _ 2 O$ 、 $N a _ 2 O$ 、 $K _ 2 O$ 、 $R b _ 2 O$ 、および $C s _ 2 O$ のそれぞれを有する、実施形態 1 2 または実施形態 1 3 に記載の方法。

【 0 1 1 3 】

実施形態 1 5

上記電子部品が、少なくとも一つの薄膜トランジスタ素子または少なくとも一つの O L E D 素子を含む、実施形態 1 2 ~ 1 4 のいずれか一つに記載の方法。

【 0 1 1 4 】

実施形態 1 6

複数の電子部品を覆うカバーであって、約 2 5 μ m から約 1 2 5 μ m の厚さと、第一主要面と、第二主要面と、上記背面板における上記静的屈曲の曲げ半径に実質的に等しい半径を有する少なくとも一つの静的屈曲とを有し、

(a) 少なくとも 9 0 % の光透過率を有する第一ガラス層、

(b) 第一主要面、および

(c) 当該第一ガラス層の当該第一主要面から当該第一ガラス層の第一深さまで広がる圧縮応力領域であって、当該第一ガラス層の当該第一主要面における少なくとも約 1 0 0 M P a の圧縮応力によって定義される、圧縮応力領域

をさらに含むカバーを形成するステップであって、

当該カバーが、

10

20

30

40

50

(a) 当該カバーの当該第二主要面が、(i) 約 1 G P a 未満の弾性率を有するおよそ 25 μ m の厚さの感圧性接着剤、および(i i) 約 10 G P a 未満の弾性率を有するおよそ 50 μ m の厚さのポリエチレンテレフタレート層によって支持され、かつ当該カバーの当該第一主要面が、200 μ m 直径の平坦な底面を有するステンレス鋼ピンによって負荷される場合の、約 1.5 k g f (約 14.7 N) を超える貫入抵抗性、ならびに

(b) 8 H 以上の鉛筆硬度
によって特徴付けられるステップと、

当該カバーを屈曲させて、当該背面板における当該静的屈曲の曲げ半径に実質的に等しい半径を有する少なくとも一つの静的屈曲を形成するステップと
をさらに含む、実施形態 12 ~ 15 のいずれか一つに記載の方法。

10

【 0 1 1 5 】

実施形態 17

上記電子デバイスアセンブリが、250 μ m 以下の総厚さを有する、実施形態 16 に記載の方法。

【 0 1 1 6 】

実施形態 18

封入材を上記背面板に密封接着するステップと、
当該封入材によって上記複数の電子部品を封入するステップと
をさらに含む、実施形態 12 ~ 16 のいずれか一つに記載の方法。

20

【 0 1 1 7 】

実施形態 19

上記封入材が、
(a) 約 25 μ m から約 125 μ m の厚さ、
(b) 少なくとも 90 % の光透過率を有する第二ガラス層、
(c) 第一主要面、
(d) 当該第二ガラス層の当該第一主要面から当該第二ガラス層の第一深さまで広がる圧縮応力領域であって、当該第二ガラス層の当該第一主要面における少なくとも約 100 M P a の圧縮応力によって定義される、圧縮応力領域、および

(e) 上記背面板における上記静的屈曲の曲げ半径に実質的に等しい半径を有する少なくとも一つの湾曲した構造的特徴
を含む、実施形態 18 に記載の方法。

30

【 0 1 1 8 】

実施形態 20

上記第二ガラス層が、実質的にアルカリオンを含有しないガラス組成を有する、実施形態 19 に記載の方法。

【 0 1 1 9 】

実施形態 21

上記背面板に上記封入材を密封接着する上記ステップの前に、当該封入材を屈曲させて少なくとも一つの湾曲した構造的特徴を形成するステップ
をさらに含む、実施形態 19 に記載の方法。

40

【 0 1 2 0 】

実施形態 22

上記電子デバイスアセンブリが約 375 μ m 以下の総厚さを有する、実施形態 18 ~ 21 のいずれか一つに記載の方法。

【 0 1 2 1 】

実施形態 23

上記密封接着するステップが、上記封入材を上記背面板にフリットシーリングするステップを含む、実施形態 18 ~ 22 のいずれか一つに記載の方法。

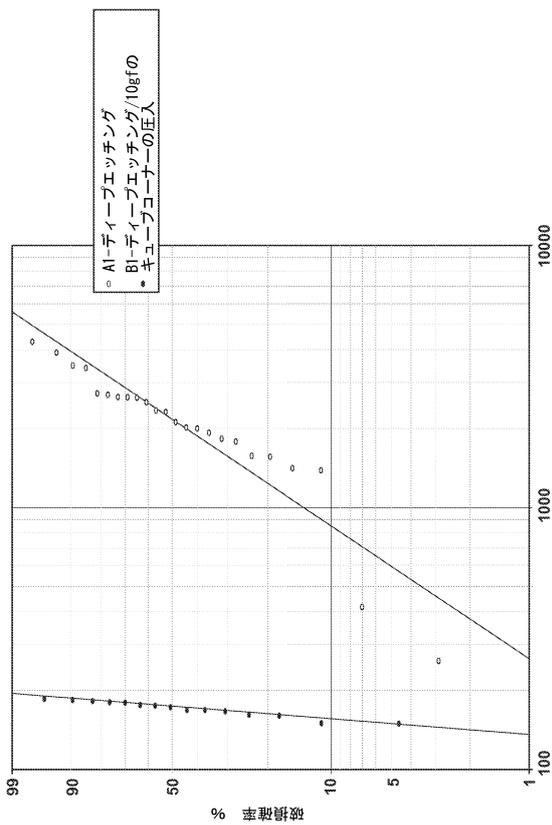
【 符号の説明 】

【 0 1 2 2 】

50

- 40、40a、140、140a 曲げ半径
- 50 ガラス要素
- 52、152 最終厚さ
- 62、62a、 最終厚さのおよそ半分
- 72 厚さ
- 54、154、254、254a、264、264a 第一主要面
- 56、156、256a、266、266a 第二主要面
- 60、60a、160、160a 欠陥を含まない領域
- 70、170 保護層
- 100、100a スタックアセンブリ
- 150 背面板
- 162、162a 深さ
- 180 電子部品
- 200、200a、300、300a 電子デバイスアセンブリ
- 260 カバー
- 250a、260a ガラス層
- 255、255a、265、265a 半径
- 258、258a、268、268b 圧縮応力領域
- 268a、268c 第一深さ

【図1】



【図2】

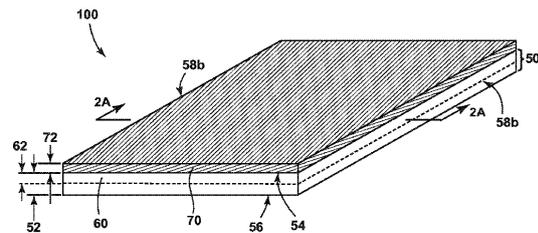


FIG. 2

【図2A】

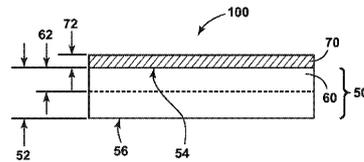


FIG. 2A

【 図 2 B 】

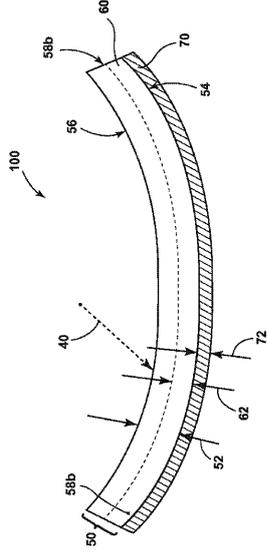


FIG. 2B

【 図 2 C 】

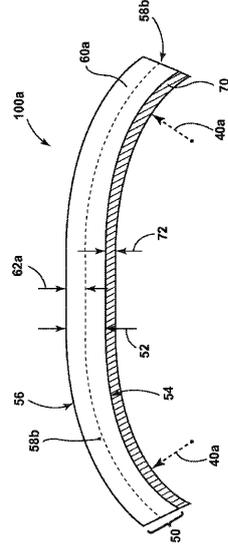
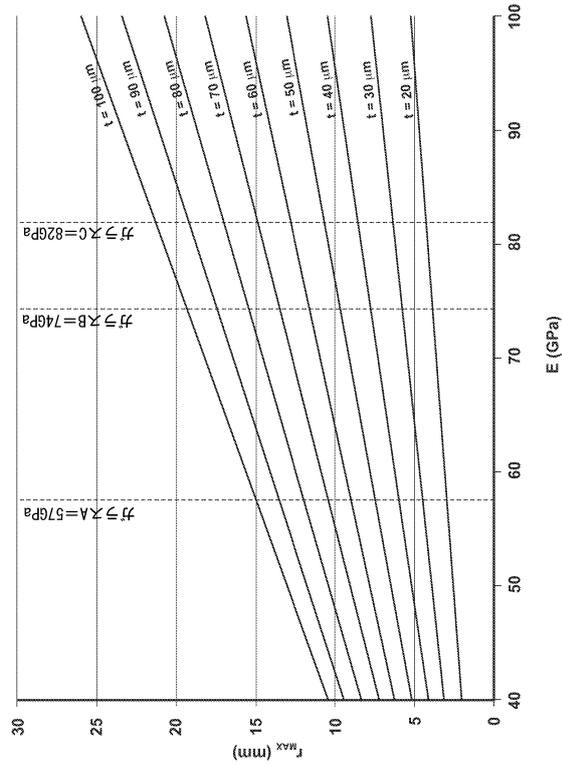
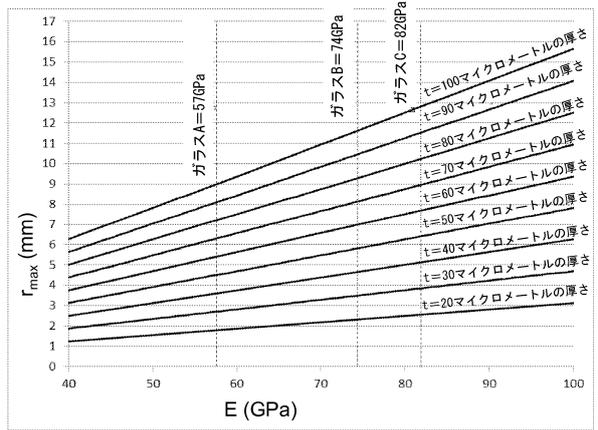


FIG. 2C

【 図 3 】



【 図 3 A 】



【 4 】

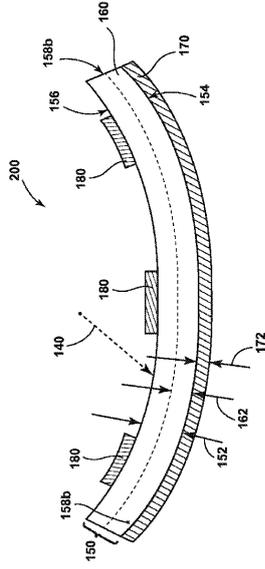


FIG. 4

【 4 A 】

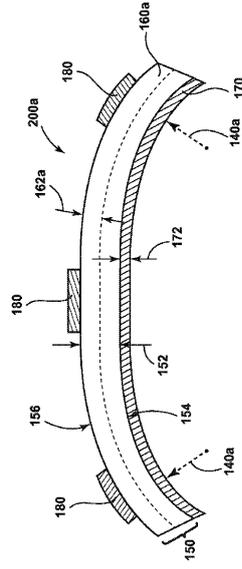


FIG. 4A

【 5 】

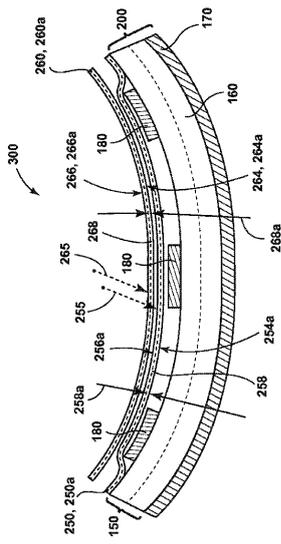


FIG. 5

【 5 A 】

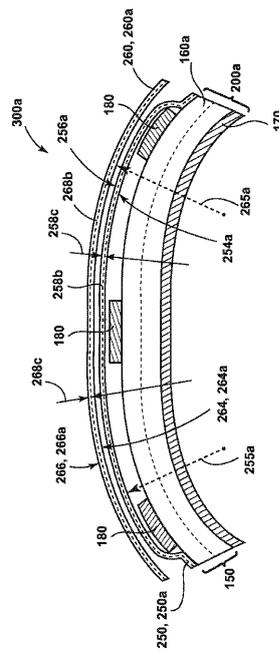


FIG. 5A

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
H 0 5 B 33/02	(2006.01)	H 0 5 B 33/14		A
H 0 5 B 33/10	(2006.01)	H 0 5 B 33/02		
H 0 5 B 33/04	(2006.01)	H 0 5 B 33/10		
H 0 1 L 27/32	(2006.01)	H 0 5 B 33/04		
		H 0 1 L 27/32		

(72)発明者 シュスタック, ポール ジョン
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14905 エルマイラ パーカー ロード 1744

(72)発明者 ウィークス, ウェンデル ポーター
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14830 コーニング ダブリュー マーケット ストリート 83 アpartment 301

審査官 佐野 浩樹

(56)参考文献 特開2011-047977(JP, A)
 国際公開第2013/183681(WO, A1)
 特開2011-088789(JP, A)
 米国特許出願公開第2014/0002385(US, A1)
 特開2012-078825(JP, A)
 特開平02-212337(JP, A)
 米国特許出願公開第2013/0183454(US, A1)
 特開2008-209906(JP, A)
 特表2014-527190(JP, A)
 特表2009-525506(JP, A)
 特開2009-075217(JP, A)
 特開2000-357477(JP, A)
 特表2007-515450(JP, A)
 米国特許出願公開第2013/0323444(US, A1)
 特開2008-197309(JP, A)
 国際公開第2008/078828(WO, A1)
 特開2014-133683(JP, A)
 特表2010-528421(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C03C15/00 - 23/00、
 G09F 9/00 - 9/46、
 H01L27/32、51/50、
 H05B33/00 - 33/28