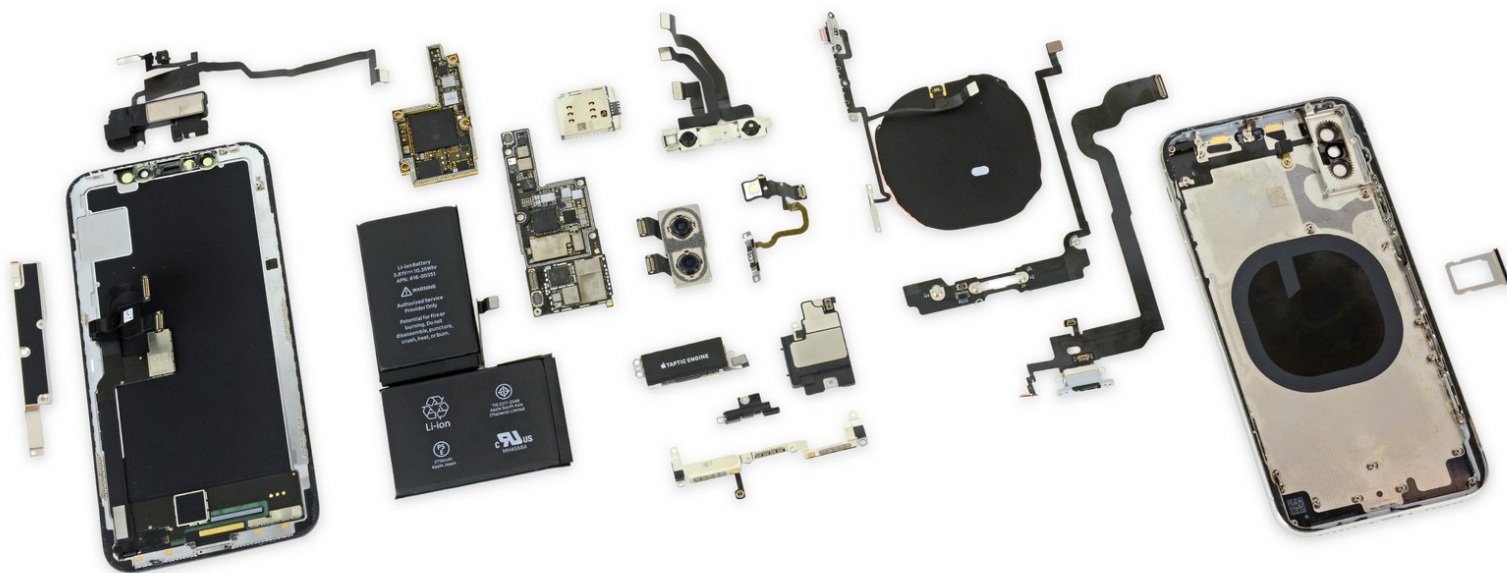




iPhone Xの分解

2017年11月3日にシドニーで行われたiPhone Xの分解です。

作成者: Sam Goldheart



はじめに

10年前、Appleは一番最初のiPhoneをこの世に出現させて世界を変えました。今日、私たちはAppleの18番目のモデル—iPhone Xを分解します。丸みを帯びた全てがスクリーンのディスプレイ、これがスティーブ ジョブスが生前、思い描いていたiPhoneだったのでしょ—しかし今、彼の夢が現実となりました。このモデルは最初のiPhoneのように世界に影響を与えるのでしょうか？その答えは時間の経過と共に見つけれはるはずです。そしてこれから始まるiPhone Xの分解レポートを読んで、ご自身で判断してください。さあ、Appleの王冠に付けられた宝石の中身を開きましょう。そして何がこの石を輝かせているのか見ていきましょう。

今回も南半球で行われた分解をホストしてくれた[Circuitwise](#)、毎度ながらX線画像を届けてくれる[Creative Electron](#)、チップ識別に協力してくれる[TechInsights](#) に多大なる感謝の気持ちを伝えます。

[Facebook](#)、[Instagram](#)、[Twitter](#)、[Twitter日本語版](#)をフォローしたり、[Newsletter](#) を定期購読して最新ニュースをいち早くゲットしましょう。

ツール:

- [P2 ペンタローブドライバー](#) (1)
- [トライポイントY000 ドライバー](#) (1)
- [スパッジャー](#) (1)
- [Halberd Spudger](#) (1)
- [ピンセット](#) (1)
- [iOpener](#) (1)
- [Jimmy](#) (1)
- [iSlack](#) (1)
- [#000 プラスドライバー](#) (1)

手順 1 — iPhone Xの分解



- iPhone Xの登場です! さてガラスのサンドイッチの中身は次の通りです :
 - A11 Bionicチップ、ニューラルエンジンと組み込み型M11モーションコプロセッサ付き
 - 5.8インチ (対角) オールスクリーンOLED Multi-Touchディスプレイ、2,436 x 1,125ピクセル解像度 (458ppi)
 - デュアル12MPカメラ (広角と望遠共に)、広角 : $f/1.8$ の開口部、望遠 : $f/2.4$ の開口部、OIS
 - 7 MP TrueDepthカメラ、 $f/2.2$ の開口部、1080p HDビデオ撮影とFace ID
 - Qi充電器によるワイヤレス式高速充電
 - 802.11a/b/g/n/ac Wi-Fi w/MIMO + Bluetooth 5.0 + NFC

手順 2



- iPhoneは10年間という長い道のりを経て、ここにたどり着きました。実際、デバイスのデザインは当初の姿に若干戻ったように見えます。iPhone Xは、ここ数年手にしてきたモデルに比べてオリジナルiPhoneに似ています。
- ① オリジナルiPhoneにはないカメラの突起、輝くばかりのステンレス製スチールの表面、ガラス構造の背面、Lightningコネクタといった違いはありますが...
- 数ヶ月前に発売された[iPhone 8](#)と同様に、iPhone Xの背面から目障りな(そして環境保護の)指令マークが消去されました。
- Jony (AppleのChief Design Officer)は長年願っていた[スムーズでシンプルなデバイス背面のデザイン](#)をついに手にしました。これにより、リサイクル表示が消されたため、簡単に[ゴミ箱に投げ捨て](#)られないことを願っています。

手順 3



- 内部を分解する前に、友達の[Creative Electron](#)が撮影してくれたX線画像を確認してみましょう。
- 確認できたものは次の通りです：
 - なんと[2つに分割されたバッテリーセル](#)が確認できます。これはiPhone史上初です！
 - 基板面積はとても小さくなりました。半田付けポイントが2重にあることから、基板が積層されているように見えます。
 - フロントセンサー用に十分なスペースを与えるため、耳をあてるスピーカーは少し下側に移動しました。
 - Taptic Engineと下部スピーカーの間にミステリアスなチップがあります。ここには一体何が潜んでいるのか興味深々です！

手順 4



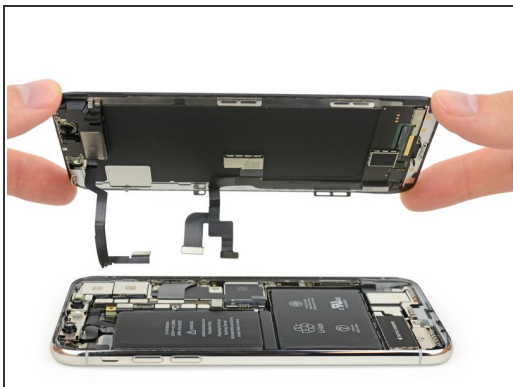
- このペンタローブネジは妙な形で、未完成のネジに見えます。ネジの先端は溝が無く、正直ネジというよりピンのです。
- このネジ部分はディスプレイからスチール製フレームを繋げています。そしてネジ先端のスムーズな部分がとてつもなく長くなりました。
- このペンタローブネジのデザインによってディスプレイにより柔軟性を持たせることができた と推測します。ネジが長くなったことにより、デバイス内部にある取付ブラケットに繋げることができました。結果として、増大したLightningコネクタ用スペースを確保できたのです。
- 幸いなことに、それ以外に大きなデザイン配置の変更はないようです。そこで私たちの三種の神器である [iOpener](#)、[iSclack](#) と iFixit の [開口ピック](#) がこれまで同様活躍してくれそうです。
- つまり圧着剤の抵抗感はさほど強くありません。そして [皆さんもご存知のディスプレイ](#) とは異なり、フレームによってOLEDは頑丈に支えられています。

手順 5



- デバイス横から開くデザインがここでも採用されています。Appleが[7 Plus](#)でこの小さなトリックを仕掛けた時、私たちは驚かされましたが、もう朝飯前です。
 - この1つのブラケットに全ての基板用コネクタが接続されていますーこれほど密度の高いブラケットは今まで見たことがありません。
 - そして[再び、トライポイントネジ](#)が登場です。ペンタローブネジを門番に例えるならば、その後待ち受けて、修理の行く手を阻む衛兵と言えましょう。
- ❗ ということは、Appleは私たちに(もしくはあなたにも)ここを修理してほしくないということです。

手順 6



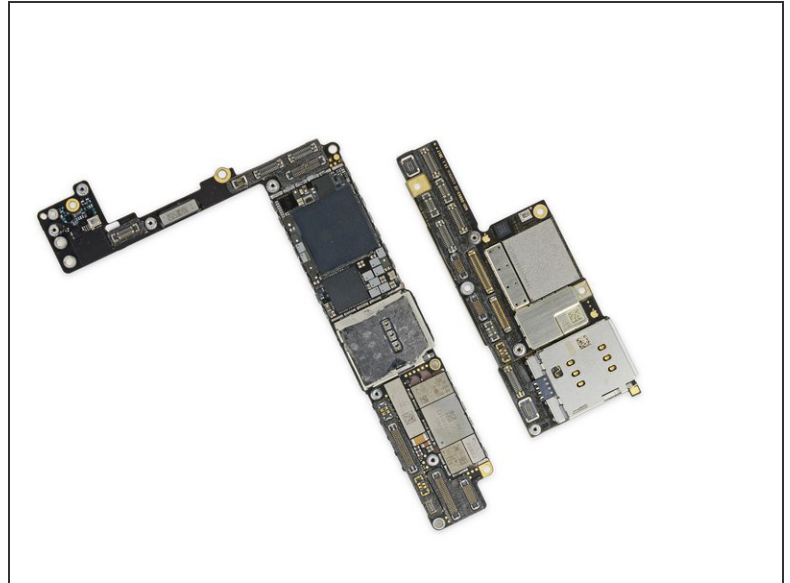
- 基板から巨大なブラケットを外した後、ついにクパチーノ (Apple 本社) 発、最新フラグシップを動かすハードウェアの一端を垣間見れます。
- 今のところ、先に披露したX線画像があるためディスプレイ上のハードウェアの確認は後回しにしましょう。このX線画像でディスプレイ上に搭載された[ミステリアスなチップ](#)の存在を発見しました！
- 気分転換にディスプレイを先に外して、フロントカメラを残しておきましょう。
- このデバイス全体を写した画像とX線画像のレイアウトが一致します。大部分のスペースが新導入のデュアルセルバッテリー用に占められており、基板用のスペースは大幅に縮小されました。

手順 7



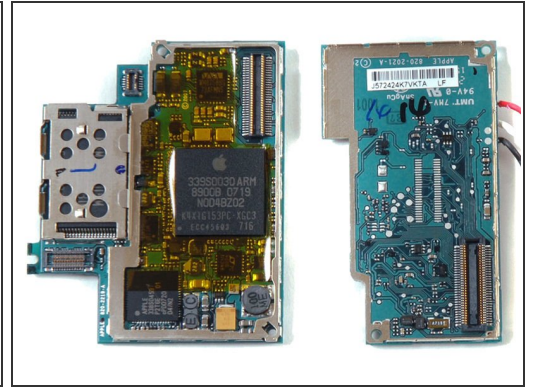
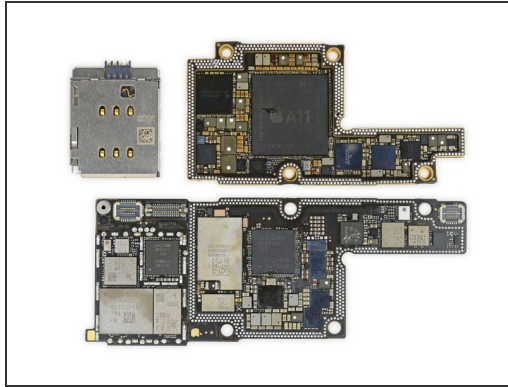
- デュアルリアカメラには巨大なブラケットが付けられています。デバイス本体が曲がってしまい、デリケートなコンポーネントが破損してしまわないようサポートがされているのでしょう。
- 加えてこの2つのカメラは内側で外れてしまわないように、フォーム製圧着剤でリアケースに固定されています。このカメラたちはPortrait Mode用や関連するマジック機能を稼働させるために、ここに留まってしっかりと働いてもらわなければならないのです。
- ガラスで覆われたカメラ筐体の周りに小さな斑点上の溶接部分が確認できます。(3番目の画像) これはカメラの突起部分の堀を溶接してケースに固定するためと推測します。

手順 8



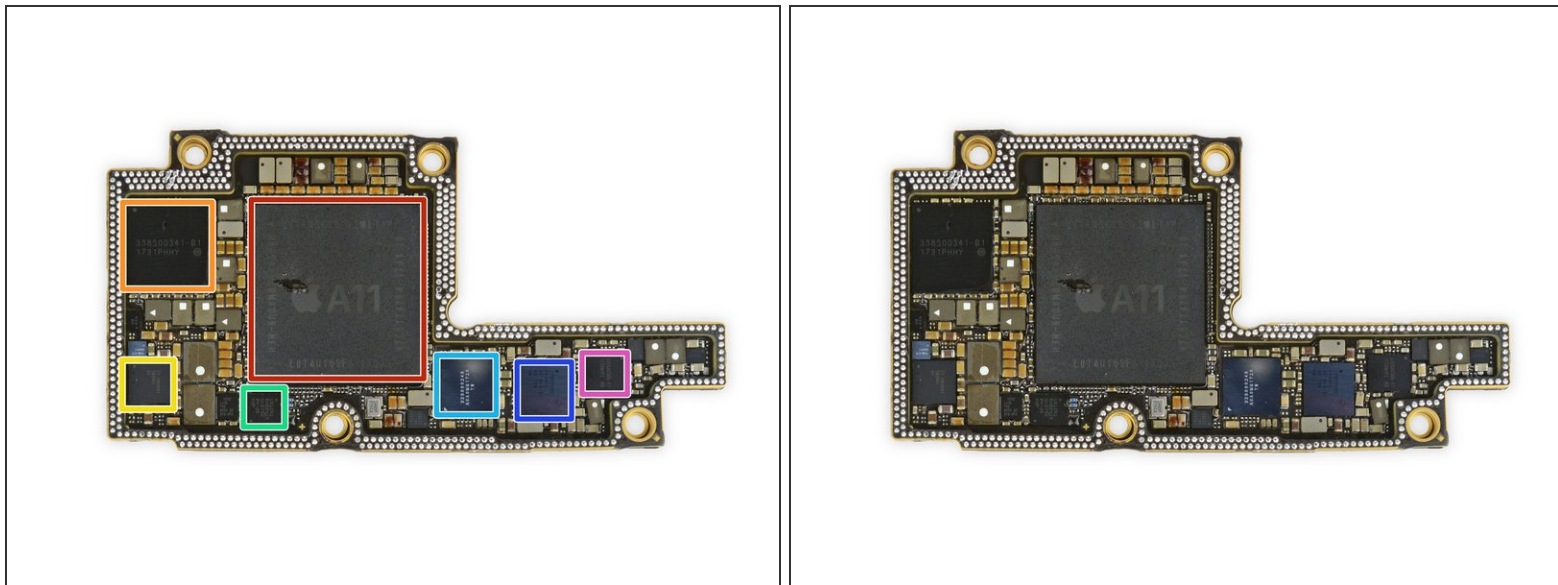
- この密集度が高い基板を取り出して、詳細に確認していきましょう。
- この小型基板は驚くほど素晴らしいスペースの有効活用をしています。コネクタとコンポーネントの密集度はこれまでに前例がないほどです。Apple WatchとXの密度から比較すると、[Apple Watch](#)の基板上にはもっとスペースが残されています。
- コンパクトになったiPhone Xの基板はより多くのテクノロジーを搭載しており、[iPhone 8 Plusの基板](#)がひよろ長く、広大に見えてきます。
- この2つの基板の表面積を比較すると、iPhone XはiPhone 8 Plusの基板の約70%に縮小されました。これによってバッテリー用のスペースを拡張できたのです。

手順 9



- Appleは一体どうやって70%に縮小された基板上により多くのテクノロジーを搭載出来たのでしょうか？言うまでもなく、基板を半分に折り畳んだからです。
- 2つに折られた基板は半田付けによって固定されています。この分解をホストしてくれた[Circuitwise](#)の協力で、BGA ホットエアー再加工ステーションを使ってこの基板を切断しました。
- 基板を全て切り離した後、全ての基板部分を合わせてみました。なんとiPhone 8 Plusの基板面積に比べて35%も拡張していたのです。素晴らしいスペースの有効活用です。
- 積層されたiPhone Xの基板は[オリジナルiPhone](#)が現れて以来、初めてのデザインです。(3番目の画像参照)
- ① この賢いデザインの欠点といえば、多くの基板レベルの修理が、この修理よりさらに難しいことが挙げられます。

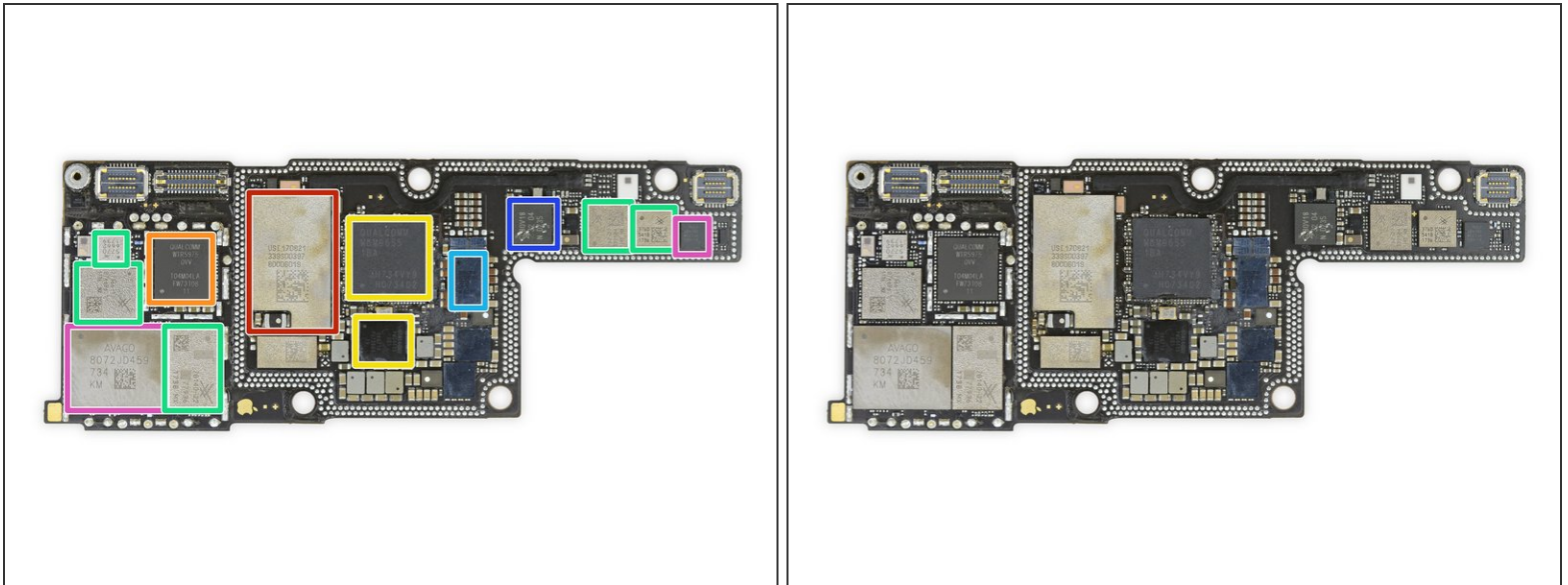
手順 10



● 半分の基板情報です：

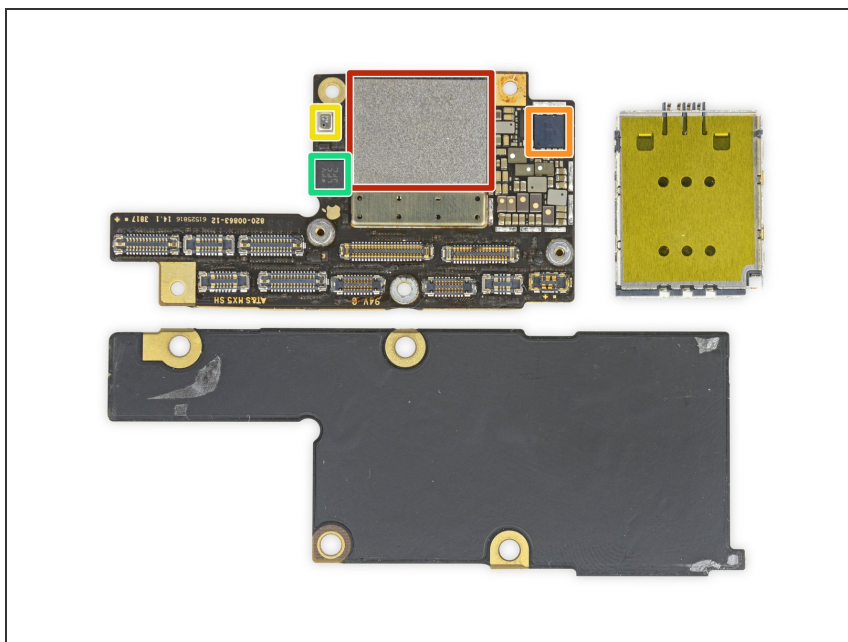
- Apple [APL1W72](#)A11 Bionic SoCに SK Hynix H9HKNNNDBMAUUR 3 GB LPDDR4x RAMが積層
- Apple 338S00341-B1 パワーマネージメントIC
- TI 78AVZ81バッテリーチャージャー
- NXP Semiconductor CBTL1612A1—1610 トライスターICのイテレーションのよう
- Apple 338S00248 オーディオコーデック
- STMicroelectronics STB600B0 パワーマネージメント
- Apple 338S00306 power management IC

手順 11



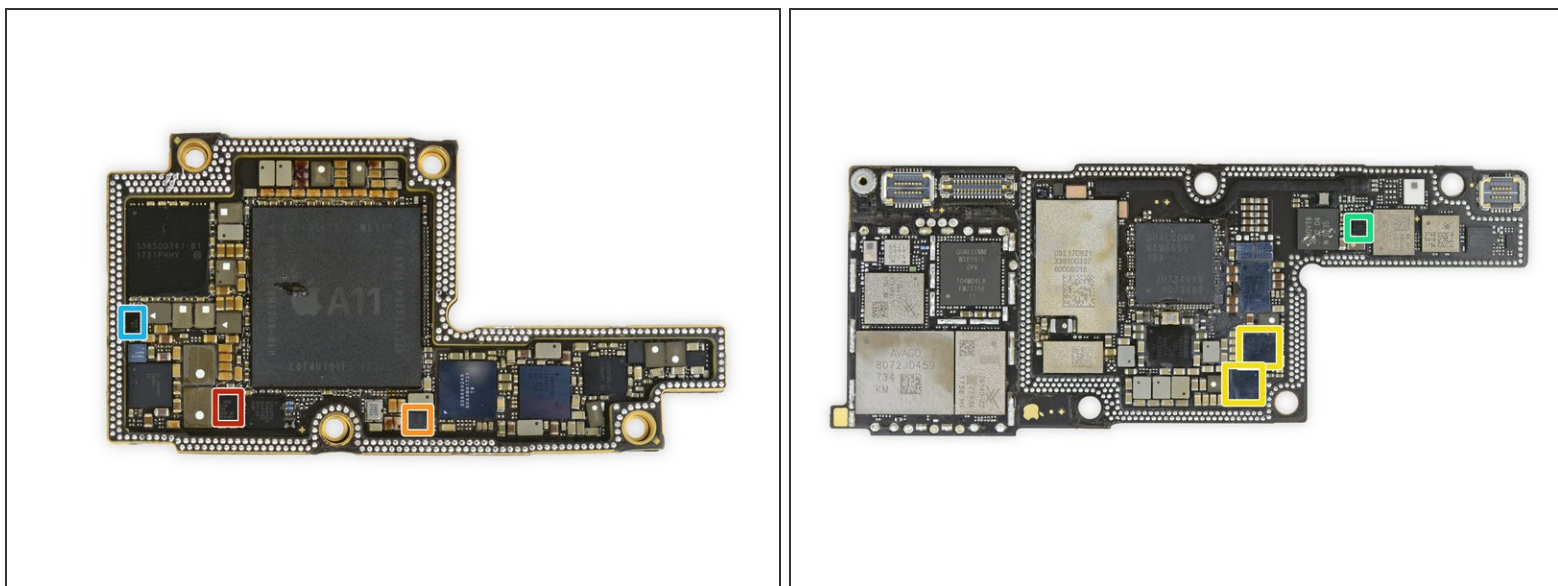
- Apple/Murata USI 170821 339S00397 WiFi / Bluetoothモジュール
- Qualcomm [WTR5975](#)ギガビット LTEトランシーバー
- Qualcomm [MDM9655](#) Snapdragon X16 LTE modemとPMD9655 PMIC。しかしAppleはモデムをデュアルソーシングしています。TechInsights はiPhone Xのモデル番号A1901の中にIntel [XMM7480](#)(PMB9948) が搭載されていることを発見しました。このモデムは問題なく稼働しますが、AppleはQualcommのパーツでギガビットのスピードに対応していません。
- Skyworks SKY78140-22 パワーアンプ、 SKY77366-17パワーアンプ、 S770 6662、 3760 5418 1736
- Broadcom BCM59355 ワイヤレス充電コントローラー
- NXP [80V18](#)PN80V NFCコントローラーモジュール
- Broadcom AFEM-8072, MMMBパワーアンプモジュール

手順 12



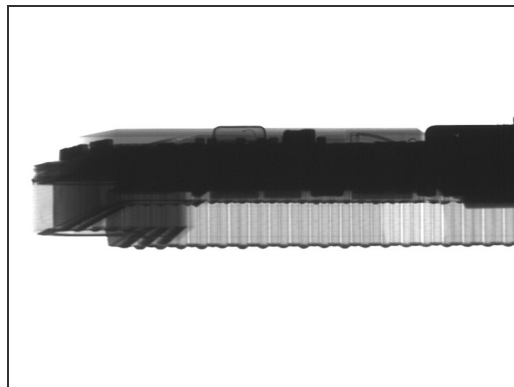
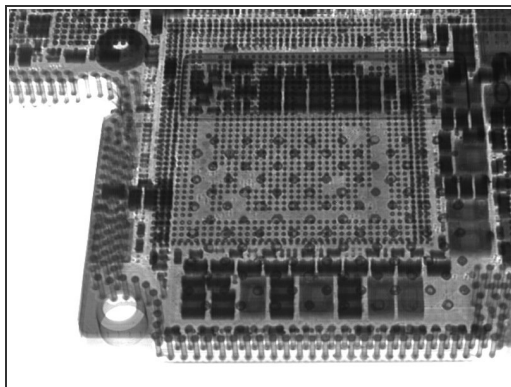
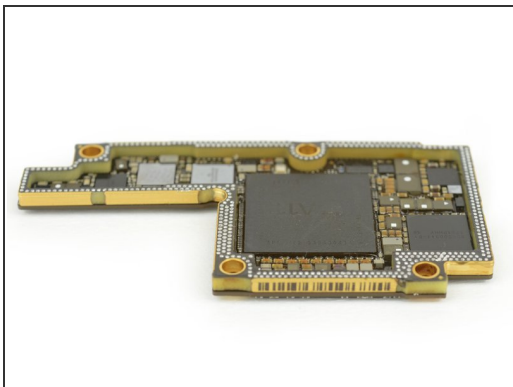
- 基板サンドイッチの外側にもまだチップが搭載されています：
 - 東芝TSB3234X68354TWNA1 64 GB フラッシュメモリ
 - Apple/Cirrus Logic 338S00296 オーディオアンプ
 - Bosch Sensortec BMP282 圧力センサー
 - Bosch Sensortec ジャイロ스코ープ/加速度計

手順 13



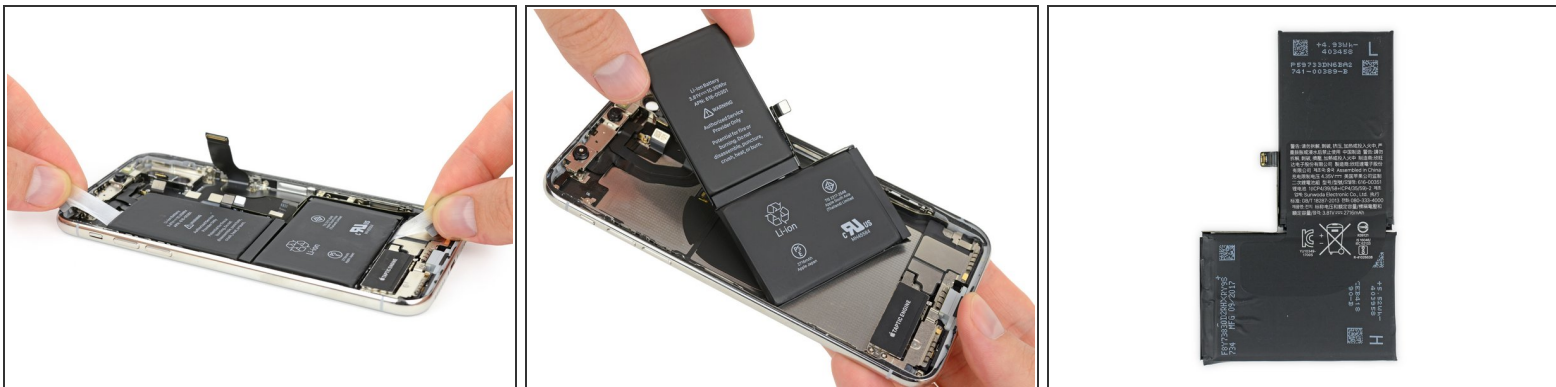
- IC識別はまだまだ続きます:
 - Cypress Semiconductor [CYPD2104](#) USB タイプ-Cポートコントローラー
 - Texas Instruments SN61280E Li-ion DC-DC コンバーター
 - Apple/Cirrus Logic 338S00296 オーディオアンプ
 - ON Semiconductor DC-DCコンバーター
 - SiTime MEMS オシレーター

手順 14



- Appleは一体どのようにしてPCB(プリント基板)のサンドイッチをデザインしたのでしょうか？
 - ① 基板の周囲に3番目のスペーサーとなるPCBを利用しました。2枚の基板をフレックスケーブルで直接接ぎ合わせなくても、[ビア\(vias\)](#):垂直相互接続アクセスで張り巡らされた穴を通じてデータ送信できるのです。
- A11 SoCはメイン基板の中央に配置されています。X線画像からこの基板が3D構造になっていると確認でき、基板の周囲に付けられたシリンダーは2枚の基板を繋いでいます。シリンダーの内側は半田付けされています。

手順 15



- 新しいデュアルパックのバッテリーには4つのプルタブが付けられています。これは[iPhone 8](#)に使用されていた短いプルタブとよく似ていますが、以前とは違う場所に付けられています。
- ① プルタブはバッテリー上部に折り込むように取付けられておらず、バッテリーセルの両脇に付けられています。このデザインでは通常の作業よりも若干難しくなります。
- このバッテリー容量は10.35 Whで(3.81 Vで2716 mAh)、[8 Plus](#)の10.28 Whと比べると若干増量しました。しかしながら[Galaxy Note8](#) のモンスター級バッテリー12.71 Whと比べると足元に及びません。
- デュアルパックデザインの目的は容量ではなく、スペースを有効活用する方法として導入されました。バッテリーを2つに分割することでより自由な形状や配置箇所が可能となります。基板を縮小させることで、残されたスペースが最大限利用できるのです。

手順 16



- もちろんFace ID機能はご存知ですよ？通常、私たちは分解のみ行いますが、稀らしく分解前に試行しました。撮影に使用されたビデオカメラは上手くドットパターンの投射を写せませんが、イルミネーションが出ているのは確認できました！
- ここから歴史の時間: 昔々、Microsoftが[Kinect](#)と呼ばれる素晴らしい空間センサーを製造しました。赤外線ドットマトリックスというテクノロジーは[PrimeSense](#)というイスラエルのテック会社によって開発されました。
- 2013年、AppleはこのPrimeSenseを360億円で買収しました。このテクノロジーを世に送り出すまで、何百億円もの投資を重ねてきたに違いありません。
- この買収によって、Microsoftは[Kinect 2](#)用の新しいセンサーシステムを開発するのに手こずりました。一方、iPhoneは深度センサーを手に入れました。iPhone Xユーザーはこれを[ドローンに取り付けて利用](#)するでしょう！

手順 17



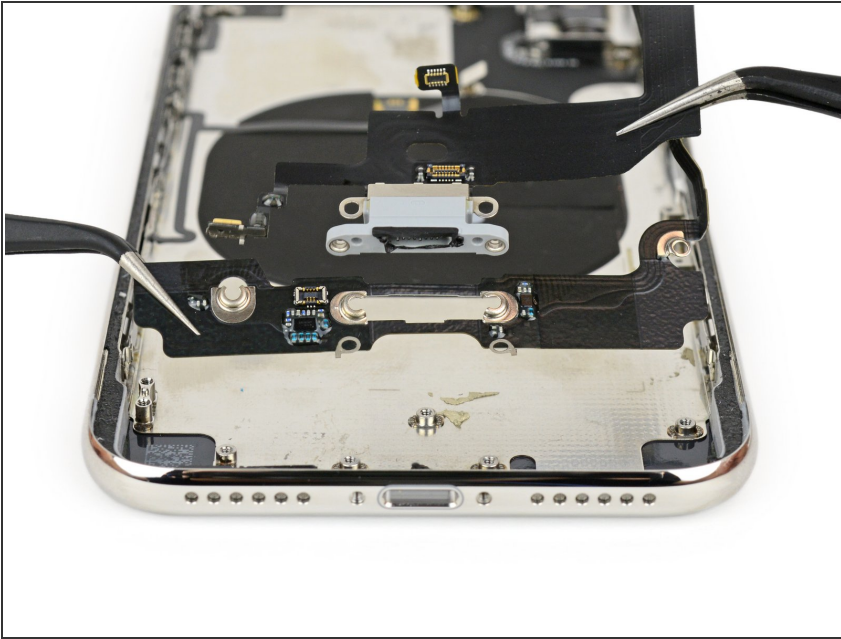
- さて次は待望されてきた[\(ミニチュア版Kinect\)](#) TrueDepthカメラシステムに注目してみましょう! このシステムはFace IDを機能させるため様々なセンサーと融合させています。
- システム手順1: ディスプレイに埋め込まれたフラッドイルミネータが顔に赤外線を投射します。
- 手順2: フロントカメラが赤色に点滅し、顔が存在するかどうか確認します。
- 手順3: 赤外線ドットプロジェクター(2番目の画像で一番右)が顔全体に投射され[3Dの顔のマッピングを作り出します](#)。
- 手順4: 左側の赤外線カメラがこのマッピングを読み込み、電話本体にデータ送信します。
- iPhone Xの内部ではとてつもなく早いソフトウェアの魔法によってこれらのデータをひとまとめにして、所有者本人であるかどうか、または[世界のどこかにいるもう一人の双子](#)かどうか識別するのです。

手順 18



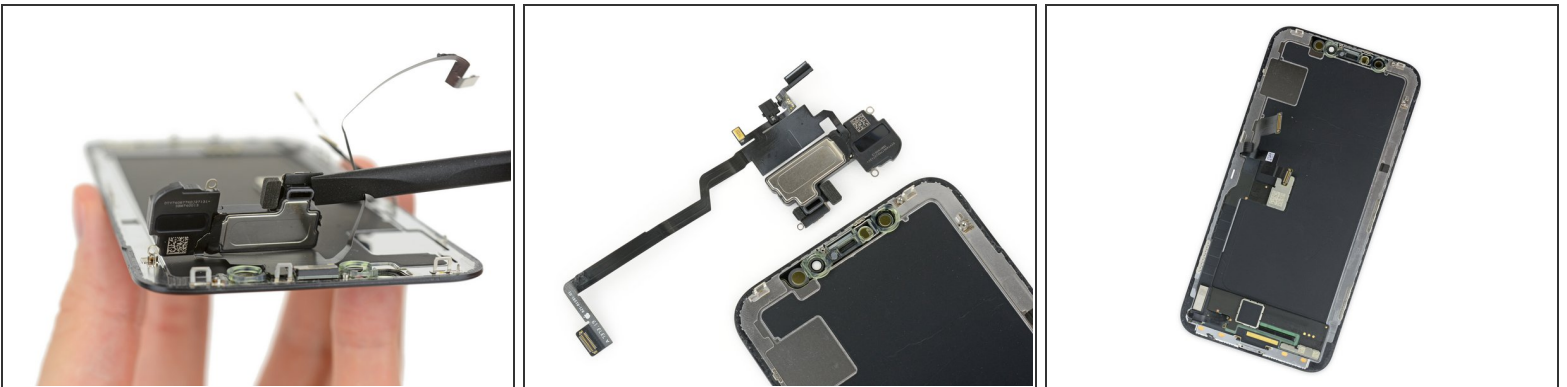
- ゴールはもう目の前です。このリアケースに残されたコンポーネントを頑張って分解しましょう。
- この最初に確認できる小さなブラケットはバネ付きコネクタとEMI接地フィンガーで覆われており、裏側にリボンケーブルが付いています。
- 次に取り出すのは下部スピーカーの筐体です。ベトベトの耐水性用圧着剤でポート周辺が覆われています。
- 最後にTaptic Engineとフレーム状の気圧ベントが取り出せました。AppleのTaptic Engineはこれまでと同じリニアアクチュエータを振動させるモーターを使用しています。

手順 19



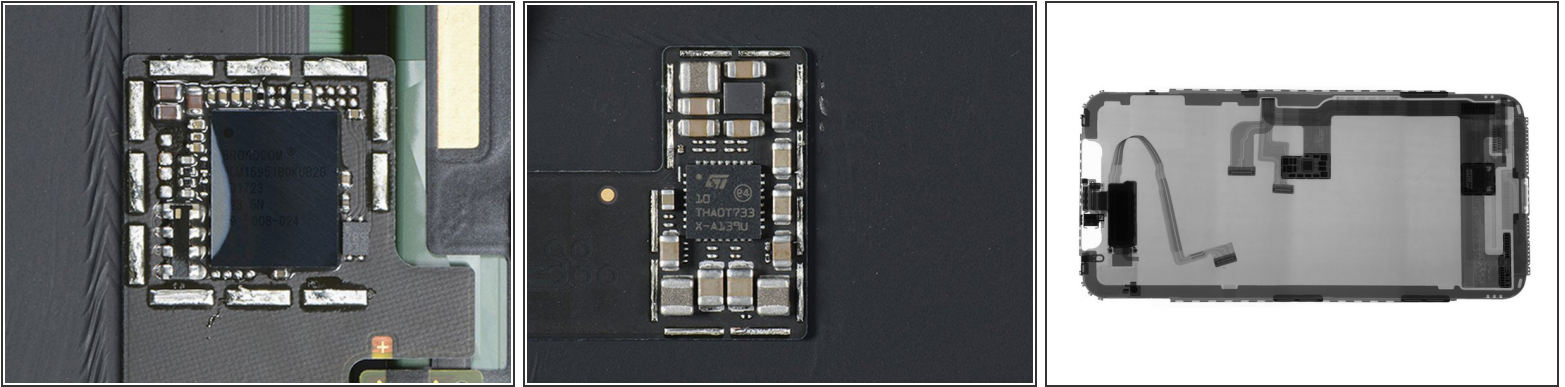
- iFixitの素晴らしい分解エンジニアたちが2本のピンセットを使って Lightning コネクタを外すテクニックを紹介しています。
- 充電ケーブルにお悩みの皆さんへ朗報です : Lightning コネクタは特別な補強が必要でした。そこでフレーム横の壁に幅広のブラケットを取付け、ネジで固定されています。
- 最初に取り出した外付けペンタローブネジが、ディスプレイの内部ブラケットに貫通するよう穴が開けられています。

手順 20



- メインのアセンブリがバラバラになりました。この次はディスプレイに戻ってきました。最初に取り出すのは耳をあてるスピーカーです。ディスプレイからサウンドを送り出すための素晴らしい新回路がデザインされました。
- ディスプレイ上部のコンポーネントを取り出してみると今までに見たことがないほど複雑なコンポーネントが絡まり合っています。スピーカー、マイク、環境光センサー、フラッドイルミネーションや近接センサーが詰め込まれています。
- 全てのモジュール式パーツを取り外した後残っているのは空のディスプレイです。

手順 21



- さて、この謎のチップをもう一度確認してみましょう！ TechInsightsの助けを借りてディスプレイ裏側にあるシールドの下を覗いてみました。以下が識別できたものです。
- A Broadcomタッチスクリーンコントローラー、ラベル番号BCM15951B0KUB2G.
- これに便乗して、私たちがこれまで見たことのない新STMicroデバイス、10 THADT733 X-139Uとラベル表記されたOLED PMIC。

手順 22



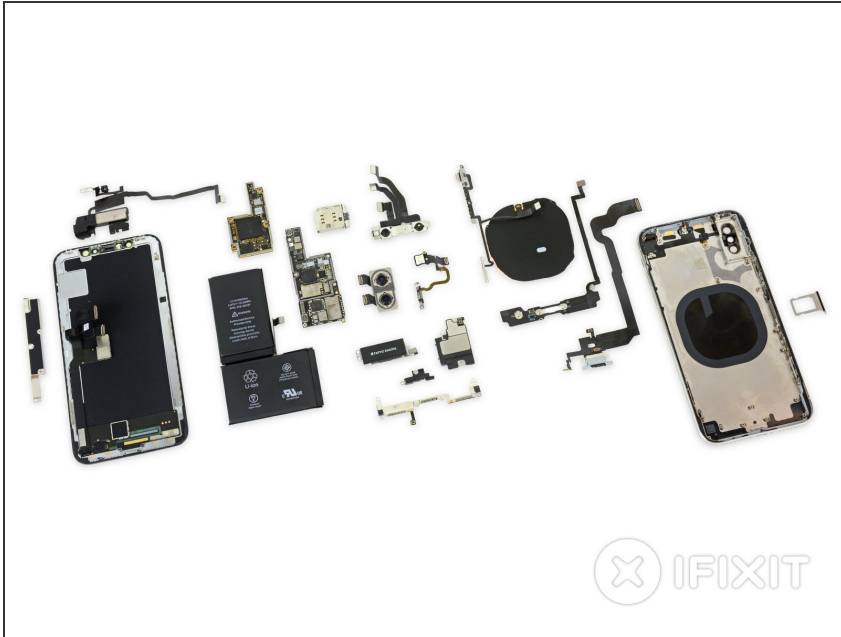
- Xのベアメタルまで掘り下げていきましょう。次に見覚えのある内部がずっしりと詰まったパズル：ワイヤレス充電コイルを見つけました。
- なんと、あらゆるものがこのコイルに取り付けられています。音量ボタンから呼び出し/サイレントスイッチ、確認できなかったセンサーのブラケットまで。
- 他にも万能機能ケーブルをデバイス上部から取り出しました。このアセンブリは以前のiPhoneモデルにもあるクアッドLED True Toneフラッシュや電源ボタンが付けられています。

手順 23



- ボーナ斯拉ウンド: 新iPhone Xのリアガラスが割れてしまうと一体どうなるのでしょうか？
 - 何回にも渡って熱を当て、スパッジャーを(諦めて)脇に置き、特製[Jimmy](#)でスライドしながら切り込みます。XもiPhone 8、8+同様、かなりの量の圧着剤がリアパネルに付けられています。
 - Jimmyで注意深く内部を切り込んでいきましたが、またもや行き止まりです。[iPhone 8](#)のリアパネル1枚とは違い、カメラの突起がリアガラスの上に重ねられてメタル製フレームの下で極めて繊細に溶接されています。
 - クッキー用保存瓶の口に手が挟まって取れないというよくある”行く手を阻まれる状況”では手（カメラの突起）を切断するか、クッキーの保存瓶（リアガラス）を割るしか抜け出る道はありません。困ったものです。
- ❶ 私たちはガラスパネルを取り出すため、カメラの突起を切除することにしました。パネルが割れてしまった場合、良い交換方法は残っていません。多量に残るガラスの破片を完全に取り出す作業には膨大な時間が必要です。

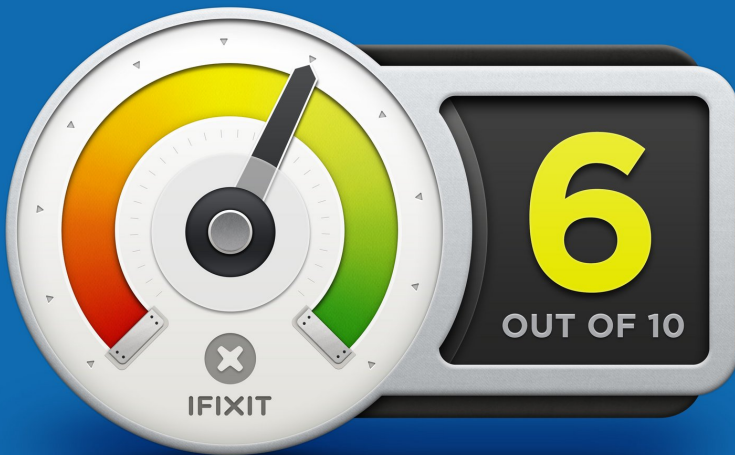
手順 24



- 22コースにも及ぶ分解ディナーを楽しんでいただけたでしょうか。栄養満点の内容でした。
 - [iPhone 8/8+](#)の分解をまだご覧になっていない方は是非ご覧ください。また、過去に発売されたスマートフォンの修理難易度リストもご自由にご覧ください。
 - いつも快く助けてくれる[Circuitwise](#)、[Creative Electron](#)、[TechInsights](#)に感謝の気持ちを伝えます！
- ① ご自分のiPhoneを開口せずに中身が見たいですか？ [iFixit特製iPhone X用HDシースルー/X線のウォールペーパー](#)をチェックしてみてください。

手順 25 — 分解を終えて

REPAIRABILITY SCORE:



- iPhone Xのリペアビリティのスコアは10点中6点です。(最も修理しやすい指標が10点です)
- ディスプレイとバッテリーの修理はiPhoneの中で最も優先順位が高いパーツです。
- ヒビが入ってしまったディスプレイは生体認証機能のFace ID ハードウェアを交換せずに修理ができます。
- 圧着剤の使用よりも取り外しが簡単なネジの使用が望ましいのですが一修理には標準型プラスドライバーに加えて、Apple 独自のネジ専用ドライバー(ペンタローブとトライポイント)が必要です。
- 耐水性機能によってある修理は作業が複雑になります。しかし水没によるダメージからの回復作業を考えるとより簡単ですが、この修理はあまり起こらないでしょう。
- ケーブルが複雑なアセンブリの中に分け目なく繋がっています。一これを交換するには経費が重なり、交換作業は困難です。
- 落下したとき、全体がガラスに覆われた正面と背面ではダメージが入ってしまう可能性が高まります。そしてもし背面ガラスが割れてしまった場合、全てのコンポーネントを取り外して、筐体全体を交換しなければなりません。

