



IFIXIT

HomePodの分解

Appleの愛用されてきた音声アシスタントが、ジャケットを羽織ったMac Proとして蘇りまし...

作成者: Jeff Suovanen



IFIXIT

はじめに

Appleの愛用されてきた音声アシスタントが、ジャケットを羽織った[トイレットペーパー](#) Mac Proとして蘇りました。Siriは360度どこからでもあなたの質問にHi-fiサウンドで答えて(くれようとして)くれます。Appleはどうやってこの小さなスペースに高音質のサウンドシステムを詰め込んだのでしょうか？そして、なぜ発売までこんなに時間がかかったのでしょうか？その答えを知るには分解するしかないようです！

Hey Siri、where can I get more teardown news—どこから分解ニュースを入手できる？
[Facebook](#)、[Instagram](#)や[Twitter](#)、[Twitter日本語版](#)をフォローしてください。または公開したての分解情報を入手するには、

[newsletter](#)を登録してください。



ツール:

- [T5トルクスドライバー](#) (1)
- [T6トルクススクリュードライバー](#) (1)
- [ヒートガン](#) (1)
- [iFixit開口用ピック\(6枚セット\)](#) (1)
- [ピンセット](#) (1)
- [Curved Razor Blade](#) (1)
- [スパッジャー](#) (1)
- [ハルバードスパッジャー](#) (1)
- [Hack saw](#) (1)

手順 1 — HomePodの分解



- Appleはどんなテクノロジーをこの中に隠しているのでしょうか？これまでに判明しているスペックです。
 - [Apple A8 プロセッサ](#)
 - 4インチ(約10cm)ハイクスカーションスピーカー、
 - 7方向ビームフォーミング対応のツイーター・アレイ
 - ビームフォーミング対応6つのマイクロフォン・アレイ
 - リアルタイム・アコースティック・モデリング
 - デバイス上部に搭載されたタッチインターフェース・
 - 802.11ac Wi-Fi with MIMO + Bluetooth 5.0

手順 2



- 初めてのスマートスピーカーではありません。そして一番高くもなく、一番低くもありません。しかし、Appleらしさが見え隠れしています。
- それでも基本的なフォームファクタは、今の主流デザインである360度スマートスピーカーで囲まれた円筒形です。
- [Amazon Echo](#)や[Google Home](#)と比べてもっとも顕著な違いは、HomePodには電源回路が統合されています。分解アップデート:[強く引っ張れば](#)、取り外しが可能であることがわかりました。
- ① 電力ケーブルがデバイス本体に組み込まれたため、見た目がすっきりとしました。Appleはケーブルが取り外しできることを上手く隠しています。(ちなみに私たちも騙されました！) ケーブルは編み込まれたオシャレなカバーが付いています。

手順 3



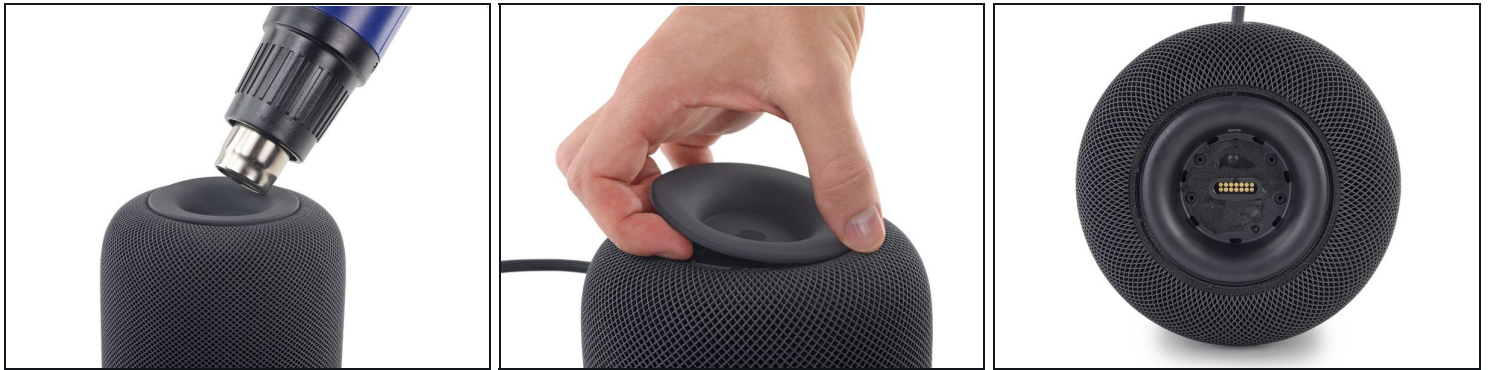
- さて本体の底にひっそりとプリントされた規定ラベルを確認してみましょう。
- FCC(Federal Communications Commissionー米国連邦通信委員会)、e-wasteに関する警告と、EUの基準を満たす[CEマーク](#)と[オーストラリアの規制マーク](#) (このモデルはアメリカ国内専用のプラグにも関わらず)、関電保護クラス(Appliance classes)のうちクラスIIのマークが付けられています。
- 新しく付与されたモデル番号はA1639です。
- そして幾つか小さい穴があります。
 - ① マイクがこんな奇妙な位置についているわけではありません。これは気圧を目的とした穴なのでしょうか？

手順 4



- まず最初に、Appleのシームレスな3Dアコースティックメッシュを詳しく見てみましょう。
 - ① Appleのエンジニアたちは、HomePod内部をホコリや小さなゴミから守ると同時に、音響を通す透明なメッシュ素材を開発しました。
- 表面は滑らかな肌触りで(Siriも休憩が必要ですから)、どこかで[見覚えのある](#)LED表示板がHomePodの上部に付けられています。
- 毎度お馴染みの[Creative Electron](#)のX線撮影により、内部の画像を確認できました。この中に巨大なマグネットが搭載されているようです。(画像3番目の黒い影がマグネットにあたります)

手順 5



- X線画像によると、本体底にネジが留められているようです。そこで、フット部分の接着剤に向けて集中的に熱を当てました。ヒートガンから相当な熱が放たれた後、ゆっくりとフット部分が剥がれてきました。
- ネジがここにあると分かっているものの、粘着力たっぷりの作業が終わった後は、最悪の事態も覚悟し始めました。
- ...しかし、そこには修理しやすいトルクスネジが使用されています。接着剤がついたフット部分には14ピンポートがあります。おそらく組み立ての際に[ポゴピン](#)を接続して、HomePodをテストしたりプログラミングするために使用されるのでしょう。

手順 6



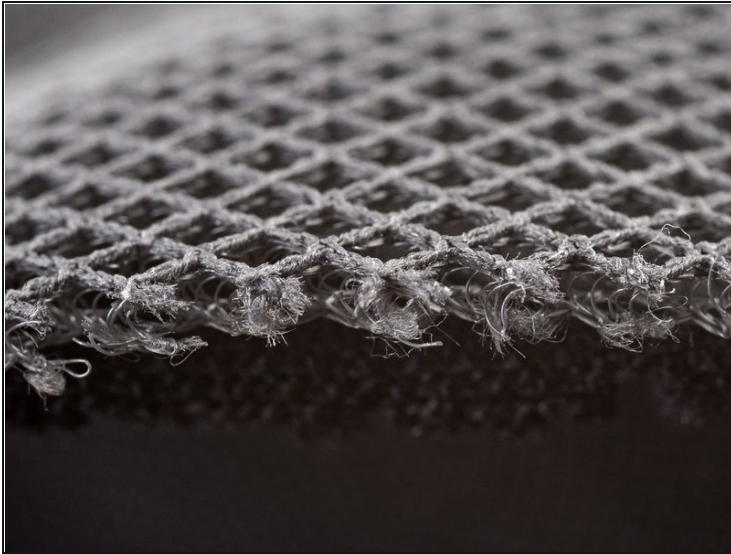
- しかしこのトルクスネジは思ったほどフレンドリーではないようです。ネジを外してもプラスチックのプレートが付いており...未だに外せません。メッシュがプレートの内側への侵入を阻止しているようです。
 - 本当はメッシュを切断したくはないのですが、接着剤で固定されたメッシュ先端に沿って開口ピックをスライドしました。その結末は？残念ながら、このプラスチックのプレートは、こんな作業にも全く動じないようです。
- ① Hey Siri、この内部に入るには何を一体取り出せばいいのかな？

手順 7



- 次は何か鋭利なものが必要です。できればこのメッシュは切断したくないのですが、この状態では到底無理です。実は、[ファンシーなファブリックを切断する分解](#)は、初めてではありません。
- 分厚くてワイヤの入った3Dメッシュをスライスしていくと、次にまた別の内部ファブリックのスリーブが見つかりました。
 - この薄くて、柔軟性あるスリーブが内部と繋がっているため外せません。今の所はこの状態のままにして、別の部分から分解を続けましょう。
- 幸いなことに内側のボディはこのメッシュのようにシームレスではありません。ゴムのプラグ(これがまたとっても素敵なデザイン)の下にさらに隠れたトルクスネジがあります。

手順 8



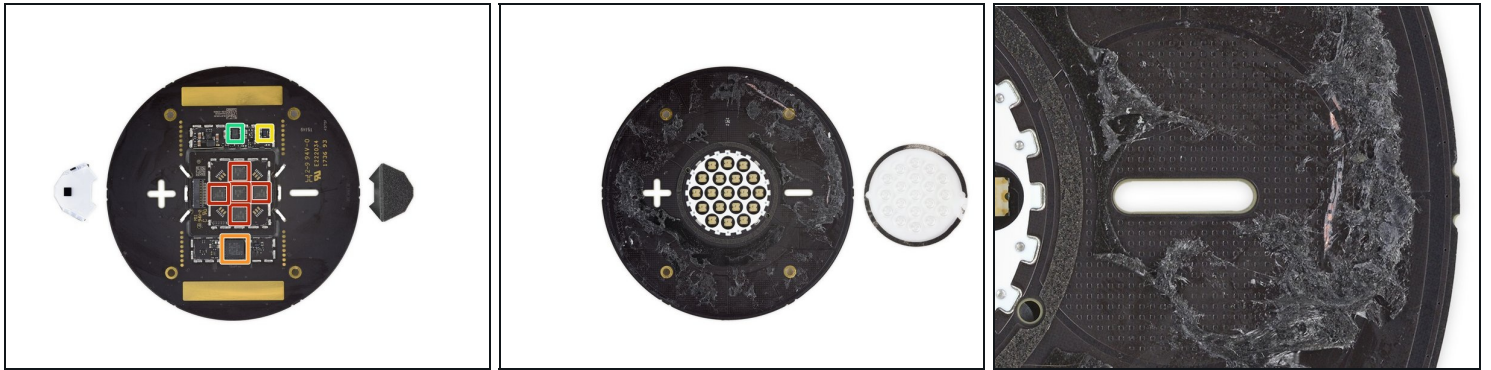
- 新開発されたシームの利点：このスリーブの中にどんな繊維のマジックが織り込まれているのか確認しなければなりません。
- 結局マジックなんてありませんが、メッシュはネット上部と下部の間に小さなワイヤのコイルが挟まっており3層構造です。
 - ① この構造がサウンドウェーブを防御することなくファブリックを通過させ、反響を最大限に抑えると同時に防塵機能を持たせています。
- さて、メッシュを取り出しました。すると紐が本体上部とつながっています！ということは上部から開口すれば壊さずに分解できるということなののでしょうか？

手順 9



- 進入口を模索しながら、接着剤で固定された上蓋を剥がします。上蓋を固定しているネジがありますが、ネジを外してもどこへも繋がっていません。
 - ① 外側から見るとシンプルな構造に見えますが、入り口を見つけるまでが迷宮を彷徨っているようです。
- さらに熱を当てたあと、別の接着剤パッドを取り出して、次のレベルに行く道が見つかりました。
- ドア番号3の下には、次のものがあります。頑丈に保護された基板、ワイドリボンケーブル、引き紐用の杭となるポストです。

手順 10



- 本体上部で楽しいライトの投影をしてくれる基板を取り出せます。基板上のチップは以下の通りです。
 - Texas Instruments [TLC 5971](#) LEDドライバー
 - Cypress [CY8C4245LQI-483](#) プログラム可能なSystem-on-Chip。タッチコントロールと同様のタスク。
 - ON Semiconductor [FPF1039](#) スルーレート制御型ロードスイッチ
 - Texas Instruments [TPS62135](#) 4 A 降圧コンバータ
- 基板裏側はLEDとインジケータースモーク効果のようにさせるディフューザーがあります。
- ① プラスとマイナスの記号は基板上からそのまま直接表示されます。プラスとマイナスどちらも3つの小さなLEDライトと、光を四方に散らさず上部に向けてライトを照らすためのライトガイドが付いています。
- 基板の上部(2番目の画像)には綺麗に整列された小さなディボットが搭載されています。これはおそらく [Google Home](#) でも使われていた容量性グリッドだと思われます。これにより表面上のタップやタッチをセンシングできます。

手順 11



- この取り出したディスクには精巧な引き紐状のモーリング(錨のような留め金)が付いており、反対側にはメインの基板があります。
- 確認したチップです。
 - Apple A8 APL1011 SoC (これは[以前にも見たことがあります](#)が、このモデルでは別の役割をしています)おそらく1GB RAMとの組み合わせ(典型的なPoP構成では上に重ねられています)
 - Toshiba THGBX4G7D2LLDYC 16 GB NANDフラッシュ
 - USI 339S00450 WiFi/Bluetoothモジュール。 [Broadcom BCM43572](#)が内側に搭載。
 - Apple/Dialog Semiconductor [338S00100-AZ](#)PMIC
- 面白いことに、[裏側](#)には数個のチップとパッシブセンサー用に作られたと思われる空のSMDパッドが付いています。HomePod は最後の最後でデザインチェンジをしたのでしょうか？

手順 12



- 温めたり捻ったり、成果のあまりでない方法で手探りでやってみましたが、この先に進むことができません。ついに手段が残された私たちは、ついに弓ノコ(と[超音波カッター](#))を用意して、この超強力なウーファーを外すことにしました。
- ✦ 分解アップデート: [MacRumorsの読者の方](#)が、この方法でより上手く解体できました。私たちもおおよそ同じ作業を試みましたが、あまり良い結果は出ませんでした。しかし続けてやってみるべきだったかもしれません。どうしても分解しなければならない場合は、この方法を試してみてください。
- このスピーカーのサイズに比べてウーファー上のマグネットが大きく見えるなら、実際に大きいということです。ディープで感動的なベース音を可能にするには[空気を振動させる](#)スピーカーの性能次第なのです。
- ① これまで[振動板\(コーン紙\)](#)の直径を増やせば音質が向上できるとされてきましたが、Appleは代わりに[ボイスコイル](#)の振動を増加させました(今回は20 mm p-pまで)。このためスピーカーの直径は小さいものの、空気を十分に振動させることによって高質のベース音を生み出せます。

手順 13



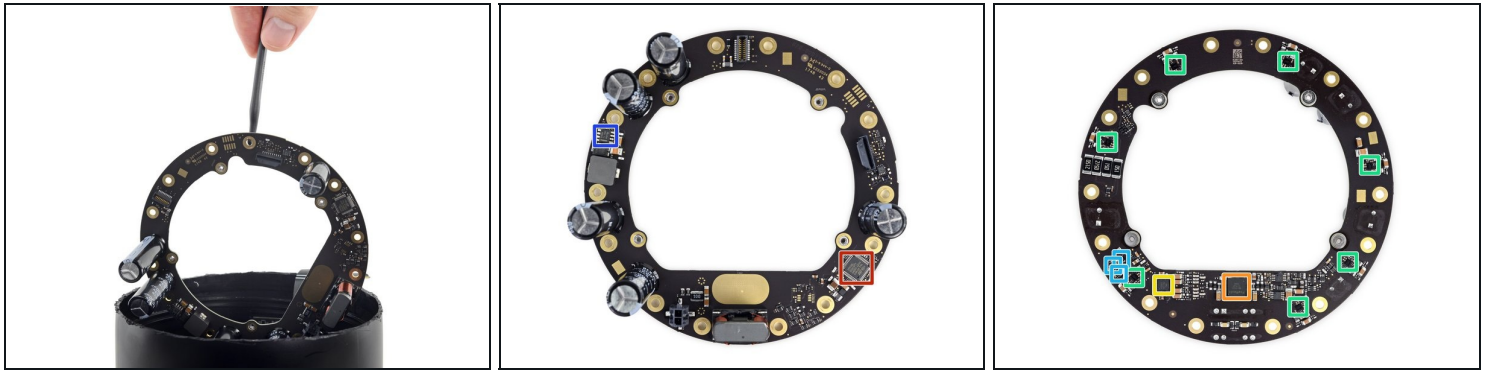
- このスピーカーの要塞に侵入するため、接着剤をスライスしてこじ開けると、最後の障害物にたどり着きました。ネジ状のリングです。
- ある時点までは、HomePod はネジを外さなくてもコントロール/ウーファーコンポーネントとツイーター/電源ユニットを取り外せたのではないかという結論に至りました。
- しかし、私たちが遠回りをしたことが失敗だったとは思いません。このデバイス本体下部に接着剤が付けられていることから、ネジを採用する消費者向けのデザインではないのですーこのHomePodは完全に接着剤で留められています。
- ① それ故に、[Appleの修理コストがデバイス本体の85%もする](#)のは不思議ではありませんー修理は簡単な作業ではないからです。でも私たちが間違っているなら、ぜひとも教えてください！

手順 14



- さて、HomePodという玉ねぎから剥く次の皮は2つのパーツで構成される電源です。これは交流/直流の変換を行うインナーロックと電流を8つのスピーカー全てに交配するアウターリングを搭載しています。
- AC-in boardの頑丈なハードウェアは接着剤で覆われています。おそらくこれは、とてつもない振動で外れないようにするためでしょう。[MacPro](#)のように電導性ポストを通してリングボードに電気を送り込んでいます。

手順 15



- 第2番目の電源、配電用リングが[釣り針](#)にひっかかりました。
- まるで銀河系のような電源用基板のコンデンサーが点在する側には、STMicroelectronics [STM32L051C8T7](#) 超低電力 ARM MCUが搭載されています。
- 反対側にも見つけました。
 - International Rectifier PowlRaudio 98-0431オーディオアンプ
 - 統合されたPLL搭載Cirrus Logic [CS4350](#) ステレオ DAC
 - そして周辺には7つのAnalog Devices SSM35158 SSM3515B オーディオアンプが搭載されており、これらはツイーター用ためのアンプのように見えます！
 - Maxim Integrated [MAX9938](#)とTexas Instruments [INA210](#) 電流センスアンプ
 - Texas Instruments [TPS54560](#) 5 A ステップダウンコンバータ

手順 16



- 樽のようなHomePodに接着剤で固定された小さな基板を取り出すため格闘しています。そしてマイクアレイ用にSynaptics製Conexant [CX20810](#)ADCチップが2つ搭載されていることを発見しました。
- これだけでなく、基板にも独自のマイクが搭載されていますーこの目的はウーファーを調整(キャリブレーション)するためのベース用マイクのように見えます。
- ① 基本的にこのマイクはウーファーから出る音に応答します。高度な音声信号処理により、他の音域とベース音のバランスを保たせてウーファーを微調整し、最高のパフォーマンスとなる音質を作り出すのです。
- マイクの残り部分に注目してみましょう。2本の長いタブ上に3つのマイクが繋がっています。各タブはケース内側に接着剤で固定されています。マイクは”ろうと状”のチャンネル上にも固定されています。

手順 17



- 次にHomePodからまた別のネジ状リングを取り出すと、ついに電導性電気ポスト付き白雪姫と7つのツイーターにアクセスできます。
- まさにその通りですーゴールドのネジポストはツイーターに送電しています。
- ポートを確認してみましょう。なんだかこのポートについては[とても嫌な予感](#)がします。
- ① ツイーター正面で小さく折られた[ホーン機構](#)はオーディオデザインのエンジニアたちにとって、スピーカーの音響効果を高め、音が広がる方向をコントロールできる秘訣です。同じ概念をもつものが[蓄音機](#)です。
- さあ、超音波カッターを取り出して切断し、このユニットを開けてみましょう！

手順 18



- ツイーターアセンブリが開くと、HomePodから”迫力感ある”音響を作り出す通気式ホーン搭載のツイーターを詳細に点検できます。
- [ボイスコイル](#)のシリンダー側にベントがあり、ツイーターの裏側に4つの穴が開けられています。この役割は、ツイーターが振動する時、ツイータードームの裏に溜まる気圧を逃すことです。
 - ① 減圧できれば、1秒間あたり数千回に及ぶツイーターの振動でドームが歪まないよう保護してくれます。ーそして音質も保てるのです。
- ☑ これまでのところ、[ダイヤモンド製ツイーター](#)の証拠を見つける事ができません...Geaves博士、どこにあるのか教えてくださいか？

手順 19



- これが全部のパーツです。ここにあるパーツをすべて合わせると HomePod と言われる Siri ハウスが完成します。
- Apple も私たちが採った手段でこの内部を開けるのでしょうか？それとも、私たちは何か大切なポイントを見過ごしていますか？何かご存知でしたら、コメントを加えてください。そして YouTube の分解ビデオもぜひチェックしてください。
- 最後にリペアビリティのスコアを検討する時間です。ポジティブな点も多いのですが、この開口方法では元の状態に戻すことができません。そのため、この結果に基づいてスコアを出すことにします。

手順 20 — 分解を終えて



- Apple の HomePod のリペアビリティのスコアは 10 点中 1 点です。(10 点が最も修理しやすい指標です)
- HomePod はタンクのような構造です。強度については問題なさそうです。
- 外カバーのファブリックメッシュはシームがないにも

- ネジ上のファスナーは全て標準型トルクスネジがしようされており、厄介なネジは使われていません。
 - 非常に賢明な電導性ネジポストによって、幾つにも重ねられたコンポーネントの層の間を行き交う複雑なケーブルの数が最小限になりました。
 - 非常に強力な接着剤がタッチ入力カバー、マイクロアレイ、ゴム製フットと(これが一番困難極まりない)デバイス上部のメインエントリーポイントに付けられています。この接着剤がなければ、格闘なしに、単純に捻って外せるデザインのようにです。
 - 内部の分解は非破壊的な方法で進めれる方法があるように見えますが、私たちにはそれができませんでした。リペアマニュアル無しでは、このデバイスの修理が成功する可能性は非常に低くなります。
-