

技術紹介

4 次世代車載内装向け 静電ユーザーインターフェースの開発

The development of capacitive UI for next generation automotive interiors

内村 俊治	Toshiharu Uchimura	インターフェース・ソリューション事業部技術部 主任
平岡 大介	Daisuke Hiraoka	インターフェース・ソリューション事業部技術部 主任
秋月 譲司	Joji Akizuki	インターフェース・ソリューション事業部技術部 マネージャー

キーワード: 静電容量式センサ、タッチ、非接触、近接、感圧

Keywords: Capacitive sensor, Touch, Non-contact, Proximity, Pressure-sensitive

要 旨

自動車業界はいま「100 年に一度」の大変革時代と言われ、大変革を象徴するキーワードとして「CASE」「MaaS」があり、自動車業界の今後の動向を示すものとして注目されています。

その「CASE」の技術革新及び「MaaS」に示されるサービスの変革により自動車のコックピットは日々進化しています。今後、「CASE」の「コネクテッド(Connected)」や「自動運転(Autonomous)」の普及で車室内の過ごしやすさ、居住性の高まりが予想され、車に乗った人が心地よいと感じるデザイン性の高いユーザーインターフェース(UI)が求められます。また、UI としては既に一般化しているタッチ操作以外に音声やジェスチャ操作などを組み合わせたマルチモーダル(複数の手段を組み合わせたインターフェース様式)な操作が求められます。

本稿ではそれら次世代内装への適用を目指し、新たに開発した次世代車載内装向け静電 UI の開発事例を紹介します。

SUMMARY

The automobile industry is now said to be "an era of revolution once in 100 years." The keywords "CASE" and "MaaS" are symbolic of this great transformation and are attracting attention as indicators of future trends in the automotive industry.

The cockpit of the automobile is evolving day by day through the technological innovation of "CASE" and the revolution of service as indicated by "MaaS". In the future, the spread of "Connected" and "Autonomous" is expected to increase the comfort and livability of the cabin, requiring a well-designed user interface (UI) that is comfortable for people who get into the car. Also, in addition to touch operation, which has already become commonplace, multimodal operation (interface style combining multiple means) combining voice and gesture operation is required for UI.

In this paper, we will introduce examples of the development of a new electrostatic UI for next-generation vehicle interiors, which was developed with the aim of applying it to these next-generation interiors.

1. はじめに

自動車業界はいま「100 年に一度」の大変革時代と言われています。大変革を象徴するキーワードとして「CASE」「MaaS」があり、自動車業界の今後の動向を示すものとして注目されています。

CASE とは「コネクテッド(Connected)」、「自動運転(Autonomous)」、「シェア&サービス(Shared& Services)」、「電動化(Electric)」の頭文字から構成された先進技術であり、MaaS とは「Mobility as a Service」を略した言葉、新たなモビリティサービスの概念を表しています。現在の自動車業界は安全快適で利便性の高い次世代のモビリティサービスを構築すべく、この 4 つの技術と概念が同時並行で進んでおり、業界を取り巻く環境は大きく変わろうとしています。¹⁾

CASE の「コネクテッド(Connected)」では、自動車がネットワークに常時接続されるコネクテッドカーとなり、様々な価値を生み出す「つながるクルマ」へと進化します。通信機能を生かすことで、エンターテインメントをはじめとした様々なサービス展開が予想されます。また、「自動運転(Autonomous)」においては、これまで運転席から操作しやすい配置や運転する楽しさを追求するなど運転者中心のデザインから、運転そのものがなくなり、車室内の過ごしやすさ、居住性の高まりが予想され、運転者だけでなく、車に乗った人が心地よいと感じるデザインや操作性が求められます。また、ユーザーインターフェース(UI)としては、既に一般化しているタッチ操作以外に音声やジェスチャ操作などを組み合わせたマルチモーダル(複数の手段を組み合わせたインターフェース様式)な操作が求められています。

本稿ではそれら次世代内装への適用を目指し、新たに開発した次世代車載内装向け静電 UI の開発事例を紹介します。

2. 次世代車載内装向け静電 UI の概要

前述のように CASE 進展により車室内内装は次世代 UI への変容が予想されていますが、近年では各種入出力機器の操作を統合した操作パネルの導入や物理的ボタンのないシームレスでシンプルなデザイントレンドを踏まえた操作パネルなど、車内外機器へ静電 UI 採用が広がっています。表 1 にそれらの例を示します。

表 1 の静電 UI 用途から、次世代のアームレストの UI イメージを図 1 に示します。デザインは曲面を用いた形状となり、表面は木目調・布調・金属調などの素材感があふれ、必要なときだけ光透過により絵柄や画像が浮き出るようになります。このようなデザインを実現するためには、ステルス加飾等の「加飾技術」が必要です。

組み込むセンサには、光透過に必要な高い透明性や、曲面など複雑な形状に追従可能な高い屈曲性が求められます。また表示のオン／オフ切替においては、センサに手を近づけた時に表示がオンとなるような使用シーンが想定されるため、手がアームレスト表面に触れていなくても検出できるような高感度なセンサが求められます。高透過、高屈曲、高感度なセンサが求められる用途において、我々の取り組んでいる「印刷技術」と「静電技術」が活用できます。

今回、このような次世代 UI への適用を目指し、「印刷技術」と「静電技術」を活用した静電容量式多機能センサを開発しましたので、次頁以降に詳細を記載します。

表 1. 車内外機器における静電 UI 用途例

エリア		機器	静電UI用途
コックピット	センターコンソール	エアコンパネル	エアコン操作ボタン等
		アームレスト	各種デジタル機器操作パネル
	ステアリング	ステアリングホイール	手放し防止機能
サイドドア	アームレスト	デジタルアームレスト	各種デジタル機器操作パネル
ドア外側	ドア	ドアノブ	ドア開閉
	スライドドア	自動スライドドア	ジェスチャーとLED組み合わせによるドア操作
後部座席	ヘッドレスト	タッチパネルモニタ	後席タッチパネル搭載モニタ
	コンソールBOX後方	操作パネル	各種デジタル機器操作パネル
	アームレスト	デジタルアームレスト	各種デジタル機器操作パネル
シート周り	アームレスト	操作パネル	シート操作入力装置
天井	オーバーヘッドコンソール	ルームライト	ランプ操作

次世代アームレストのUIイメージ

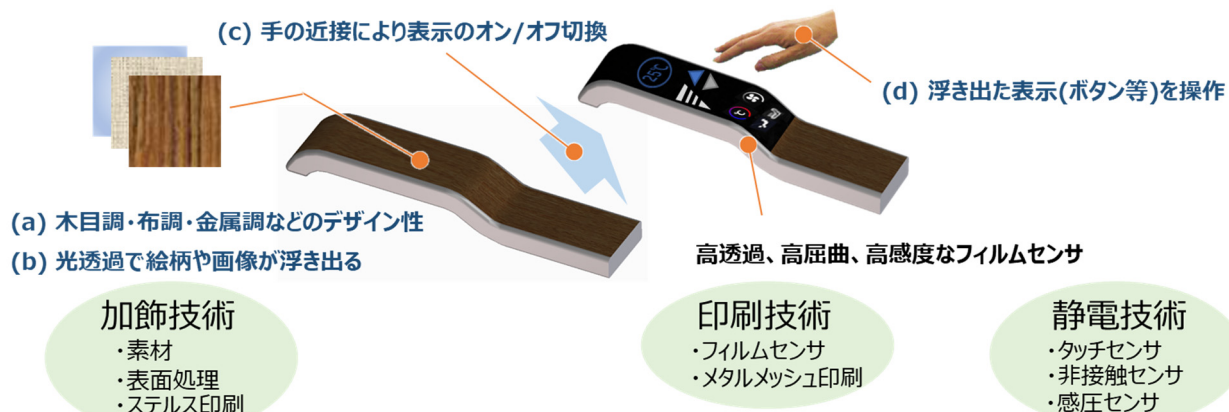


図 1. 次世代アームレストの UI イメージ

3. 製品仕様

静電容量式多機能センサの仕様と外観図を以下に示します。

表 2. 静電容量式多機能センサ仕様

	項目	内容
一般仕様	基材	PETフィルム 厚み: 0.1[mm]
	検出方式	静電容量式
	層構成	片面2層 (センサパターン、保護層)
	センサパターン	メタルメッシュ
	外形	114[mm]×153[mm]
	インターフェース	70ピン (0.50[mm]ピッチ)
機能・性能	タッチ操作	荷重0[N] レポートレート 8[ms]以内
	非接触操作	近接検出: 約150[mm]
		ジェスチャ操作: 約100[mm]
		レポートレート約5[ms]
	感圧操作	無段階の圧力検知

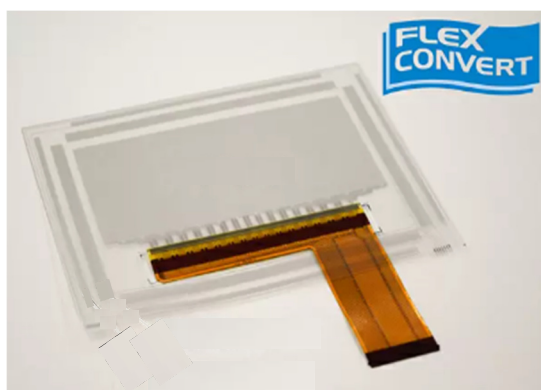


図 2. 静電容量式多機能センサ 外観図

4. 製品特長

4.1 静電容量式多機能センサの特長

静電容量式多機能センサは、タッチパネル事業で培った静電センサ技術と独自の印刷技術を活かし、1枚のフィルムセンサにて非接触操作(ジェスチャ操作)、タッチ操作(軽い操作)と感圧操作(押し込み操作)を実現しています。センサパターンには、高感度特性が出せるメタルメッシュを採用し、センサ構成は図3に示す通り、中央部はタッチセンサ、中央部と周辺で非接触センサ、更に非接触センサの外側に感圧センサを備えています。

多機能センサの操作イメージを図4に示します。約150mmの距離での近接検出、約100mmでのジェスチャ操作、更に高感度かつ軽快なタッチ操作と無段階の圧力検知を可能としています。

本センサは、静電センサのみで実現するため、内装機器の開発が容易になるほか、独自の印刷技術で生産されたセンサはデザインや設置場所の自由度向上につながります。図5に独自の印刷技術特長とセンサ特長を示します。

静電容量式多機能センサ

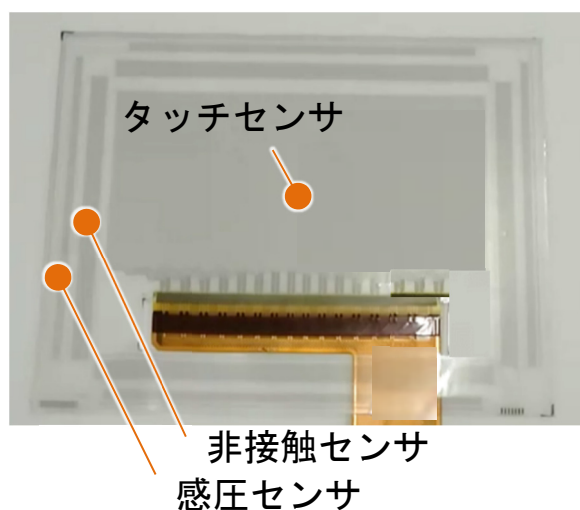


図 3. 非接触多機能センサのセンサ構成



図 4. 操作イメージ

独自の印刷技術



弊社内製 印刷技術特長

- ロールtoロールによる高い生産性
- インクの性能や特性を最大化
低抵抗、高精細、高平滑性を実現



センサ特長

- フィルム基材により
高屈曲、軽量、薄型
- 低抵抗、高精細印刷により
高感度、高透明

印刷技術
で生産された
センサ

図 5. 印刷技術特長

4.2 静電容量式センサの基本検出原理

静電容量式センサの基本検出原理について説明します。センサは、送信電極(TX)、受信電極(RX)の対で構成され、送信電極から受信電極に流れる電流を検出します。人の指の有無により変化する静電容量を電流の変化として捉え、電流を数値化し ON/OFF 判定をすることでタッチ有無を検出することができます(図 6)。また、TX/RX 電極はセンサ上にマトリクス状に配置することで、タッチした位置やタッチした指の本数などを検出することができます(図 7)。今回、開発した多機能センサもこれらの基本検出原理を元に機能を実現しています。

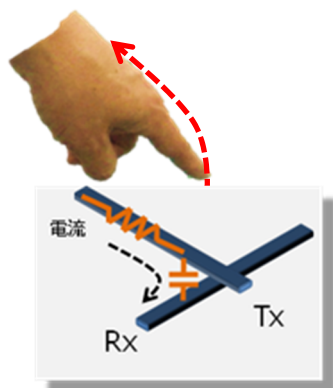
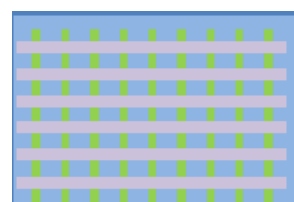


図 6. 静電容量式センサのタッチ検出



送信電極(TX)
受信電極(RX)

図 7. マトリクス状に配置された TX/RX 電極

4.3 静電容量式タッチセンサ部

多機能センサの中央に位置する静電容量式タッチセンサ部には、メタルメッシュセンサの技術を活かした独自設計である Full Touch Sensor™²⁾と同様の設計を採用しました(図 8(a))。額縁レスなタッチセンサパターンを採用することで、本来額縁配線がある部分に非接触、感圧センサを省スペースで設置することを実現しています(図 8(b))。

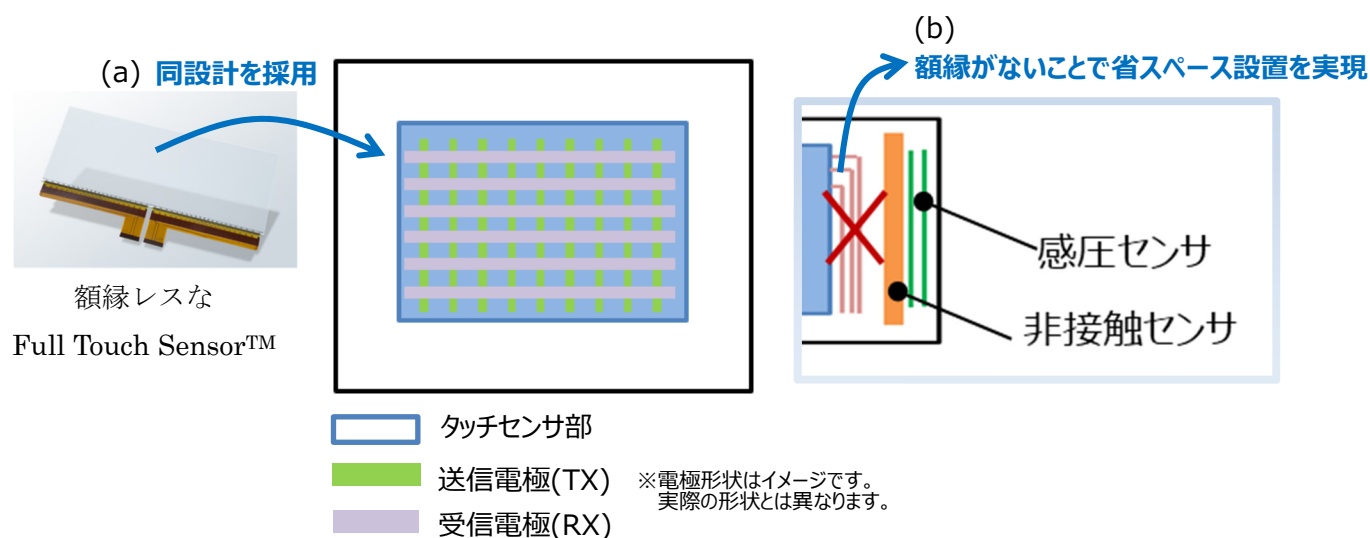


図 8. 静電容量式タッチセンサ部

4.4 静電容量式非接触センサ部

静電容量式非接触センサ部は、図 8 で示したタッチセンサ部の TX/RX 電極全てをまとめて 1 つの大きな TX 電極として使用し、上下左右 4 辺を RX 電極として使用します(図 9(a))。送信電極の面積を大きくすることで電極に直交する方向への電界分布が増大するため、非接触で電界の変化を検出することができます(図 9(b))。

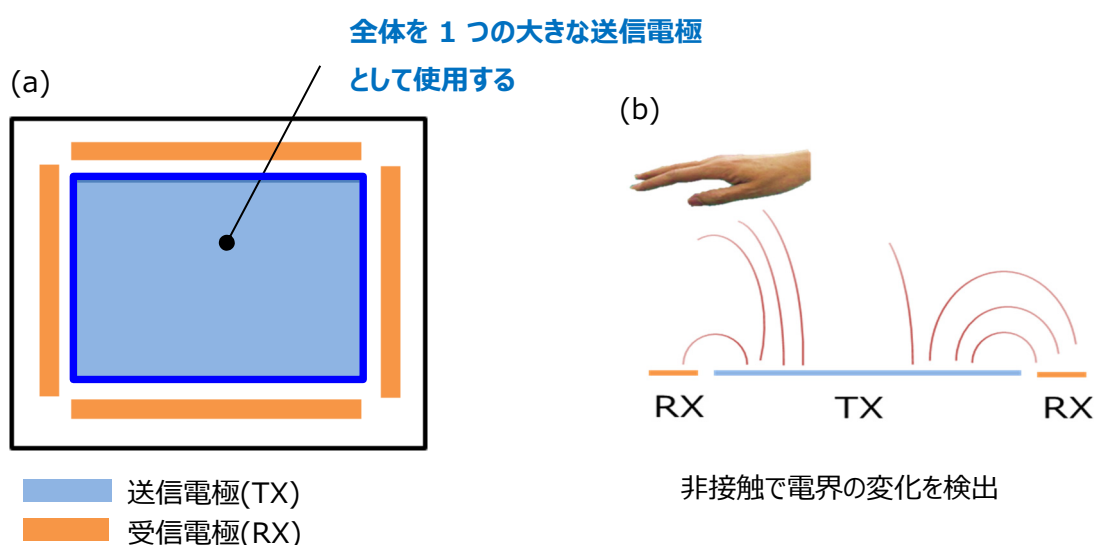


図 9. 静電容量式非接触センサ部

また、非接触センサでは、上下左右 4 つの受信電極が反応する順番を判定して、4 方向のフリックジェスチャを検出できます。右フリックの例を図 10(a)に示します。また、フリックジェスチャの他、プレゼンス、ホールドなど計 3 つのジェスチャ検出が可能です(図 10(b)、(c))。

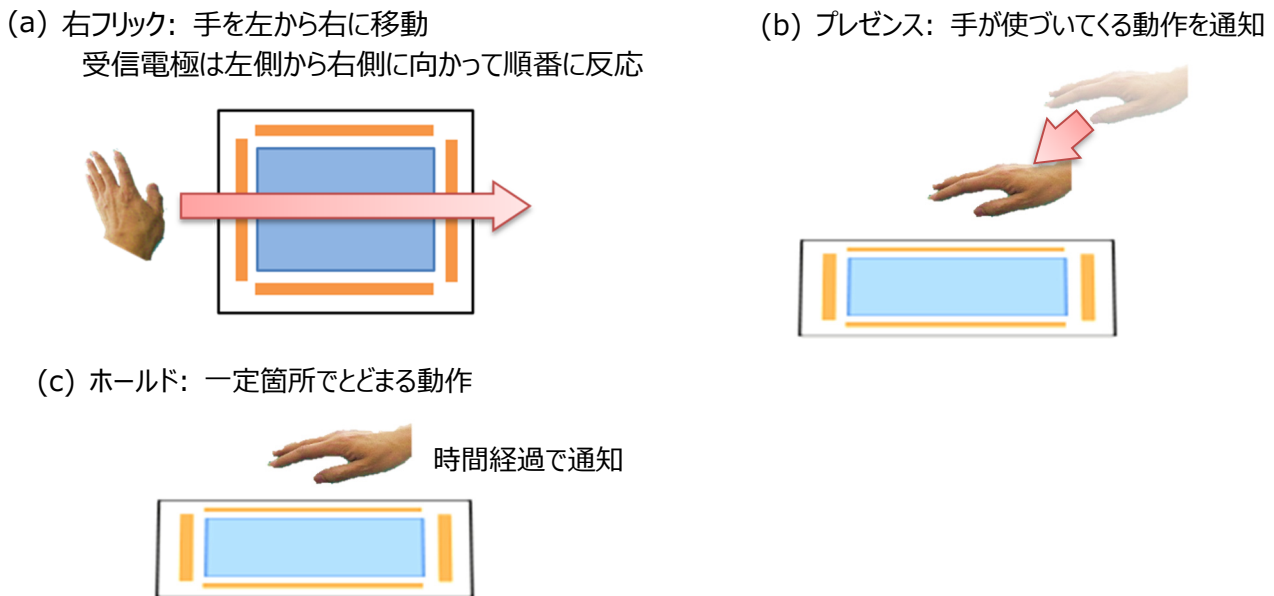


図 10. 非接触センサのジェスチャ検出

4.5 静電容量式感圧センサ部

静電容量式感圧センサ部は、多機能センサの上下左右 4 辺に配置されています(図 11 (a))。感圧センサの下にクッション材及び板金(GND)を配置し、電極と GND 間の静電容量変化を検出することで感圧センサとして使用することができます(図 11 (b),(c))。

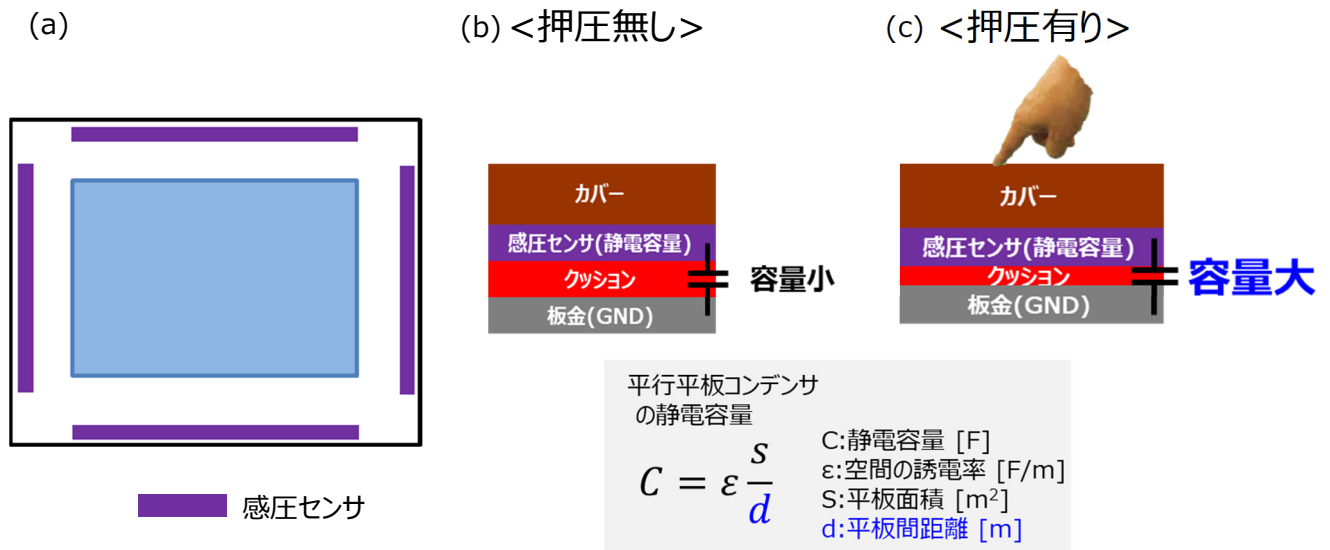


図 11. 静電容量式感圧センサ部

5. 製品性能

5.1 システム構成

静電容量式多機能センサの製品性能を確認する為のシステム構成を図 12、仕様を表 3、デバイス外観を図 13 に示します。

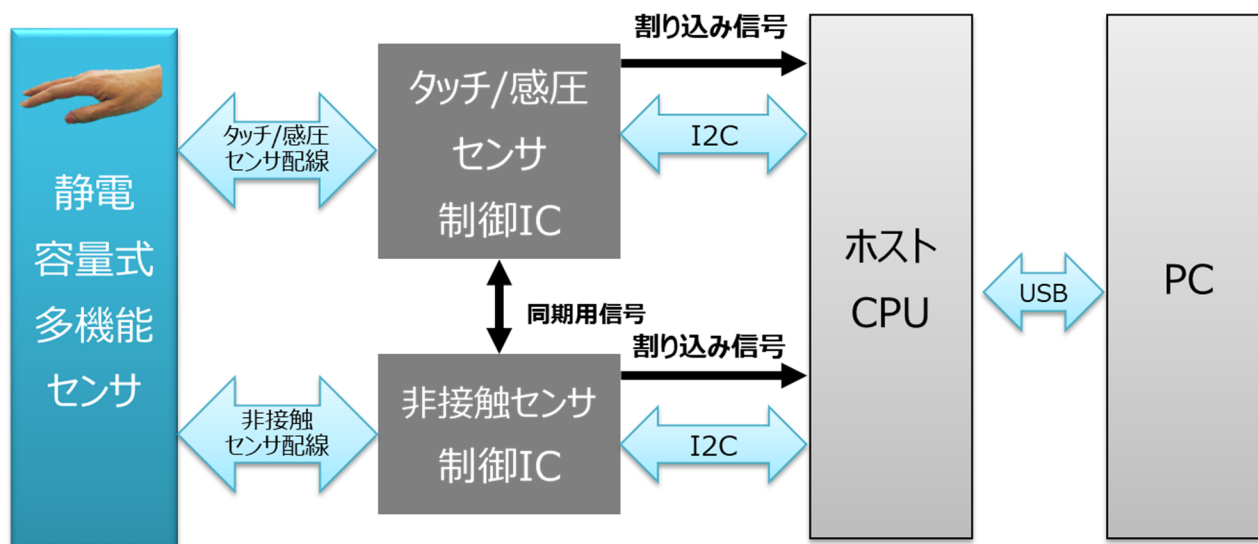


図 12. 静電容量式多機能センサを用いたセンサデバイスのシステム構成

表 3. センサデバイスのシステム仕様

項目		内容
仕様	カバー	ガラス 厚み: 1.1[mm]
	センサ	静電容量式多機能センサ
	センサ制御IC	2チップ構成 (タッチ/感圧用×1、非接触用×1)
	ホストインターフェース	I2C、割り込み信号
	ホストCPU ⇄ PC間通信	USB

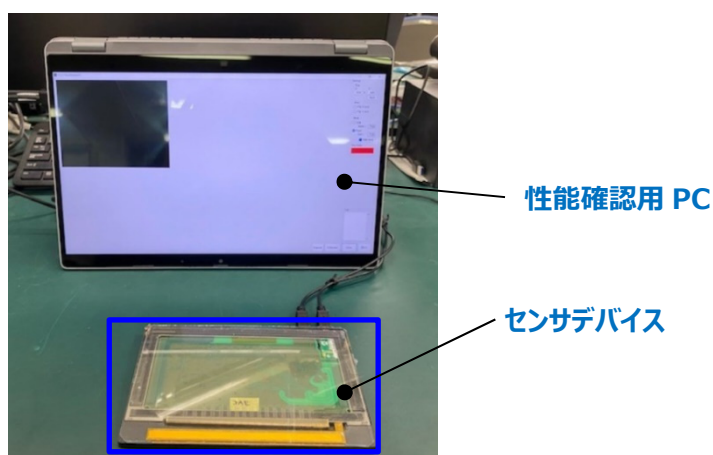


図 13. センサデバイスの外観図

技術紹介 次世代車載内装向け静電ユーザーインターフェースの開発

技術紹介 次世代車載内装向け静電ユーザーインターフェースの開発



技術紹介 次世代車載内装向け静電ユーザーインターフェースの開発

技術紹介 次世代車載内装向け静電ユーザーインターフェースの開発



技術紹介 次世代車載内装向け静電ユーザーインターフェースの開発

5.3 静電容量式感圧センサの性能確認

静電容量式感圧センサの性能確認を行いました。測定サンプル中央に「重り」を置き(図 16 (a))、感度データ(図 16(b))を測定しました。

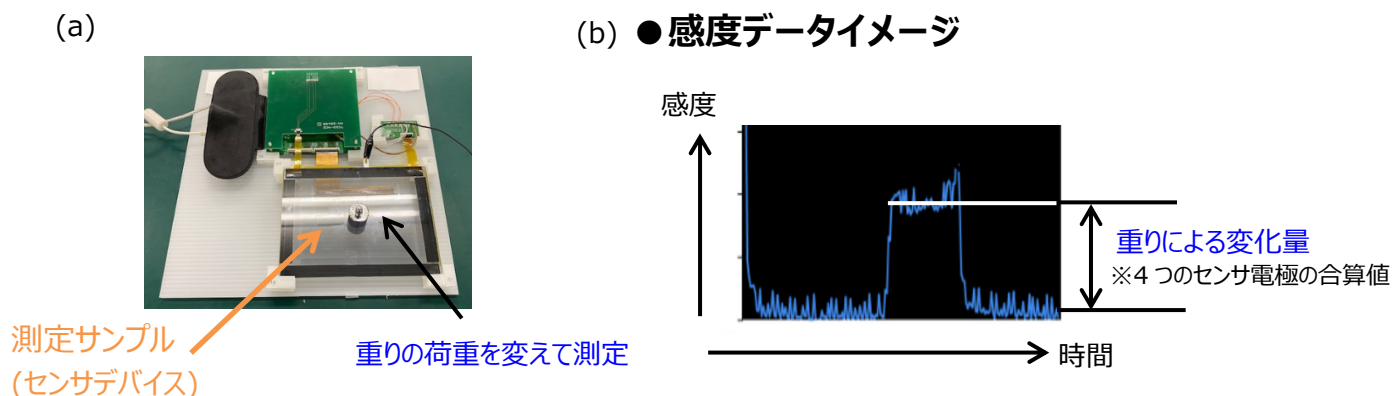


図 16. 静電容量式感圧センサの測定環境

測定結果を図 17 に示します。重りの荷重に対し感度が直線的に変化することから、感圧操作で ON/OFF のみならず音量調節のような段階的な切替操作において、新たな操作性実現を確認しました。

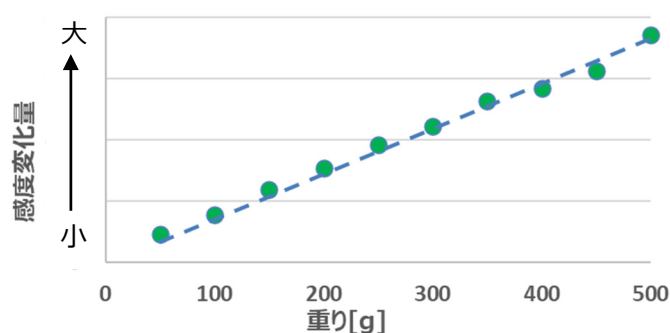


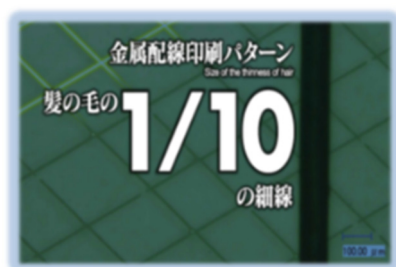
図 17. 静電容量式感圧センサの感度

6. おわりに

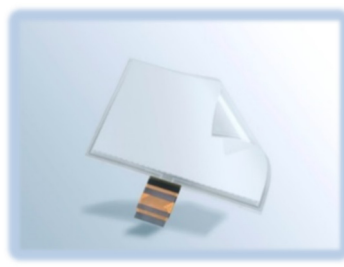
自動車市場の次世代内装としてより質の高いエンターテインメント性が求められる車載 UI に向けた、静電容量式多機能センサの開発取り組みをご紹介いたしました。本開発を軸に「印刷技術」と「静電技術」を発展・応用させた製品開発を推進し、自動車市場に加えて、活用が見込めるさまざまな市場への展開を進めていきます。電極活用・静電センサ応用例を表 4 に示します。

表 4. 電極活用・静電センサ応用例

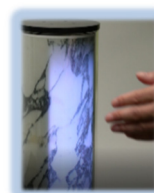
種別	想定市場	活用例
電極活用	自動車	ADASセンサ用透明フィルムヒータ
	ウェアラブル	ウェアラブルデバイス用フレキシブルセンサ
	インフラ	透明アンテナ（5G, ローカル5G）
静電センサ応用	産業機器	ロボット向け接触検知センサ ロボットハンド用近接、圧力検知センサ
	公共空間	エレベーター、券売機など公共端末入力デバイス （衛生面、安全性ニーズ）
	ホームエレクトロニクス	キッチン、トイレなどの入力デバイス （衛生面、防汚性ニーズ）



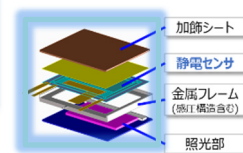
● 電極活用



● 静電センサ応用



非接触



感圧検知

軽量、薄型、且つ高い透過性と柔軟性を有するフィルムセンサは、顧客やユーザーの自由なデザインの実現に貢献します。長年の製品開発で培った入力デバイス技術を軸にしたセンシング技術で、ユーザーの感覚にフィットする使いやすい製品の提供を行ってまいります。

変化の激しい時代の中で、デザインやユーザーインターフェースのトレンド・進化を捉え、顧客・ユーザーのニーズに応える技術開発を推進し、顧客・社会へ貢献する製品開発に努めます。

【参考文献】

- 1) 岩崎彰, 高田真吾, ニノ方智裕, 秋月譲司, 後藤敬造, 航空電子技報 44, 4 (2022)
- 2) 日本航空電子工業株式会社, “額縁レスで全面透明なメタルメッシュセンサ Full TouchSensor™を開発”, <https://www.jae.com/releases/detail/id=96653>