

戦略的省エネルギー技術革新プログラム
フェーズ名：実用化開発

立体的金属MEMS製法による、省エネ・省 資源な電子部品の革新的製造方法の開発

プロジェクト実施者 (株)アルファー精工
(株)旭電化研究所
合同会社シナプス

プロジェクト事業実施期間：2019年12月～2022年2月



1-1.研究開発の背景

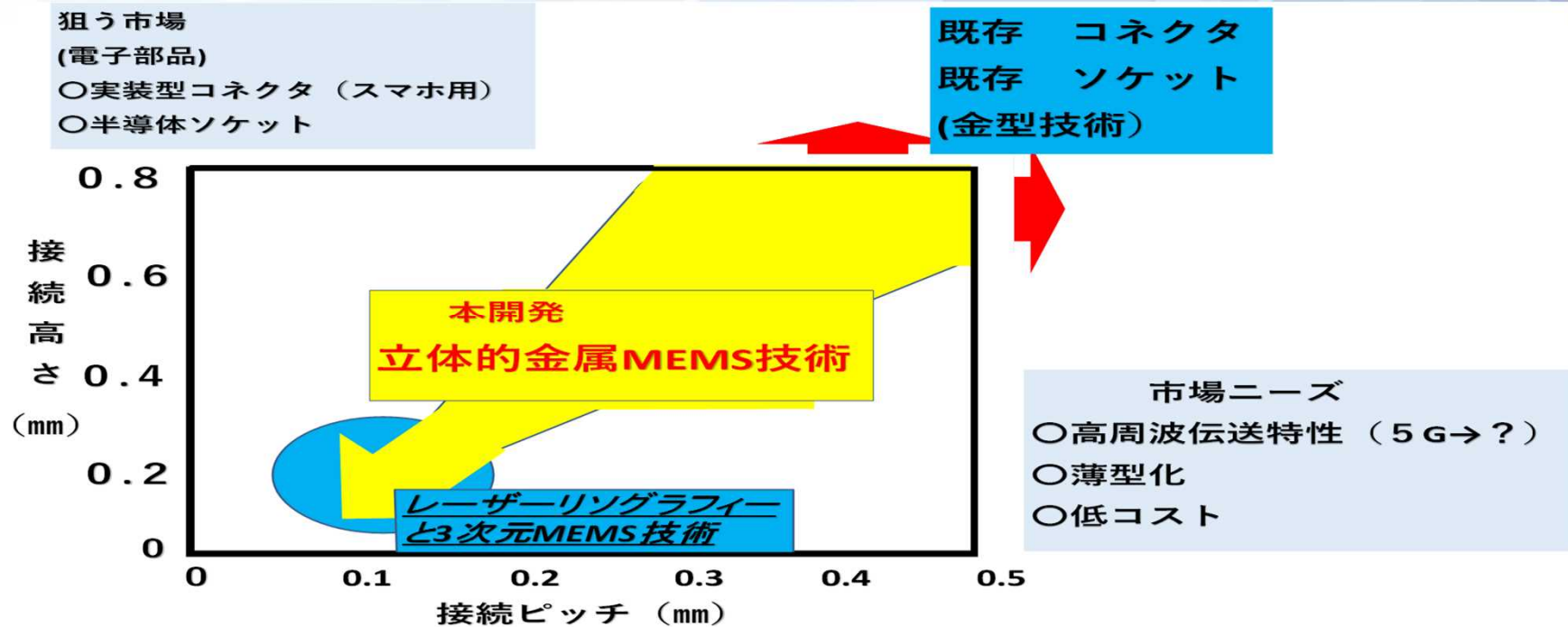
従来の金型製造技術では達成できない高精度微細電子部品が必要となっている。一方MEMS技術は微細パーツ加工が可能であるが、ほとんどSi素子の加工にのみ用いられていた。本開発はMEMS技術を一般電子部品の開発に応用した。

	電子部品	素材	市場規模	製品写真
これまで実用化されたMEMS製品	加速度センサー	Si	パーツのみで数百億	
	ジャイロセンサー	Si	パーツのみで数十億	
	プリンターヘッド	Si	パーツのみで数百億	
主要な一般電子部品と立体的金属MEMSの応用性 ◎ 代替可能	コンデンサー	セラミックと金属の複合	4000億円	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">立体金属MEMSによる代替可能性</div> ×
	コネクタソケット	金属と樹脂の複合	7000億円	◎
	インダクター	金属orセラミック	2000億円	△
	スイッチ	金属と樹脂の複合	2000億円	◎
	回路基板 (PCB,FPC)	金属と樹脂の複合	5000億円	△
	ケーブル	金属と樹脂の複合	300億円	△
	半導体パッケージ	金属と樹脂の複合	2000億円	△
	ノイズフィルター	セラミック	1000億円	×
	水晶ゲデバイス	セラミック	1000億円	×
	マイクロモーター	金属と樹脂磁性材の複合	5000億円	◎

開発ターゲット製品
 ○スマホ用微細コネクタ
 ○半導体ソケット

理由
 ○具体的な顧客有り
 ○パートナー企業あり

1-2. 研究開発の目的、目標



- 世界最薄（既存品1.0→本開発0.25mm）MEMSコネクタの開発。
- 1～50GHz帯域での世界最高レベルの高周波伝送特性のMEMSコネクタの開発。
- A3レベルの大型シートで全面 $\pm 10\mu$ の位置精度でパーツ作製し製品歩留まりを向上させ、既存コネクタ価格以下の量産製造技術の確立。

2-1.研究開発体制

技術開発責任者
氏名 前田 龍

(株)旭電化研究所

2019年度:46百万円
2020年度:149百万円
2021年度:105百万円

- パンプ接続と、フィルムリードによる接続構造の開発
- 銅、Ni エレクトロフォーミング技術開発
- 各プロセスの量産技術の開発

国立大学法人東京工業大学

2019年度:4百万円
2020年度:4百万円
2021年度:4百万円

- 銅、Ni エレクトロフォーミング技術開発

国立研究開発法人産業技術総合研究所

2019年度:2百万円
2020年度:2百万円
2021年度:2百万円

- 銅、Ni エレクトロフォーミング技術開発

合同会社シナプス

2019年度:37百万円
2020年度:53百万円
2021年度:102百万円

- 金型製造不可能な小型実装用コネクタ & ソケットの開発
- コネクタ & ソケットの伝送特性の把握

(株)アルファー精工

2019年度:0百万円
2020年度:0百万円
2021年度:120百万円

- 高精度金属MEMS の開発
- 金型製造不可能な小型実装用コネクタ & ソケットの開発
- 各プロセスの量産技術の開発

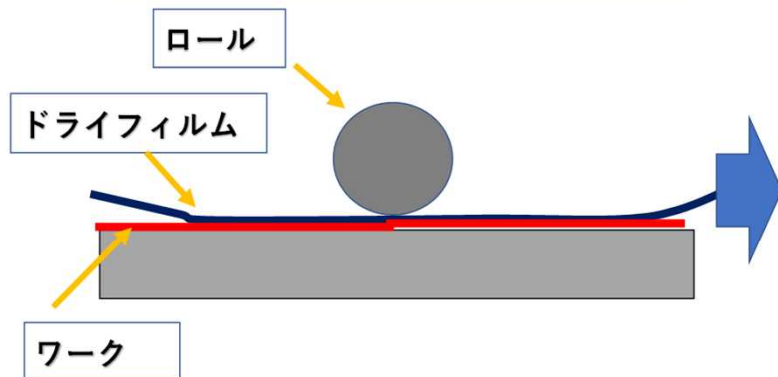


2-2.研究開発内容

技術開発項目	2019年	2020年	2021年	総額
(1)高精度金属MEMSの開発	○平面位置精度 $\pm 15 \sim 30\mu\text{m}$ レベル○Z方向 $\pm 20\mu\text{m}$	○250mm角シートで平面上での位置精度は $\pm 10\mu\text{m}$ 程度○Z方向の多層化位置ずれ精度 $\pm 10\mu\text{m}$ を達成。	250×500mm角シートで全面平面位置精度 $\pm 8\mu\text{m}$ 以下を達成	50
(2)金型製造不可能な小型実装用コネクタ&ソケットの開発	厚み0.3mm以上 幅2.0mm ピッチ0.5mm	厚みが0.25mm 幅が1.5mm ピッチが0.5mmを目標とする。半導体ソケットでは製品サンプル加工を行う。	厚みが0.25mm 幅が1.5mm ピッチが0.4mmを達成	152
(3)バンプ接続と、フィルムリードによる接続構造の開発	挿抜20サイクルで抵抗劣化50%レベル	主に凹端子への高強度高弾性極薄Niメッキにより、挿抜20サイクルで、抵抗劣化10%以内の端子開発する。	挿抜100~200サイクルで抵抗劣化数%以下達成	98
(4)銅、Niエレクトロフォーミング技術開発	銅膜のみで厚み $\pm 20\%$ 以上	A4サイズの用途におけるメッキの厚みばらつきを銅の場合 $\pm 15\%$ 以内 Niの場合 $\pm 25\%$ 以内にする。	連続バンプメッキ装置により銅 $\pm 10\%$ Ni $\pm 20\%$ 達成	118
(5)各プロセスの量産技術の開発	200mm角で歩留り50%以下	A3シートで量産加工実験し、最終製品で歩留り50%以上を目標とする。	A3シートで歩留り95%達成	114
(6)コネクタ&ソケットの伝送特性の把握	未測定	特性インピーダンス $50 \pm 10\Omega$ 挿入損失が現行コネクタの1/2以下を目標とする。	特性インピーダンス 50 ± 5 挿入損失1/3以下達成	70
研究開発費 (NEDO負担額) (単位:百万円)	83(57)	191(130)	327(220)	602(407)

○ロールラミネート→真空プレス→レーザー露光により高精度&全面良品加工の成功

ドライフィルムのラミネート



真空プレスで熱圧着



最大300×500mm角シート
2000枚 同時熱圧着加工可

レーザー露光&現像



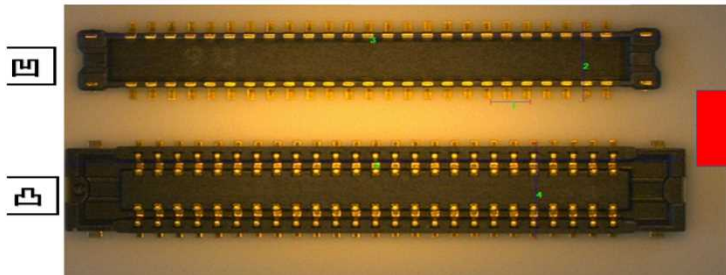
300×500mm角シート全域で
±10μmの精度でレーザー露光

★A3シート全面で±10μm以内の製品精度達成

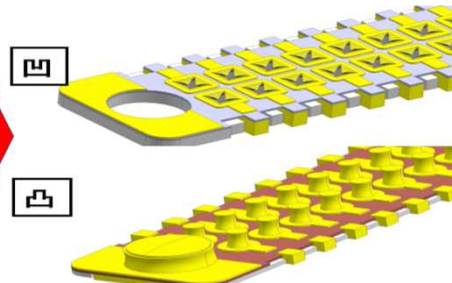
3-1. 研究開発成果

★0.4mmピッチ 50P 厚み0.25mmの世界最薄MEMSコネクタを開発

既存コネクタ

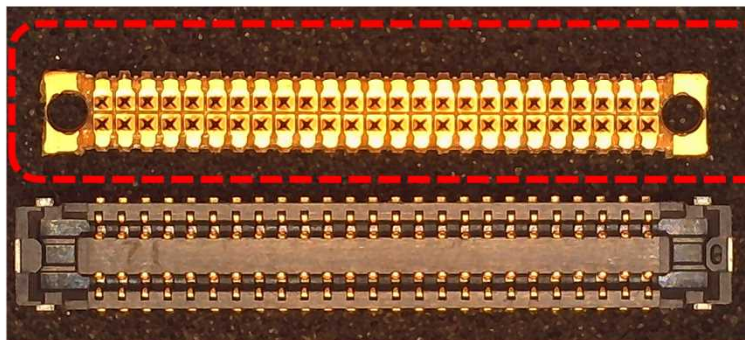


立体金属MEMSコネクタ

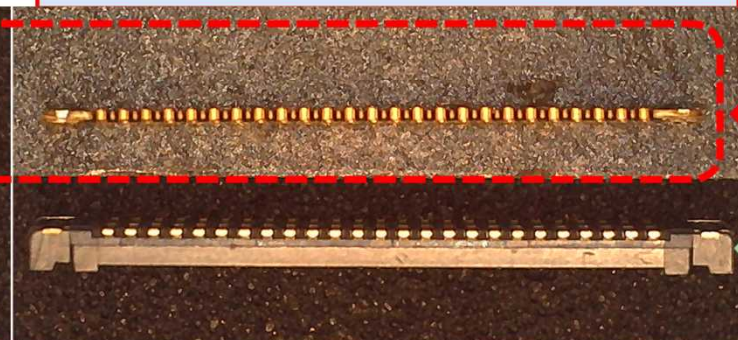


コンセプト図

	既存品	→	本開発品
高さ	0.9	→	0.25mm
幅	2.0	→	1.0mm
重量	0.03	→	0.005



実物既存品との外形比較 TOP面 (50P 凹)



実物既存品との外形比較 側面 (50P 凹)

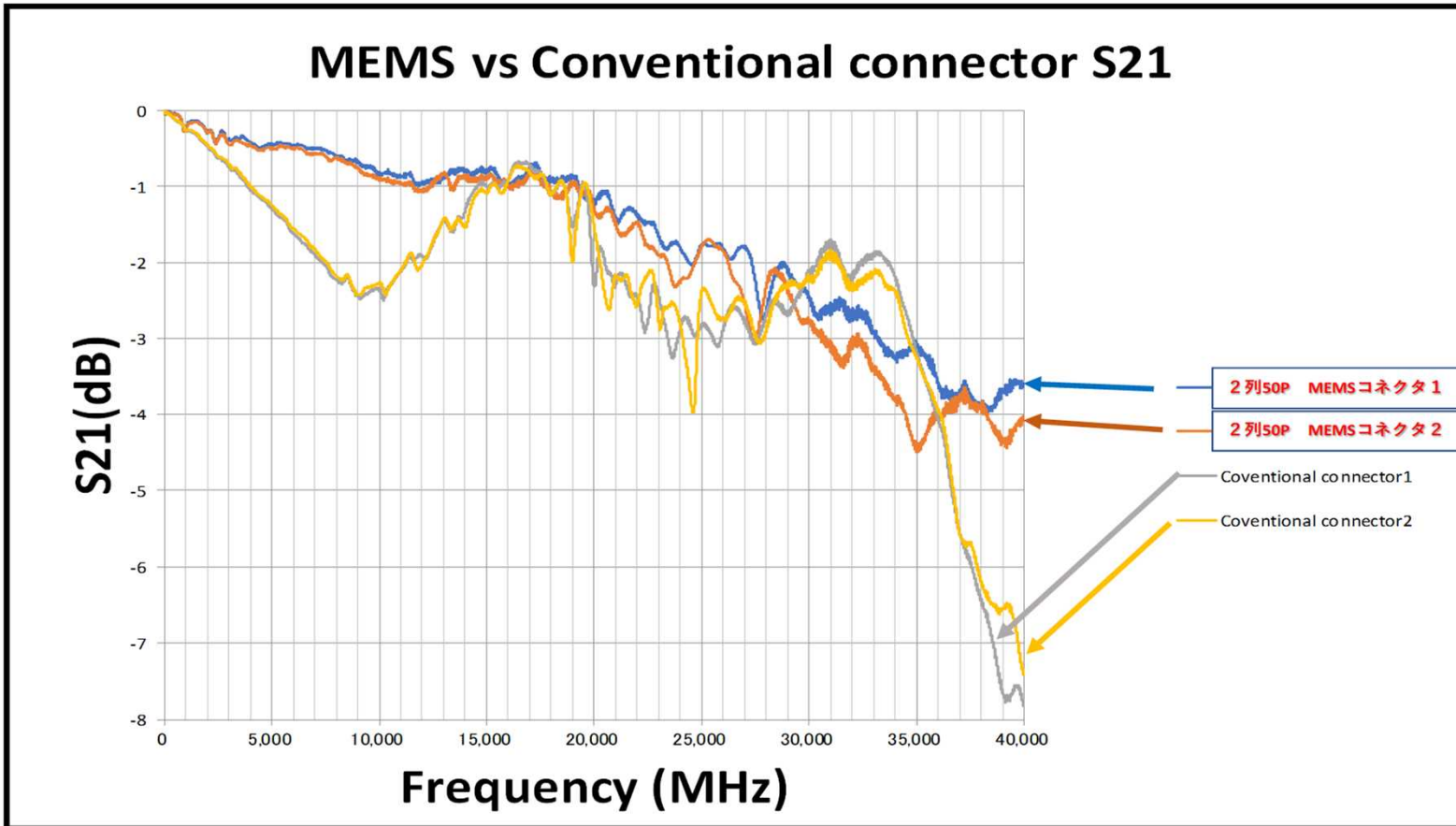
本開発品

既存品

3-1.研究開発成果

試作したMEMSコネクの伝送特性

★ 1~40GHzにおいて既存品を上回る伝送特性を達成



MEMSコネクタ量産価格について

★既存品並みの量産価格を達成

50P 市販コネクタ 量産価格 凹凸セット
の販売価格

本開発 300×500mm角1シート製造原価 25,000
円

1シート 約7,000 個取り 歩留り90%

シート製造原価詳細

○1次エッチング加工	@4,000円
○PIエッチング加工	@1,500円
○DFR形成加工	@6,000円
○銅メッキ加工	@4,000円
○研磨加工	@1,000円
○DFR剥離加工	@1,200円
○端子トリミング加工	@800円
○Ni&金メッキ加工	@2,500円
○SUS圧着加工	@4,000円
合計	@25,000円

(セット販売単価)
30~50円

(セット原価)
8円

+

切断&検査&
梱包 10円

計 セット原価
18円



3-1.研究開発成果

★ 知財戦略:米国、台湾、中国、ヨーロッパ、韓国等に多数国際特許を出願し成立している。

• Electrical Connection Structure

- 2007.12.28 Japan Grant No.4059522
- 2009.02.16 Korea Grant No.10-0885121
- 2009.11.30 Singapore Grant No.141476
- 2010.08.31 USA Grant No.US7785113B
- 2011.05.11 Taiwan Grant No.I342175
- 2012.02.22 China Grant No.ZL200680006709.6
- 2016.05.18 European No.EP 2117 082 B1

• Connector Structure

- 2009.01.23 Japan Grant No.4247798
- 2012.07.11 Korea Grant No.10-1166343
- 2012.09.18 USA Grant No.US8267700B2
- 2014.01.22 China Grant No.ZL2009 8 0117222.9
- 2017.06.02 European No.2287970

• Female Connector, Male Connector Assembled to the same, and Electric/Electronic Apparatus using them

- 2010.05.07 Korea Grant No.10-1003027
- 2012.07.10 USA Grant No.US8215965B2
- 2013.06.21 Taiwan Grant No.I 399890
- 2013.09.27 Japan Grant No.5373809
- 2014.04.16 China Grant No.ZL2009 8 0101572.6
- 2017.05.13 European No.2341583

• Structure of 2 low Type Connector, Female and Male Connector

- 2015.06.01 Taiwan Grant No. I-487218
- 2016.10.11 USA Grant No.US9466905B2
- 2017.03.08 China Grant No.ZL201380054969.0
- 2017.04.25 Korea Grant No.10-1729223
- 2017.06.23 Japan Grant No.6162714
- 2019.1.2 European No.2913897

3-2. 今後の展望

2020

基礎技術確立

2021

基礎技術確立

量産技術開発

信頼性試験データ

歩留り改善 & 低コスト加工技術開発

量産技術確立

2022

MEMSコネクタ

製品販売協力メーカー

○I-PEX(株)

○タイコエレクトロニクス

○伊藤忠商事(株)

スマホエンドユーザー

○アップル

○サムスン

○レノボ

MEMSソケット

製品販売協力メーカー

○山一電機(株)

○伊藤忠商事(株)

半導体メーカー

○TSMC

○インテル&AMD

○ONVIDIA

○アップル

2023

★ 2032年の10年後には、既存の金型コネクタの2~5%を本MEMSコネクタで代替できるように開発を進めたい。