

平成21年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「高画素赤外線センサ(IR-imager)の高真空機密封止パッケージの開発」

研究開発成果等報告書

平成22年3月

**委託者 中国経済産業局
委託先 財団法人鳥取県産業振興機構**

第一章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

[研究の背景と目的]

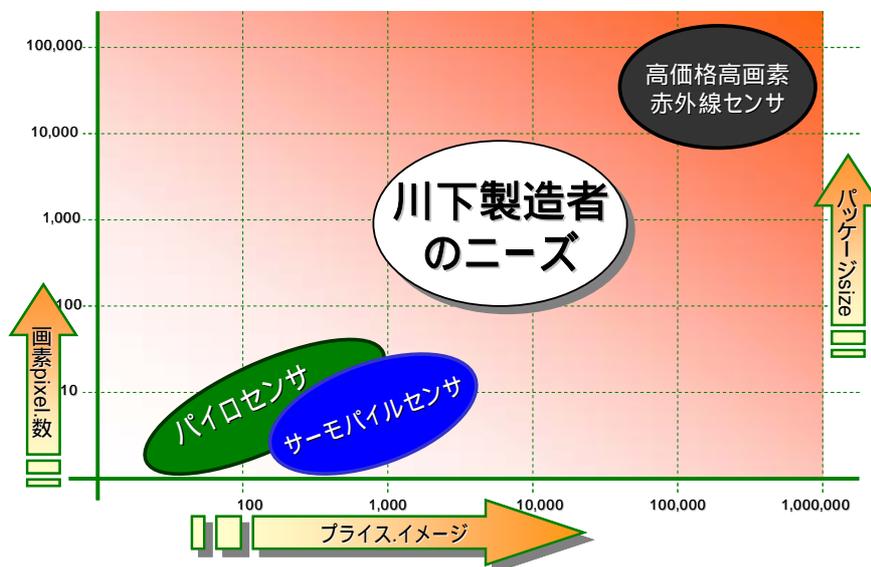
近年、情報通信機器、特に電子レンジ、エアコンといったような情報家電の分野において、多機能化、高機能化の一環として熱型赤外線センサが安全性能・快適性能、省エネルギー・環境対策を実現するデバイスとして広く使用されている。

熱型赤外線センサはパイロ、サーモパイル、ボロメーターの3種に分類されるが、現在市場で使用されている熱型赤外線センサは単画素～数画素のサーモパイル、パイロを用いて対象物の熱の変化や絶対量等の対象物の熱情報を正確に計測し、効率よく制御することにより情報通信機器の多機能化、高機能化に貢献している。

しかし、川下製造業者より情報通信機器のさらなる安全性能・快適性能、省エネルギー・環境対策といった多機能化、高機能化を実現し付加価値を高めるため、赤外線センサの高感度、高画素化のニーズがある。そのため、従来のパイロ、サーモパイルよりもさらに熱情報量の多い熱分布(熱画像)の情報が得られるボロメーターを使用した高画素赤外線センサデバイスの開発が求められている。

現在の市場に於いては、高画素赤外線センサとしてサーモグラフィー機器が、数十万円～数百万円という高額な価格帯として存在する。しかし、これらのサーモグラフィーは高額であり、センサ自身も大型な為、家庭用に普及させる情報通信機器に搭載する事が困難である。また、その対極には安価で単画素～数画素のパイロ、サーモパイル市場があるが、この二つの市場間には、画素数と商業的価値が両立する熱型センサが存在しない。図 1-1-1 に、価格-画素数-パッケージサイズの市場イメージ図を示す。

図 1-1-1. 価格-画素数-パッケージサイズの市場イメージ図



この、高画素赤外線センサの高価格、センササイズ大型化の原因の一因は真空気密封止パッケージング技術にあり情報通信機器への高画素赤外線センサの普及・市場拡大を図る上で真空気密封止パッケージング技術の生産性の向上・低コスト化、センササイズの小型化が不可欠である。

本研究では高画素赤外線センサの真空気密封止パッケージング技術を確立させ、高画素赤外線センサの小型化、低コスト化を実現し、川下製造者のニーズに応え、情報通信機器の高機能化・多機能化を実現する新しい市場の創生を目的としている。

[高画素赤外線センサ真空気密封止パッケージ技術課題]

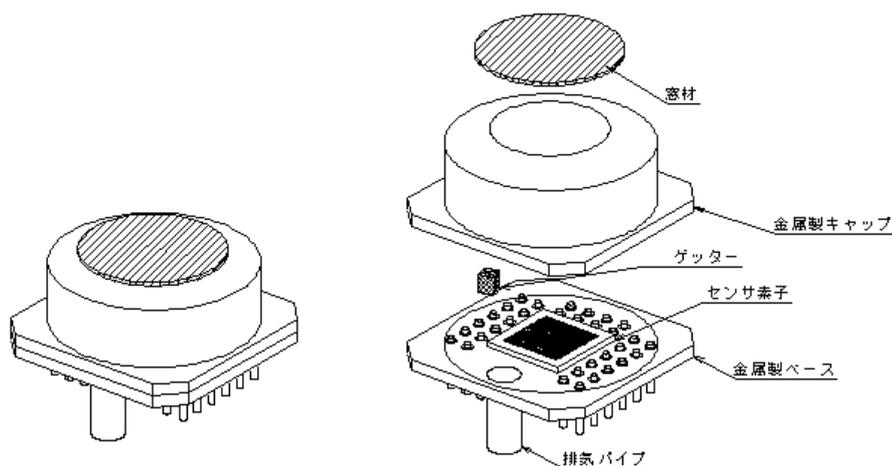
高画素赤外線センサの真空気密封止パッケージは、一般的に金属キャップと排気パイプを有する金属製ベースからなる金属パッケージハウジング、ゲルマニウム、シリコン等からなる窓材、センサ素子、ゲッター等の構成部品からなる。ゲッターを排気パイプ実装した金属ベースにセンサ素子を接着剤で実装、キャップ-金属ベースとキャップ-窓材接合部をロウ付けにより接合したパッケージ作製後、パッケージを加熱しながら排気パイプより真空排気され、真空排気後真空引きしながら、ゲッター活性化、排気パイプをカシメ付けることによって真空気密封止を作製している。図 1-1-2 に従来の真空気密封止パッケージ形状を示す。

この真空排気工程は封止後の発生ガスによる真空度の低下を防ぐための目的がある。あらかじめ高温下で長時間真空引きすることにより接着剤に含有するガス成分、部材に付着しているガスを飛ばし、封止後のガスの発生を低減することを目的としている。現状この真空排気工程に真空気密パッケージ 1 pc. につき数日の時間を費やしている。しかも、この工程を排気パイプによって実施するため、真空封止パッケージ 1pc. につき 1 つの真空排気装置が必要となり生産効率の悪さと、コスト高の原因になっている。また、真空気密封止パッケージに排気パイプを有し、パッケージが大型となるため情報通信機器に組み込めず、且つ構成部材コストの上昇につながっている。このような従来の真空気密封止パッケージの高画素赤外線センサは、パッケージが大型で、高価格であり、生産効率も非常に悪い。この主な原因として排気パイプを用いての真空排気工程が上げられる。

これに対し、本計画の高画素赤外線センサ高真空気密封止パッケージでは、排気パイプを使用せずに真空排気工程が実施可能な高真空気密封止パッケージの設計と真空気密封止プロセスを開発する。本研究の実現により真空気密封止パッケージは排気パイプを有さないためパッケージの小型化が可能となり、低コスト化につながる。これにより、情報通信機器の多機能化、高機能化を実現する高画素赤外線センサの普及・市場拡大が可能となる。真空排気工程についても真空気密封止パッケー

ジ毎に処理していたものをバッチ処理化する事が可能となり、従来の真空排気工程時間を短縮する事ができ、大幅に生産効率を向上させ、低コスト化を計ることが可能となる。

図 1-1-2. 従来の真空気密封止パッケージ形状図



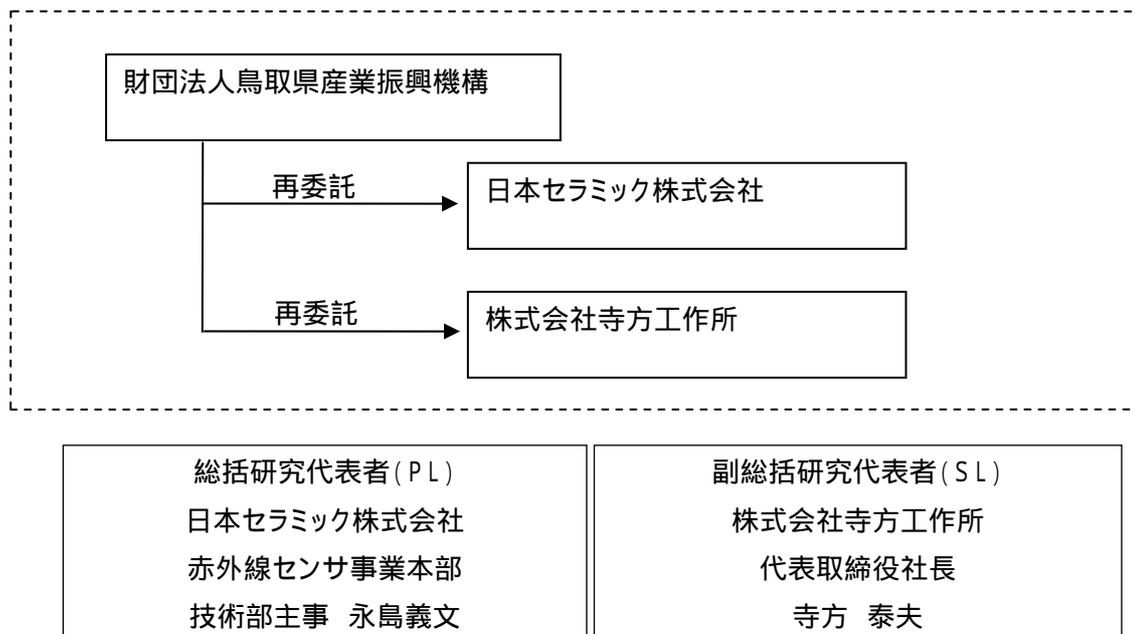
以上のように、従来技術の高真空気密パッケージを用いた高感度赤外線センサでは、情報通信機器用等に利用する場合、サイズ、コスト、供給数量の要求を満足出来ておらず、情報通信機器の多機能化、高機能化を実現する高画素赤外線センサの普及・市場拡大を図る上での課題があり、現状、高真空気密封止パッケージを低コストで大量に生産する技術は確立されていない状況である。

本研究での高感度赤外線センサの高真空気密封止パッケージ技術を実現することで、高画素赤外線センサの小型化、低コスト化を実現し、情報通信機器用としてのサイズ、コスト、供給数量要求を満足させることが可能となり、情報通信機器の安全性・快適性能、省エネルギー・環境対策といった多機能・高機能化を図り、付加価値を高めることが可能となる。

1-2 研究体制

(1) 研究組織及び管理体制

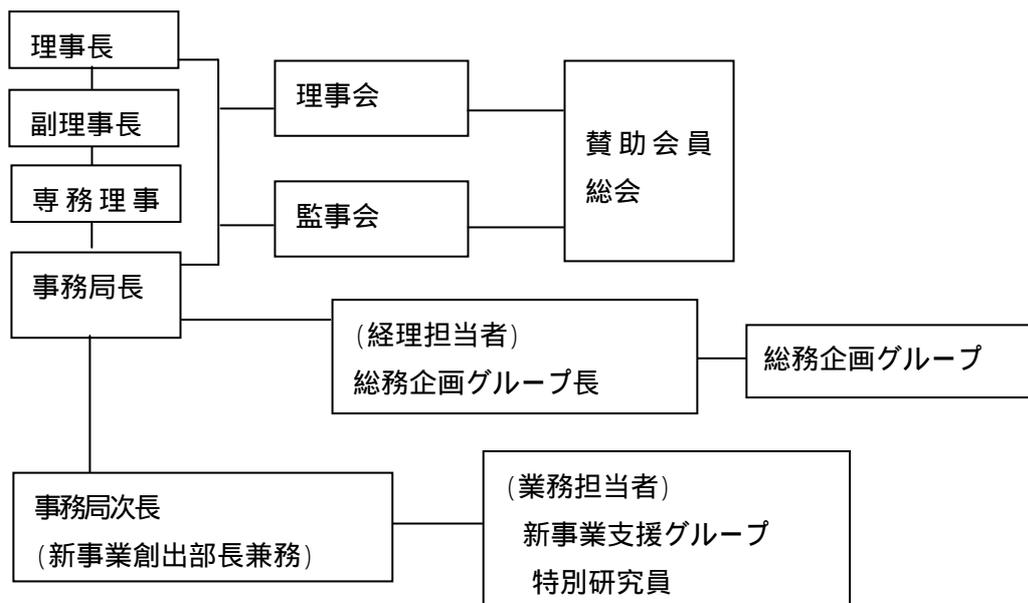
1) 研究組織(全体)



2) 管理体制

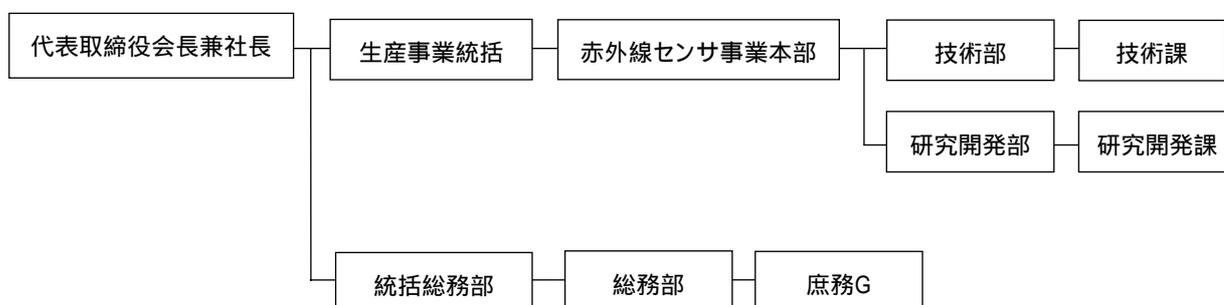
事業管理者

[財団法人 鳥取県産業振興機構]

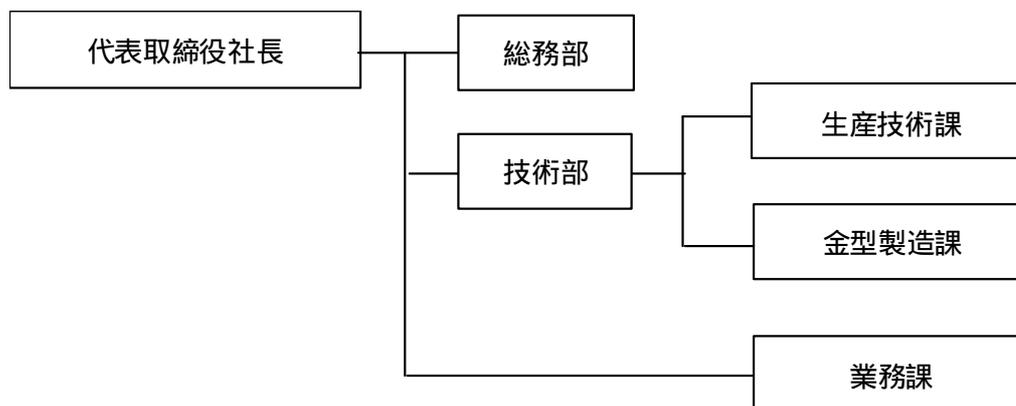


(再委託先)

日本セラミック株式会社



株式会社寺方工作所



(2) 管理員及び研究員

【事業管理者】財団法人鳥取県産業振興機構

管理員

氏名	所属・役職
三王寺 由道	事務局次長(兼新事業創出部長)
小坪 一之	新事業創出部新事業支援グループ特別研究員
奥田 美也子	新事業創出部新事業支援グループ事務員
伊藤 昭子	総務企画グループ事務員

【再委託先】 研究員のみ

日本セラミック株式会社

氏名	所属・役職
田中 基樹	赤外線センサ事業本部本部長(執行役員)
森本 博文	赤外線センサ事業本部研究開発部部长(執行役員)
中瀬 智	赤外線センサ事業本部技術部部长
木村 親吾	赤外線センサ事業本部技術部技術課主任技師
永島 義文	赤外線センサ事業本部技術部技術課主事
西垣 直樹	赤外線センサ事業本部研究開発部主任技師
川口 浩二	赤外線センサ事業本部技術部技術課主事
榎木 邦泰	赤外線センサ事業本部技術部技術課主事
神谷 卓志	赤外線センサ事業本部技術部技術課技術担当員

株式会社寺方工作所

氏名	所属・役職
寺方 泰夫	代表取締役社長
山田 良一	技術部生産技術課長
山田 博昭	技術部金型製造課長
田中 伸治	業務課営業係長
大西 正明	技術部金型製造課
倉繁 良文	技術部金型製造課
吉本 憲之	技術部生産技術課設計技術係
溝上 善久	技術部生産技術課生産技術係長
山下 秀和	技術部生産技術課生産技術係
石原 聖治	技術部生産技術課生産技術係
田中 祐樹	技術部生産技術課生産技術係

(3) 経理担当者及び業務管理者の所属、氏名

(事業管理者)

財団法人鳥取県産業振興機構

(経理担当者) 総務企画グループ長

高橋 徹

(業務管理者) 新事業創出部新事業支援グループ

小坪 一之

(再委託先)

日本セラミック株式会社

(経理担当者) 総務部庶務G

道家 法正

(業務管理者) 赤外線センサ事業本部本部長(執行役員)

田中 基樹

株式会社寺方工作所

(経理担当者) 取締役専務兼総務部長

寺方 恒夫

(業務管理者) 代表取締役社長

寺方 泰夫

(4) 他からの指導・協力者

氏名	所属・役職	備考
木股 雅章	立命館大学理工学部 マイクロ機械システム工学科教授	アドバイザー

1-3 成果概要

高画素赤外線センサの小型化、低コスト化を実現し、川下製造者のニーズに応え、情報通信機器の高機能化・多機能化を実現する新しい市場の創生を目的とし、『高画素赤外線センサ(IR-imager)の高真空気密パッケージの開発』の研究を行った。

本研究開発では、真空気密封止パッケージ基盤技術高度化開発として、1回の封止工程で大量の高真空パッケージを実現し、コスト削減を達成可能な実装基板技術に関する研究を実施した。パッケージの構成部品として、金属製ベース、金属製キャップ、メタライズ窓材の研究・開発、接着剤、ロウ材の研究を行い、気密封止可能な小型化を図った真空気密封止パッケージ構成部品を開発した。また、1 バッチ当たり複数個の封止処理を可能とする真空気密封実装専用装置を開発し、開発した真空パッケージ構成部品にて高真空気密封止プロセスを開発した。作製した真空気密封止パッケージに対し、感度・真空度評価、気密性評価、信頼性試験を実施した。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

[事業管理者]

財団法人鳥取県産業振興機構

新事業創出部新事業支援グループ 小坪 一之

〒689-1112 鳥取県鳥取市若葉台南7丁目5番1号

TEL:0857-52-6704、FAX:0857-52-6673

e-mail:kkotsubo@toriton.or.jp

[総括研究代表者]

日本セラミック株式会社

赤外線センサ事業本部技術部技術課 主事 永島義文

〒689-1112 鳥取県鳥取市広岡 176-17

TEL:0857-53-3617、FAX:0857-53-3532

e-mail:y.nagashima@nicera.co.jp

第二章 本論(真空気密封止パッケージ基盤技術高度化開発)

本研究では、高真空気密封止パッケージ構成部品、実装プロセスの専用装置を開発し、一度の封止工程で、大量の高真空パッケージングを実現させ、コスト削減を達成させるための実装基盤技術に関する研究を行う。

2-1 真空気密封止パッケージ構成部品の開発、最適化

高真空気密封止パッケージの構成部品を封止プロセス温度耐熱性、封止後の高信頼性気密封止、発生ガスの低減等の要求を満足させ、パッケージの小型化、生産効率向上を可能とする為に、下記、研究・開発を実施した。ここで高画素赤外線センサの構成部品のひとつである金属製キャップの金型の研究開発・設計は、協力者である株式会社寺方工作所が担当する。

2-1-1 金属ベースの研究開発

金属ベースの研究開発として、排気パイプを削除し、小型化を実施。さらに、ゲッターの実装方法の研究・開発を実施し、ゲッター実装用専用 Pin を有し、生産性、センサ特性の向上が可能となる金属製ベースを設計・作製した。

2-1-2 金属製キャップの金型の研究開発・設計

封止時のロウ材の流れをコントロールし、強度の補強が可能な金属製キャップの開発・設計を実施し、ロウ材流れをコントロール可能な凹型溝構造、センサ視野を阻害しないサイズの窓を有し、ロウ材の濡れ性の良いメッキを施した金属製キャップを設計・作製した。

2-1-3 メタライズ窓材の研究開発・設計

ロウ付け時、高信頼性封止が可能となるメタライズ膜の開発・設計、研究を実施し、ロウ付けに対し高い濡れ性、膜強度を有したメタライズ膜を具備し、ロウ付け状態が良好となるサイズとしたメタライズ窓材を設計・作製した。

2-1-4 ロウ材の研究・設計

金属製キャップと窓材のメタライズ部が高信頼性を有するための濡れ性密着性を示し、封止時発生ガスの少ない高信頼性の封止を可能とするロウ材の材質の研究、ロウ材の量の設計を実施し、良好な濡れ密着性を示し、発生ガスの低減、高信頼性の封止を可能とするロウ材の材質を選定し、封止時ロウ材の流れが最適となる様なロ

ウ材量を決定した。

2-1-5 接着剤の研究

ダイボンディング材として使用する接着剤の研究を実施。耐熱性に優れ、加熱による発生ガス、封止後の発生ガスが少ない接着剤の選択研究を実施し、ダイボンディング剤として耐熱性、加熱時の発生ガスの少ない接着剤を選定した。

2-2 真空気密封止基盤プロセスの開発

真空気密封止基盤プロセスの開発に際し、複数個のバッチ処理が可能となる真空気密封止実装専用装置の開発・製造を実施する。製造された専用装置を使用し、生産の効率化、低コスト化、高信頼性化を実現する真空気密封止基盤プロセスの設計を実施する。

2-2-1 真空気密封止実装専用装置の開発

真空気密封止パッケージのバッチ処理化を可能とする真空封止装置の開発・製造を実施した。真空封止装置開発に際し、ワークセット・配列治具、ゲッター活性化のバッチ処理手法についても研究・開発を実施した。

[ワークセット・配列用治具の研究・開発]

真空気密封止装置は1バッチ=複数個のバッチ処理化を可能とするため、ワークセット・配列用の治具を使用する。本研究のワーク形状に合わせたワークセット・配列用治具の設計を実施し、真空雰囲気中での治具内面内温度バラツキが小さく、複数個のワーク配列を可能とするワークセット・配列用治具を開発・作製した。

[ゲッター活性化手法の研究]

本研究での複数個のバッチ処理による真空封止を実現するためのゲッター活性化手法の検討を実施し、複数個のゲッター同時活性化処理が可能となるゲッターの通電活性化処理手法を開発し、ゲッター活性化用治具の開発・作製した。

[真空封止装置の開発・製造]

本研究真空気密封パッケージの基本プロセスにて複数個/1バッチの処理を可能とし、[ワークセット・配列用治具研究開発]、[ゲッター活性化手法検討]の結果を反映させ真空気密封止装置を設計・製造を実施し、パッケージの真空封止、ゲッター活性化の複数個バッチ処理を可能とする真空封止装置を開発・製造した。

2-2-2 真空封止プロセス条件の研究開発

[真空封止プロセス試験]

真空封止プロセス条件の研究開発として、脱ガスを行う真空排気プロセスの加熱温度・時間条件、ロウ材にてメタライズ窓材とセンサパッケージのロウ付けを行うロウ付けプロセスの加熱温度・時間条件の研究開発を実施し、複数個バッチ処理での高画素赤外線センサの真空気密封止パッケージの作製を可能とする真空排気プロセス条件の開発に成功した。

[1pc.当たりの真空排気時間]

研究・開発した真空封止プロセス条件により複数個のバッチでの真空封止処理を可能にしたことにより、1pc.当たりの真空排気時間を短縮することに成功した。これにより、従来の排気パイプを用いて排気する真空気密封止パッケージの真空排気時間と比較し 1/120 の真空排気時間に短縮する事に成功した。

2-3 真空気密封止実装品の評価

[真空モニタ評価装置 開発・製造]

封止前の感度と真空度の影響検証、性能精査を実施するための評価装置として真空モニタ評価装置の開発・製造を実施し、既知の真空度での封止前センサ感度を測定することが可能となる真空モニタ評価装置を開発・作製した。

[感度・真空度評価]

本研究で開発した真空気密封止パッケージにて作製した高画素赤外線センサの感度・真空度評価を実施し、本研究で開発したパッケージ、プロセスにて封止した高画素赤外線センサはパッケージ内真空度が高真空で封止されていることを確認した。

[信頼性試験]

本研究で開発したプロセスで真空気密封止した高画素赤外線センサの信頼性試験として冷熱衝撃試験、高温放置試験、高温放置試験、高温高湿試験を実施し、現在試験継続中である。

第3章 最終章 総括

高画素赤外線センサの小型化、低コスト化を実現し、川下製造者のニーズに応え、情報通信機器の高機能化・多機能化を実現する新しい市場の創生を目的とした『高画素赤外線センサ(IR-imager)の高真空気密パッケージの開発』の研究を実施し、以下の成果が得られた。

1. 排気パイプレス構造化による小型化、ゲッター実装用専用 pin を有し、生産性、センサ特性の向上が可能となる金属製ベースを設計、作製した。
2. ロウ材流れをコントロール可能な凹型溝構造、センサ視野を阻害しないサイズの窓を有し、ロウ材の濡れ性の良いメッキを施した金属製キャップを設計・作製した。
3. ロウ付けに対し、高い濡れ性、膜強度を有したメタライズ膜を有し、ロウ付け状態が良好となるサイズとしたメタライズ窓材を設計・作製した。
4. 金属製キャップとメタライズ窓材をロウ付けするロウ材の良好な濡れ密着性示し、発生ガスの低減、高信頼性の封止を可能とするロウ材の材質、封止時のロウ材量の研究を実施した。
5. 高画素赤外線センサ素子と金属製ベースを接合するダイボンディング剤として耐熱性、加熱時の発生ガスの少ない接着剤の研究を実施した。
6. 1バッチ複数個の同時封止可能とし、加熱時温度分布の良い真空気密封止用のワークセット・配列治具を設計、作製した。
7. 複数ワークのゲッター同時活性化処理が可能となるゲッターの通電活性化処理手法の検討・開発を実施した。
8. 本研究真空気密封パッケージの基本プロセスにて複数個/1バッチの処理を可能とする真空気密実装専用装置を研究・開発・製造した。
9. 封止時の発生ガスを低減し、高真空度での気密封止を可能とする真空気密封止プロセスの真空排気・ロウ付けプロセスの研究を実施した。
10. 研究・開発した真空封止プロセス条件により複数個のバッチ処理にて真空封止処理を可能にしたことにより、1pc.当たりの真空排気時間を短縮することに成功した。これにより、従来の排気パイプを用いて排気する真空気密封止パッケージの真空排気時間と比較し 1/120 の真空排気時間に短縮する事に成功した。

11. 真空封止前に高画素赤外線センサの感度測定を可能とする真空モニタ評価装置の作製をした。
12. 真空モニタ評価装置にて本研究で開発したパッケージ、真空気密封止プロセスにて真空気密封止を実施したパッケージ内部は高真空度で封止できていることを確認した。
13. 信頼性試験とし、温度サイクル試験、高温放置試験、高温高湿放置試験を実施した。試験は現在継続中である。