研究課題名	システム化技術の研究開発(機器内部作業用試作システム)(M300) 機器内部作業システムの研究（Ｍ３１０）	M310
研究機関名	オリンパス光学工業（株）、（株）村田製作所、オムロン（株）	

要約

外径φ8mm程度の機器内部の作業用試作ｼｽﾃﾑﾍｯﾄﾞ部へﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞﾃﾞﾊﾞｲｽ等の複数の機能ﾃﾞﾊﾞｲｽの高密度実装を可能にする細径集積化技術また狭所作業技術の確立を目指し研究開発を行った。

(細径集積化技術)

・MIF（多機能集積化薄膜）技術を応用し、機能ﾃﾞﾊﾞｲｽや電子部品をICが形成されたｳｴﾊ上に実装後、立体的に折り畳み、配置するという3次元実装技術を開発。

(狭所作業技術)

・狭所への進入を可能にする形状自由度の高いｶﾃｰﾃﾙ形状の試作ｼｽﾃﾑの本体(多自由度湾曲管状ﾕﾆｯﾄ)を開発。

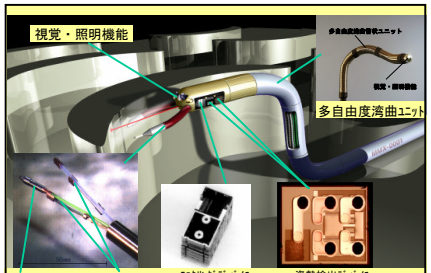

図 機器内部作業試作システム(コンセプト図)

・補修作業に必要な機能ﾃﾞﾊﾞｲｽとして、YAGﾚｰｻﾞ方式を用いた超小型溶接ﾃﾞﾊﾞｲｽ及びにSMA(形状記憶合金)をｱｸﾁｭｴｰﾀとし、MIF技術により高精度位置制御を可能にしたﾏｲｸﾛﾏﾆﾋﾟｭﾚｰﾀを開発。ﾏｲｸﾛﾏﾆﾋﾟｭﾚｰﾀ先端に溶接ﾃﾞﾊﾞｲｽを搭載し、作業範囲10×７mm、目標溶け込み深さ0.5mm以上を達成。

(微細組立技術)

・機器内部作業試作ｼｽﾃﾑ等のﾏｲｸﾛﾏｼﾝの組立に必要な観察・組立・計測の要素技術を開発。観察技術においては二重焦点光学系と回復ﾌｨﾙﾀを組み合わせ、通常の光学式顕微鏡ｼｽﾃﾑの2倍の長焦点深度を実現。

発電施設の機器内部で作業を行うﾏｼﾝの開発は世の中でも盛んに行われているが、大型のﾏｼﾝが実用化されているのみ。本試作ｼｽﾃﾑの様に外径φ8mmという細径で、作業に必要な多数の機能ﾃﾞﾊﾞｲｽを備えているものは他にない。さらに、光学的な長焦点深度観察技術は全く可動部をもたずこれまで報告されているものとは信頼性耐久性において一線を画すものである。

目的･背景

発電ﾌﾟﾗﾝﾄの蒸気ﾀｰﾋﾞﾝ等の検査及び軽度な補修を行う機器内部作業試作ｼｽﾃﾑを実現するためのｼｽﾃﾑ化技術を開発することが目的。
具体的には、細径集積化技術、狭所作業技術、微細組立技術の開発。

目標

・多自由度湾曲管状ﾕﾆｯﾄ、補修用ﾏﾆﾋﾟｭﾚｰﾀ、姿勢検出ﾃﾞﾊﾞｲｽ、及びﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞﾃﾞﾊﾞｲｽから構成されるﾏｲｸﾛﾏｼﾝｼｽﾃﾑの開発。
・作業機能を持つﾏｲｸﾛﾏｼﾝｼｽﾃﾑの実現。
・検査や補修など、より多くの機能を長手方向に集積化するための細径集積化技術の確立。
・ﾏｲｸﾛ溶接等の狭所作業技術の確立。

技術課題(ブレークスルーポイント)と解決法

技術課題 (ﾌﾞﾚｰｸｽﾙｰﾎﾟｲﾝﾄ)	解決法
◆細径集積化技術	
・検査や補修など、より多くの機能を長手方向に集積化するための３次元高密度実装技術の確立。	・多機能集積化薄膜(MIF)技術を応用したMIF実装技術の開発。 必要かつ最低限の処理を行う部分だけIC化してﾍｯﾄﾞ部に搭載し信号線等を減らす省線化技術の検討
◆狭所作業技術	■多自由度湾曲管状ﾕﾆｯﾄのｼｽﾃﾑ化研究（Ｍ３１１） 試作ｼｽﾃﾑの本体となり、外径φ8mm程度で多様な構造内に進入するための湾曲機能をもち、さらに先端部には姿勢検出ﾃﾞﾊﾞｲｽ及びﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞﾃﾞﾊﾞｲｽ、補修用ﾏﾆﾋﾟｭﾚｰﾀの搭載可能な多自由度湾曲管状ﾕﾆｯﾄを開発 ■補修用ﾏﾆﾋﾟｭﾚｰﾀのｼｽﾃﾑ化研究（Ｍ３１２） 補修作業を可能とする補修用ﾏﾆﾋﾟｭﾚｰﾀの開発
・作業機能を持つﾏｲｸﾛﾏｼﾝｼｽﾃﾑの実現 ・ﾏｲｸﾛ溶接等の狭所作業技術の確立	
◆微細組立技術	
・MIF技術等を用いるﾏｲｸﾛﾏｼﾝの試作ｼｽﾃﾑの組立は、従来の2.5次元の微細組立技術では困難であり、高度な3次元組立技術の開発が必要である。	・微細組立に必要な観察・組立・計測の各要素技術の開発

成果

【細径集積化技術】

・すべての機能ﾃﾞﾊﾞｲｽを実装したMIFﾓｼﾞｭｰﾙを立体的に折り畳むことで、3次元的な高密度実装形態を実現。
・厚さ10μm程度のﾎﾟﾘｲﾐﾄﾞ薄膜中に従来技術の10倍以上の高密度配線が可能であり、周辺ICも薄膜化しﾓﾉﾘｼｯｸに一体化出来ることを基礎実験で確認。
・すべての機能ﾃﾞﾊﾞｲｽおよび周辺ICを搭載した外径φ８mmのﾍｯﾄﾞ部に搭載した機器内部作業用試作ｼｽﾃﾑを製作。

【狭所作業技術】

・機器内部作業用試作ｼｽﾃﾑの多自由度管状ﾕﾆｯﾄの湾曲動作、および0.5mm以上の溶け込み深さが可能な溶接ﾃﾞﾊﾞｲｽを搭載した補修用ﾏﾆﾋﾟｭﾚｰﾀでの微小傷の走査を実現。

【微細組立技術】

・機器内部作業試作ｼｽﾃﾑの組立に必要な観察・組立・計測の要素技術を開発。
(体格0.1～10mm程度、大気中での組立を想定)。
・観察技術においては、二重焦点光学系と回復ﾌｨﾙﾀを組み合わせて通常の光学式顕微鏡ｼｽﾃﾑの2倍の長焦点深度を実現。また、ﾊﾟﾗﾚﾙﾘﾝｸﾒｶﾆｽﾞﾑを用いた多自由度ﾏｲｸﾛｽﾃｰｼﾞ等も開発。

機能ﾃﾞﾊﾞｲｽや電子部品をICが形成されたｳｴﾊ上に実装装備した後、立体的に折り畳み、配置するという3次元実装技術は他に例がない。将来の高機能な機器の電子部品実装形態を先取りした実装技術を開発した意義は非常に大きい。

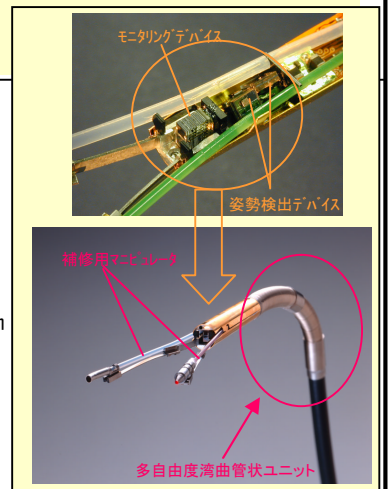

写真 機器内部作業用試作システム

写真　組立計測ステーション

今後の展開

・MIF実装技術は、従来の電気部品の実装及び、機械部品、ＭＥＭＳの多機能集積化を可能とする技術。情報機器をはじめ様々な分野で新たなｱﾌﾟﾘｹｰｼｮﾝが創出される可能性が大きい。