The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	エレクトレット付加型静電マイクロリレーの設計とその作成プロセスに関する研究
Author(s)	一矢, 光雄
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40198
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏　　名	一　矢　光　雄（いち　や　みつ　お）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　13148　号
学位授与年月日	平成9年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科生産加工工学専攻
学　位　論　文　名	**エレクトレット付加型静電マイクロリレーの設計とその作成プロセスに関する研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　仲田　周次 教　授　井上　勝敬　　教　授　三宅　正司　　教　授　宮本　　勇

論文内容の要旨

本論文は，半導体リレーと同等の小型，低消費電力駆動，集積化が可能でありながら，ON時の低い接触抵抗とOFF時に高い絶縁性，ならびに自己保持機能，低電圧駆動の要求も満たす信号用リレーとして，エレクトレット付加型静電マイクロメカニカルリレーを提案し，設計法とその作成プロセスを明らかにしたものである。

本論文は8章から構成されている。第1章は序論で，本研究の背景，目的および本論文の構成を述べている。

第2章では，信号用リレーの要求性能を検討すると共に研究開発方針を示し，さらに要求性能を満たすための基本構造について概念設計を行っている。

第3章では，静電マイクロリレーの問題を克服する方策として，永久電荷を保持した絶縁膜であるエレクトレットをマイクロリレーに付加することにより，静電駆動力を増加させ，低電圧駆動，自己保持機能を実現できることを提案し，その効果を理論的に検討し，その妥当性を実験的に実証している。

第4章では，マイクロ加工プロセスに適用するエレクトレットとして，無機材料SiO_2に着目し，プラズマCVD法を用い，非常に長期帯電安定性に優れたSiO_2エレクトレットを得ることができることを示している。

第5章では，SiO_2エレクトレットの生成プロセスの条件選定が長期帯電安定性の確保に重要であることを指摘すると共に帯電メカニズムを実験的に検討・考察し，膜中に非常に多く存在する格子欠陥による正電荷捕獲現象により長期帯電安定特性が理解されることを示している。

第6章では，エレクトレット性能を損なわず，かつ接点間空隙が高精度に確保・維持できる接合プロセスとしてAuSnによるソルダリング法を作用し，アセンブリ時にマイクロリレーの長期帯電安定性を損なわないプロセスを確立している。

第7章では，SiO_2エレクトレットを付加し，20V以下の低電圧駆動，自己保持機能をもつラッチング型静電マイクロリレー（8.8×6.4×3.9㎜）の製作に成功し，0.7Ω程度接触抵抗，200V以上の耐圧絶縁性能をえ，かつ無負荷の場合，50万回，10mA・10V　DC抵抗負荷の場合に3万回程度の開閉性能を確認している。

最後に，第8章では本研究で得られた成果を総括している。

論文審査の結果の要旨

マイクロリレーの分野では，小型，低消費電力駆動，高集積化が進んでいるが，なかでもマイクロリレーの新たな展開が要求されている。本論文は，半導体リレーと同等の小型，低消費電力駆動，高集積化が可能で，かつON時での低接触抵抗性，OFF時での高絶縁性，さらに自己保持機能，低電圧駆動などの要求を満たす信号用リレーとしてエレクトレット付加型静電マイクロメカニカルリレーを提案し，その設計法とその作成プロセス，さらに作成されたマイクロリレーの信頼性とその評価に関して研究したものである。本論文の主な成果を要約すると次の通りである。

(1) 出力／入力間の絶縁性能に優れ，高周波信号の伝送，かつ小型，低消費電力駆動，高速動作，長寿命，集積化が可能な信号用マイクロリレーの基本構造として，エレクトレットを付加した静電たわみ変形型アクチュエータが適切であることを提案している。

(2) プラズマCVD法により作成したSiO_2膜をコロナ帯電法により帯電させたエレクトレットの生成条件と長期帯電安定性の関係を実験的に検討し，室温にて130日経過しても約1％しか劣化しない長期安定型に優れた正帯電のSiO_2エレクトレットが得られることを示している。

(3) エレクトレットの付加により発生する静電駆動力は，エレクトレットを付加しないシステムに比べ，より大きな力が発生し，またより低い入力電圧でその静電力が確保され，さらに自己保持機能を得られることを理論的に示し，それを実験的に実証している。

(4) プラズマCVD法と熱酸化法により成膜した長期帯電安定性の異なる代表的なSiO_2エレクトレットについて，TSC，FTIR，ESR，SIMSなど種々の分析を行った結果，長期帯電安定性に優れたSiO_2エレクトレットは，その成膜方法に関係なく，薄膜中のE'センターが，正孔トラップとして作用し，そのエネルギー準位が高いため，帯電長期安定性に優れていることを示している。

(5) エレクトレット付加型静電マイクロリレーのアセンブリプロセスにおいて，固定片に形成されたエレクトレットの表面電位を確保し，電極／接点間の空隙を高精度に確保できるプロセスを検討し，Au－Sn共晶接合方法を採用することにより，電極／接点間の空隙を1μmレベルの精度を確保でき，かつ帯電安定性への影響がないことを明らかにしている。

(6) 試作されたエレクトレット付加型静電マイクロリレーは，20V以下の低電圧駆動が可能で，その動作時間は，1msecレベルであり，ON時の接触抵抗は0.2Ω程度、OFF時絶縁性能は，接点（出力）間，入出力間とも200V以上の耐圧を確保できている。

(7) 機械寿命試験において，100万回開閉においても，可動バネが破損することなく動作し，電気寿命試験において，100μA・100mV　DCの抵抗負荷にて試験を行った結果，100万回を得ている。

以上のように，本論文は，信号用リレーの現状とその要求性能を明確化し，全体の要求性能に対して開発目標値を設定し，その目標をみたすようなマイクロリレーの概念設計，エレクトレットの長期信頼性確保のためのプロセス条件とその選定指針，さらにマイクロリレーの作成プロセスなどについて解析的および実験的検討を行い，エレクトレット付加型マイクロアクチュエータの設計および作成プロセス，さらには信頼性向上対策など基礎的知見を与えており，生産加工工学の発展に寄与するところが大きい。よって，本論文は博士論文として価値あるものと認める。