

簡易型高周波送受信回路の開発*

菊地 利雄**、三浦 信***

低価格で取付けも容易なキーレスエントリー電子錠用の簡易型高周波送受信回路の開発を行った。キーレスエントリー電子錠は、小さなリモコンで錠の開け閉めを行う補助錠である。リモコン側には電波の送信回路、錠側には受信回路が内蔵されていて、ワンタッチで錠の開け閉めができる仕組みになっている。初期設計/試作の結果、製品化に向けては低価格化、小型化、長寿命化が課題であることが明らかとなった。そこで、設計の見直しにより使用部品点数の削減を図るとともに、受信側の動作モードを再検討することによりほぼ目標を達成し製品化することができた。

キーワード：キーレスエントリー電子錠、高周波送受信回路、セキュリティ

Development of Simple TX and RX for the Electric Key

KIKUCHI Toshio and MIURA Shin

We developed a simple transmitter and a receiver for the electric key. The small remote control unit controls the electric key. The small remote control has the simple transmitter. On the other hand the key unit has the simple receiver to receive the signal from the small remote control unit. We achieved low cost, small-size, and allowable life time by means of redesigning and reconsidering the operational mode.

key words : electric key, TX, RX, security

1 緒 言

犯罪白書によれば、年間の窃盗犯の侵入件数は20万件を超え、そのうち半数以上が鍵を破られて侵入されたものである。この背景としては、核家族化により近隣との付き合いが減少し地域における不審者の監視が弱くなっていること、また、女性の社会進出により一人暮らしが増加していることなどが考えられる。こうした犯罪に対抗するためのセキュリティ関連商品も数多く市販されているが、取り付け工事が必要であったり、高価であったりと課題も多く、思ったように普及していないのが現状である。

そこで、これまでのセキュリティ商品の課題を克服し、低価格で取付けも簡単な補助錠としてのキーレスエントリー電子錠の商品化を目指すこととした。本稿では、キーレスエントリー電子錠の機能性能の要となる簡易型高周波送受信回路の開発について報告する。

2 キーレスエントリー電子錠の機能概要

これまでの補助錠はドアに取付け用の穴を開けたり、専門業者による工事が必要であった。しかし、今回開発したキーレスエントリー電子錠では、本体（施錠ユニット）をドアに接着するだけで取付けられるようにし、特別な工事が不要となるよう考慮した。この方式では、ビスなどによって取付けた場合と比較して機械的な強度が劣るが、約100kgの強度は確保できるた

め、実用的には問題にならないと判断している。なお、強度に不安を持つ購入者のために、ビスによる取付けも可能なようにしてある。

また、故障が生じた場合、従来の錠では取扱店が開錠してくれることが多いが別途保守契約が必要であったり、最終的にはドアを壊すしか方法がないケースも出てくる。しかし、今回開発したキーレスエントリー電子錠では、手動で開錠できる機能を付加し、保守契約も不要で、故障によってドアを壊すケースもないよう工夫した。

表1 キーレスエントリー電子錠の構成要素

No	名 称	設置場所	高周波送受信
1	施錠ユニット	室内側	受信
2	テンキー	室外側	送信
3	リモコン	携帯用	送信

キーレスエントリー電子錠は施錠ユニット、テンキー及びリモコンから構成される（表1参照）。施錠ユニットはドアの内側（室内側）に取付けられ、テンキーまたはリモコンからの電波を受信して施錠したり、開錠したりする部分である。テンキーはドアの外側（室外側）に取付けて、暗証番号を入力することにより施錠ユニットの操作を行うものである。リモコンは親指大の大きさで持ち運びができ、ボタン操作により施錠ユニットの操作を行うものである。施錠ユニットには高周波の受信回路

* 技術バイオニア養成事業*

** 電子機械部

*** (有)岩本電機製作所

が、テンキーとリモコンには高周波の送信回路が組み込まれている。テンキーは必要がなければ取付けなくてもよく、テンキーを取付けなければ、室外側からは補助鍵を設置しているかどうか部外者からはわからなくなる。

図1に施錠ユニットの外観を示す。施錠ユニットの横側にはカンヌキが付いており、これが図1のように出ている状態ではドアが開かないようになっている。リモコンあるいは手動などによりドアを開けるとときには、カンヌキが施錠ユニット本体の中に収納されるようになっている。施錠ユニットには、また、施錠、開錠を手動で行うためのボタンも付いており、外出先から帰ってきて室内に入った際などに手動で施錠、開錠の操作を行うことができる。この施錠ユニットは電池で駆動する仕組みとなっているが、電池の消耗具合を知らせるためのランプも取付けてあり、電池交換の時期を知ることができる。

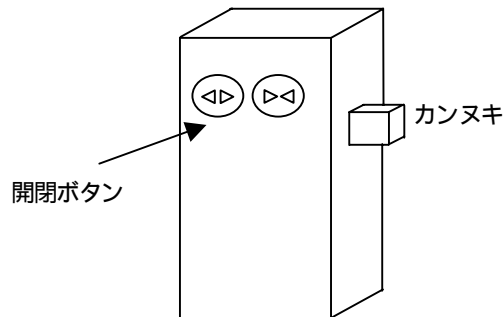


図1 施錠ユニット外観図

リモコンは大人の親指より少し太めの大きさで、非常に軽く持ち運びが便利になっている。リモコンには「Open(開く)」と「Close(閉まる)」の2つのボタンが付いており、ワンタッチで錠の開け閉めができる仕組みとなっている。

以上に挙げたキーレスエントリ電子錠の機能をまとめると以下ようになる。表2には動作補償範囲を、表3には基本仕様を示す。また、図2、図3にはそれぞれ施錠操作、開錠操作を示す。

- (1) ドアに取付け工事を必要としない完全後付けタイプ。
特殊両面テープによる接着方式。
- (2) 施錠ユニットへの送信は、微弱電波方式。
テンキー、リモコンとも無線方式を採用。
- (3) 全てのドアに取付け可能なカンヌキ高さ調整機能付き。
2～50mmの範囲で高さ調整可能。
- (4) リモコンコード及び暗証コードはティーチング方式採用。
- (5) 複数のリモコンコード及び暗証コードの登録が可能。
- (6) 非常時開錠機能付き。
電池消耗時、破損時等に外部から非常開錠可能。
- (7) 電池交換アラーム機能付き。

表2 動作保証範囲

項目	施錠ユニット	テンキー	リモコン
動作電圧	4.0～5.0V	2.5～3.5V	2.5～3.5V
動作温度	-10～+40		
電池寿命	最低6ヶ月	最低12ヶ月	最低12ヶ月
モータ寿命	1000時間	-	-

表3 基本仕様

項目	施錠ユニット	テンキー	リモコン
表示機能	書き込みモード	コード設定	発信認識
	電池アラーム	電池アラーム	
音声機能	有り	無し	無し
スイッチ機能	施錠スイッチ	テンキースイッチ	施錠スイッチ
	開錠スイッチ	エンタースイッチ	開錠スイッチ
	コード登録スイッチ		
送信方式 周波数		微弱電波方式	微弱電波方式
		315MHz	315MHz
駆動電圧	4.5V	3V	3V
電池アラーム	3.6V以下	2.7V以下	
接着強度	300kg	100kg	

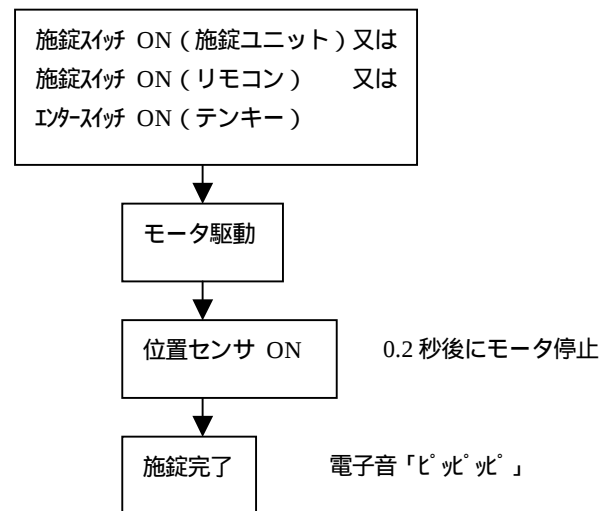


図2 施錠操作

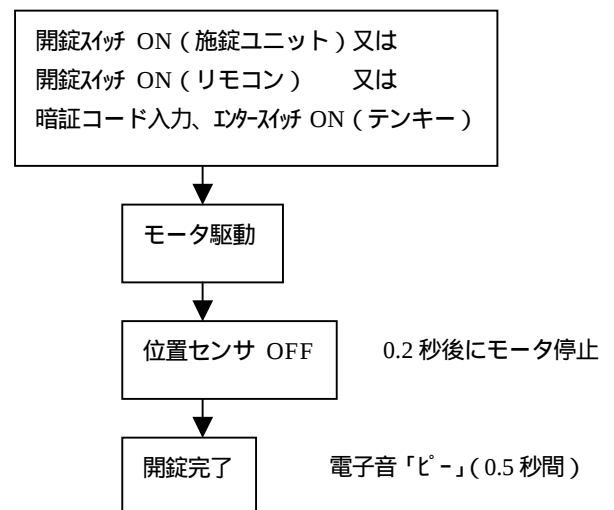


図3 開錠操作

3 試作試験

3-1 設計/試作試験

初期設計による試作の結果、製品化に向けては低価格化、小型化、長寿命化が課題であることが明らかとなった。そのため、

設計の見直しを行うとともに、何度か試作を繰り返し改善を図っていった。

低価格化、小型化については、送受信回路の見直しによって使用部品点数の削減を図った。表4に初期設計時の部品点数と改善後の部品点数の比較を、発信部、受信部それぞれについて示す。

表4 使用部品点数

部品点数	初期設計	改善後
発信部	32	5
受信部	52	8

この表からもわかるように、送受信回路の見直しによって、使用部品点数は最終的に80%以上低減されている。これにより、コストを約半分に抑えることができるとともに、小型化が可能となった。使用している基板も当初は両面実装を行っていたが、片面実装が可能となった。

送受信回路の見直しに伴う使用部品点数の削減によっても、消費電力の低下によって製品の寿命は長くなる。しかし、目標とする単三電池で約1年の寿命を達成するには、さらに踏み込んだ検討が必要になった。初期設計による試作品では、錠となる受信部は常に信号を待ち受けている状態であった。このケースでの電流値は2.7mAであり、約1ヶ月で電池電力を使い切ってしまうことが明らかとなった。そこで、普段はほとんど電力を消費しないスリープ状態で、リモコンなどから信号が入力されると通常動作モードに移行する機能を取り入れることにした。また、使用部品の選定にあたっては極力消費電力の少ないものを選定することとした。しかし、最初は部品点数を削減するために採用した汎用ICのシャットダウン（スリープ状態にする）

ウェイクアップ（通常動作モードにする）がうまくいかず、再度回路の変更で対処した。最終的には電流値を400 μ A程度に抑えることに成功し、寿命を約250日に延ばすことができた。この値ではまだ目標の1年（365日）には達していないが、実用に供してもそれほど遜色ないレベルではないかと考えている。また、寿命算出に使用している条件として1日に10回の開閉を行った場合を想定しているが、購入者の使用条件によって（電池の）寿命は多少短くなったり、長くなったりする。

3-2 評価試験

試作品に対し評価試験として、漏洩電界強度、受信感度、放射電界の方向などを測定すると共に、熱衝撃試験、恒温恒湿試験などを実施して製品としての信頼性確保を図った。

図4に放射電界測定結果を示す。図4（a）は測定用のアンテナ、リモコンともに垂直にしてリモコンを360度回転させた場合の測定結果である。図4（b）は測定用のアンテナを垂直、リモコンは水平にしてリモコンを360度回転させた場合の測定結果である。両者では放射電界に約4.5dBの差があることがわかる。これは、施錠ユニットに対してリモコンを向けたときの向きにより電波の到達具合が相当異なることを意味している。このことはキーレスエントリー電子錠の購入者の使い勝手にも影響してくる要素であるため、注意が必要であると考えている。図4（a）（b）には測定用のアンテナを1mの高さから4mの高さまで変化させた場合の放射電界強度も示しているが、今回の開発品では送信側（テンキー又はリモコン）と受信側（施錠ユニット）はほぼ同じ高さで使用されるため、データにはあまり影響されないと考えられる。

図4 放射電界測定結果（a）

図4 放射電界測定結果（b）

図5には漏洩電界強度の測定結果を示す。図5(a)は30MHz～300MHzでの漏洩電界強度、(b)は300MHz～1GHzの周波数範囲での漏洩電界強度を示している。漏洩電界の強度が大きいとテレビなど他の電気製品にノイズを混入させる原因にもなるが、測定結果からは特に問題は見られなかった。

図5 漏洩電界強度(a)

4 結 果

試作試験の結果、低価格化、小型化、長寿命化の課題をほぼ解決することができ、製品化のめどが得られた。図6に製品化されたキーレスエントリー電子錠を示す。また、図7には開発したキーレスエントリー電子錠の施錠ユニットをドアに取付けた様子を示す。



図6 製品化されたキーレスエントリー電子錠

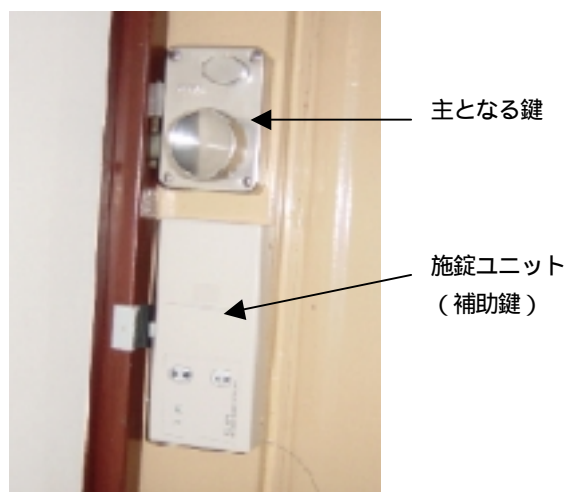


図7 施錠ユニットをドアに取付けた様子

5 結 言

低価格で取付けも簡単なキーレスエントリー電子錠用の簡易型高周波受信回路の開発を行った。初期設計時には使用部品も多く、低価格化、小型化、(電池の)長寿命化が課題であったが、試作試験を重ねてこれらの問題を解決し、キーレスエントリー電子錠の製品化を達成することができた。

図5 漏洩電界強度(b)