U. D. C. 621.313.361.077.65-531.6 : 621.382.049.7-181.4 : 643.342.44-83

混成厚膜集積回路を用いたミキサー速度制御

Speed Control of Blender with Thick Film Hybrid Integrated Circuit

椿　稔郎*　市村信也*　二宮功一郎*
Toshio Tsubaki　Shinya Ichimura　Kôichirô Ninomiya

要　旨

直巻電動機を有する家庭電気製品を，サイリスタ速度制御するための混成厚膜集積化した廉価な回路を開発し，これを家庭用ミキサーに応用した。サイリスタによる電圧位相制御で，回転数を定格水負荷 1,300 cc 時において 1,500 rpm から 11,000 rpm まで連続的に変えることができた。また直巻電動機の残留逆起電圧を帰還して定速度化を図り，起動特性の良いものを得た。

1. 緒　　言

家庭電気製品を半導体制御することはすでに多くの例が発表されており，直巻電動機のサイリスタ制御もミシンモータなどに用いられている。しかし直巻電動機の場合，要求される性能をみたそうとするとコスト，大きさなどの点で，家電品にそのまま導入できるまでには至っていない。本報では小形，廉価の速度制御回路を必要とする家庭用ミキサーをとりあげ，家電品に適した形で集積した混成厚膜集積回路（以下 HIC と呼ぶ）を用いて制御を行なった結果について述べる。

2. HIC 制御回路の設計

ミキサー制御回路をディスクリートで考えた場合，種々検討の結果，価格，性能の両面から図 1 に示す回路が適している。トルク特性の改善は，図 2 に抜き書きして示すように基準電圧 V_1 と電動機の残留逆起電圧 V_2 との差電圧を負帰還させるというきわめて簡単で効果的な方法によって行なわれている。

これを一歩進めて小形化，廉価化のために集積回路（以下 IC と呼ぶ）化することを考えた。IC 中でも消費電力が大きくとれる，回路定数が比較的自由に選べるなどの理由からミキサー直巻電動機制御回路にもっとも適しているのが HIC である。

図 1 のディスクリート回路を HIC として考えたときには次の点を再考慮すべきである。

（1） サイリスタの点弧素子を BIAC から HIC に適したものにする。

（2） 電源変動補償用のランプー CdS 素子を HIC に適したものにする。

（3） タイマーは機械式であるが，これを電子タイマーにする。

これらの点に留意してサイリスタ点弧回路は図 3 に，電源変動補償回路は図 4 に，タイマー回路は図 5 によるよう設計した。

HIC 回路を用いた制御回路全体構成を素子の保護回路も含めて

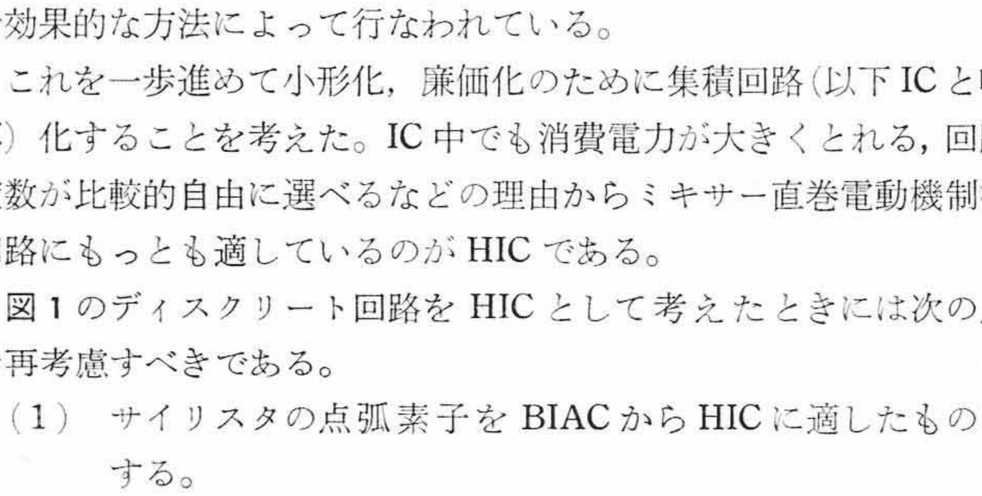

図 1　ミキサー制御用ディスクリート回路

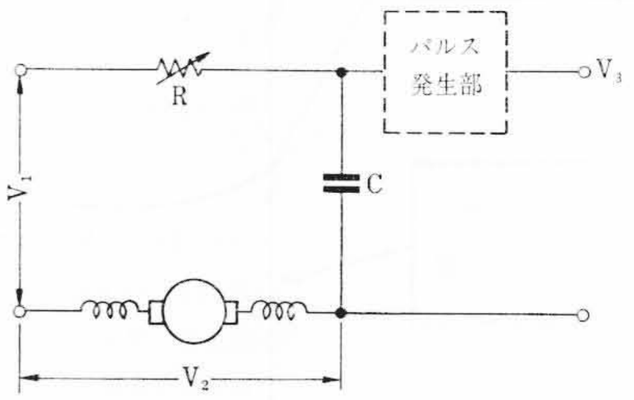

図 2　負帰還回路

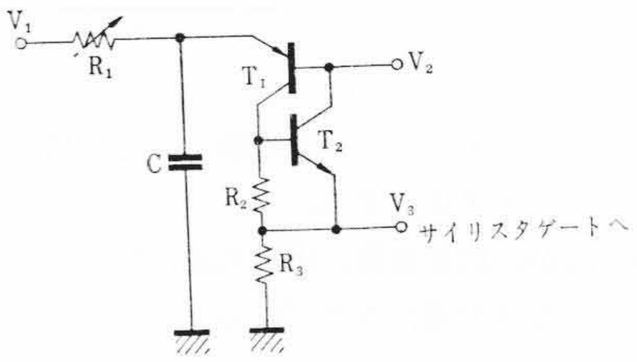

図 3　サイリスタ点弧回路

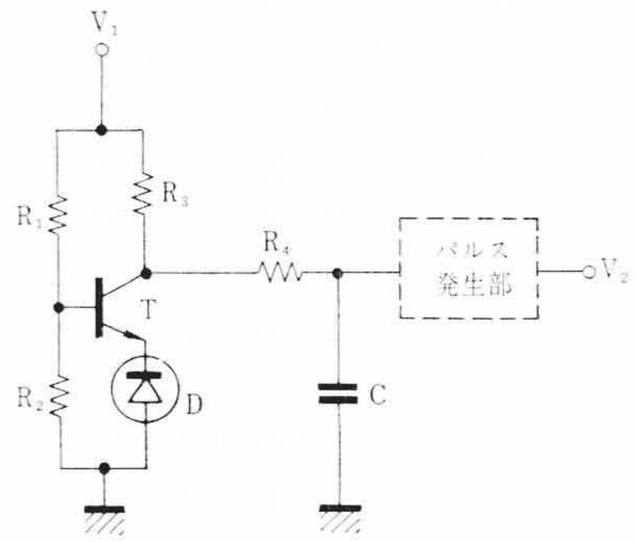

図 4　電源変動補償回路

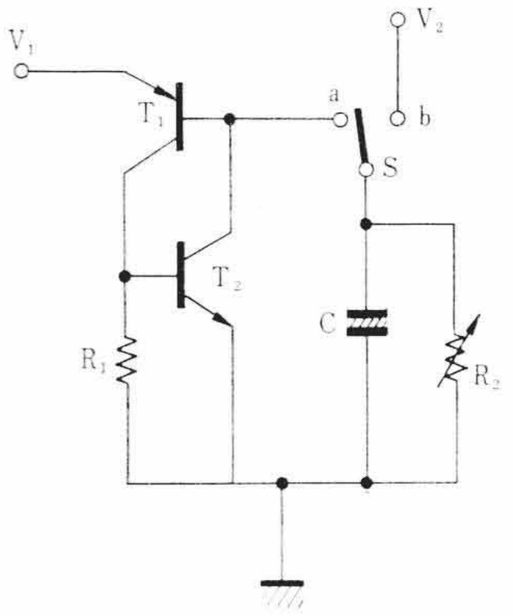

図 5　タイマー回路

* 日立製作所多賀工場

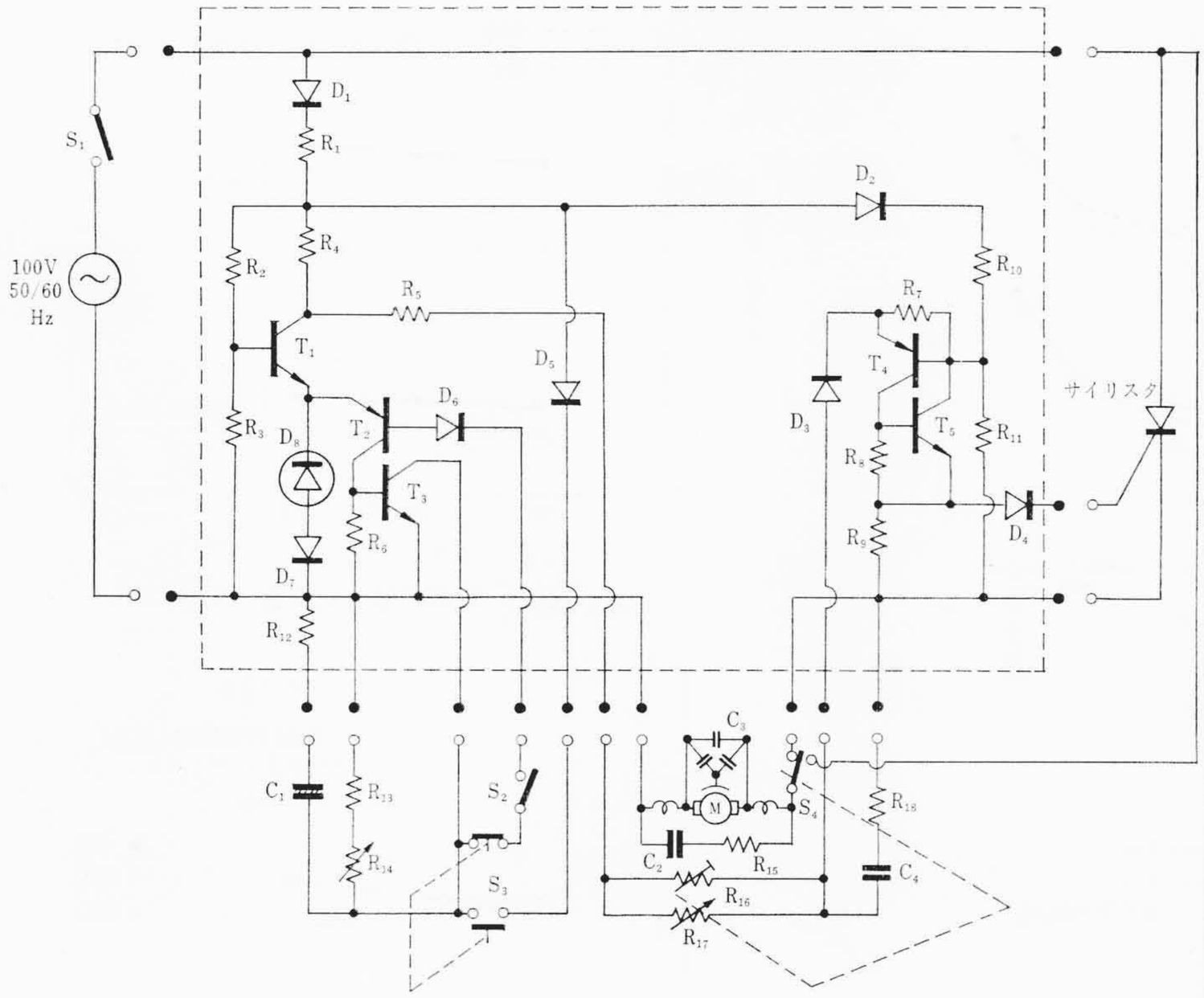

図6　HIC化ミキサー制御回路(1)

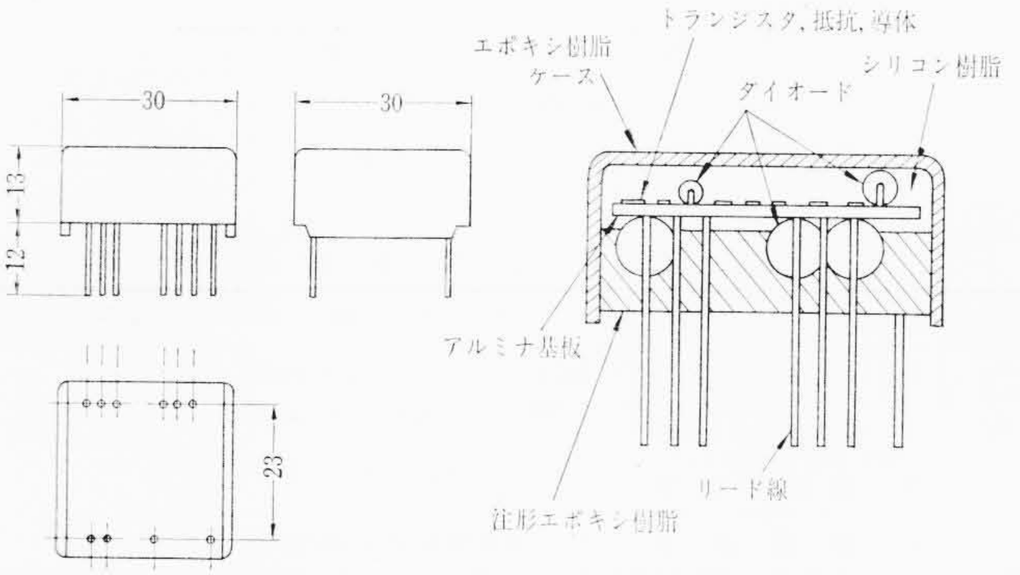

図7　HIC 品概略構造

表1　現状で比較的廉価に HIC 化できるCR

C	容　量：約 10 μF 以下，耐圧：約 25 V 以下
R	回路内の R_{min} と R_{max} の比で $R_{max}/R_{min} \fallingdotseq 10^{1.5} \sim 10^{2}$ 以下

示したのが**図6**である。この図で点線の中が HIC 化部分である。抵抗，コンデンサは現在では**表1**程度が廉価に HIC 化できる範囲で，このため一部の抵抗，コンデンサは HIC 外に出してある。またサイリスタのチップ化は技術的に可能であるが放熱に問題があるのでこれも外に出した。

HIC 化部分は図のように抵抗，トランジスタ，ダイオード，ツェナーダイオードからなるが，このうち抵抗は厚膜サーメット抵抗，トランジスタはシリコントランジスタペレット，ダイオード，ツェナーダイオードはディスクリート品と，現状でもっとも廉価な構成とし，これをセラミック基板にのせて，ダンパー剤を介してエポキシモールディングした。**図7**は寸法，概略構造および外観写真を示したものである。

ただここで電源変動の影響が多少大きくてもかまわず，またサイリスタを短絡してタイマー動作させたい場合には**図10**のような回路にしてもよい。**図8**は今回採用した HIC の外観写真を示したものである。**図9**はこの HIC を使った定格水負荷 1,300 cc ミキサーの外観写真である。

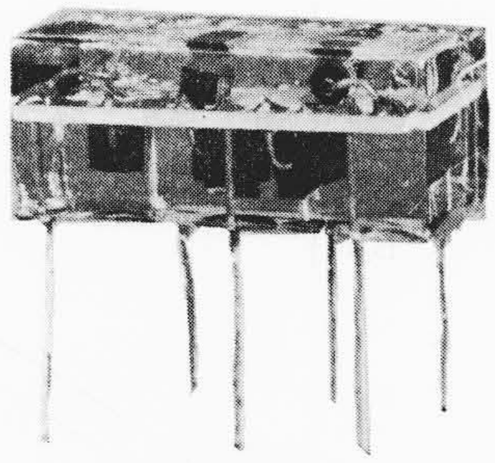

図8　ミキサー用 HIC 部品

図9　HIC ミキサー

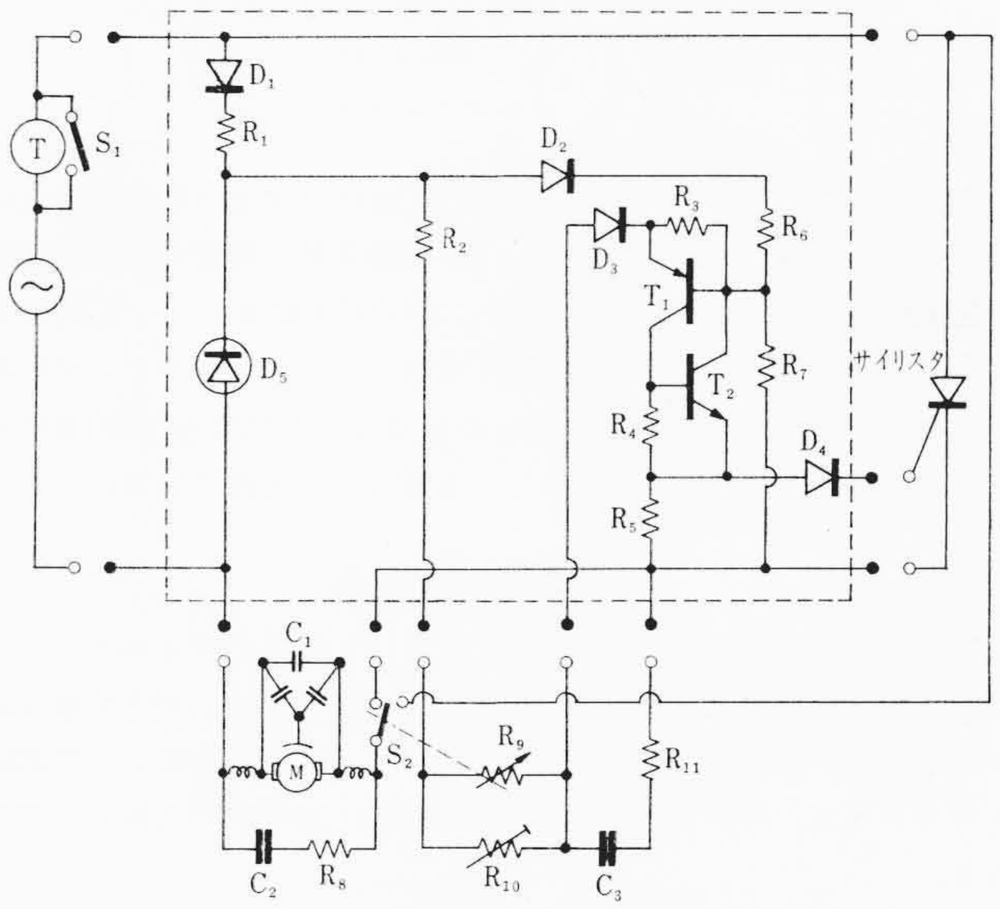

図10　HIC 化ミキサー制御回路(2)

3. HIC ミキサーの特性

HIC ミキサーは**図11**に示すように定格水負荷 1,300 cc 時において 1,500 rpm から 11,000 rpm 以上まで連続的に変えられるもので電源周波数の差による回転数差も小さい。また**図2**のような速度帰

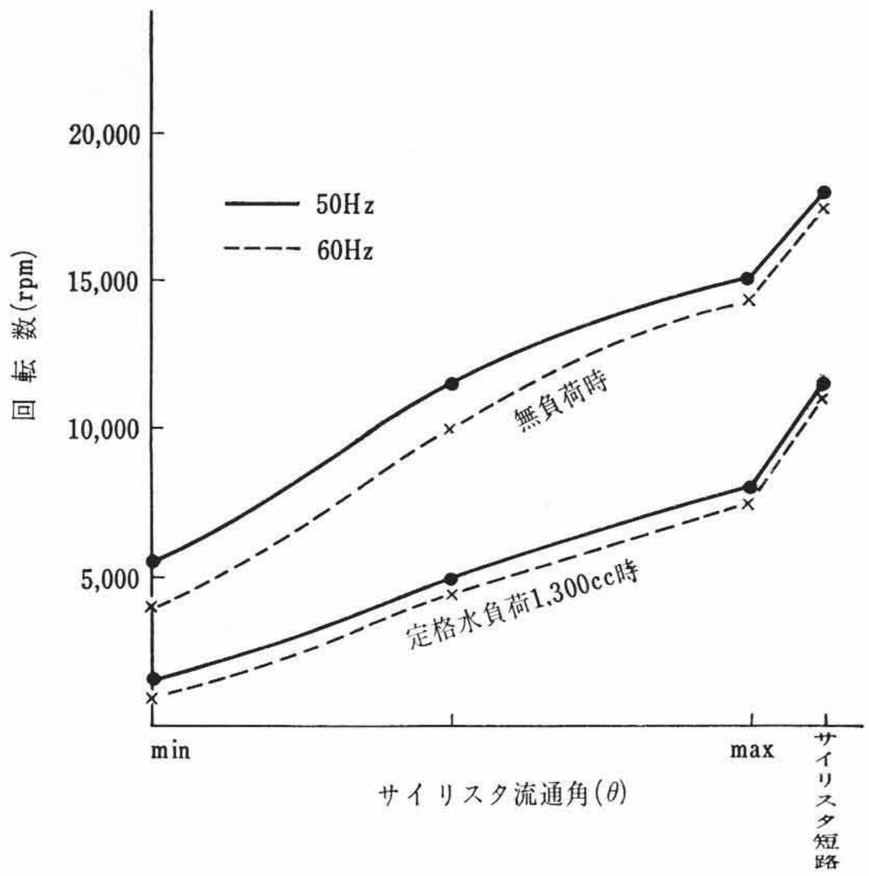

図11　ミキサー回転数

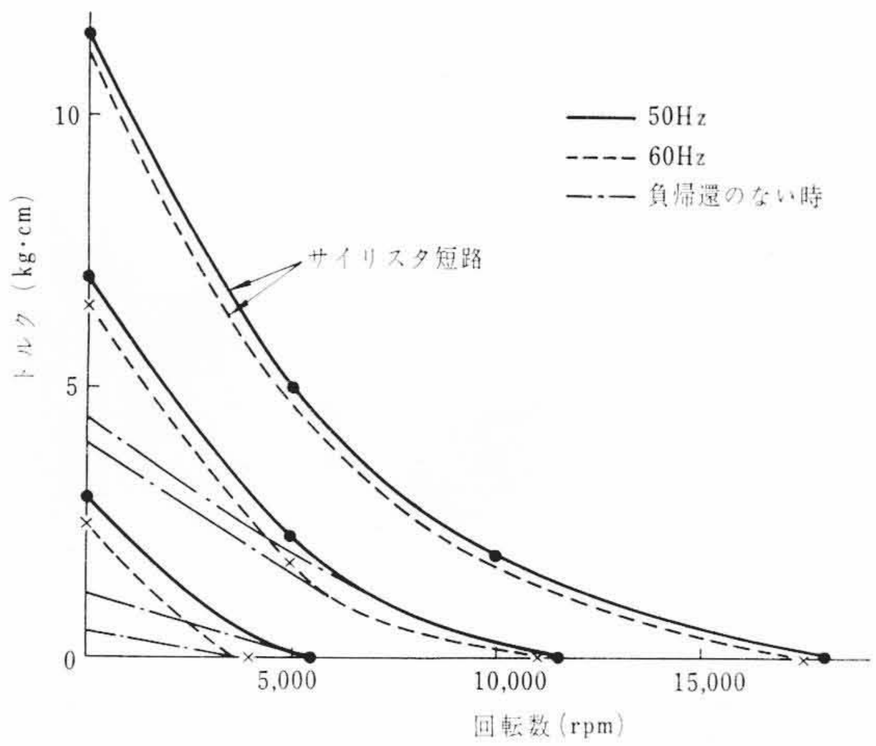

図12　トルクと回転数

還を採用しているので，トルク特性は図12に示すように帰還のない場合に比べてかなり改善されている。電源変動に対する回転数変動も図13に示すようにほとんどない。さらにCRタイマーは時限を60秒に設定してあり，高価なFETを使うことなくコンデンサの漏えい電流および許容差の小さいものを選ぶことによって図14に示すように電源変動や温度にたいして安定なものを得ている。

4. HIC品環境試験

HIC品には家電品の制御回路部品として従来のディスクリート回路と同等もしくはそれ以上の信頼性が要求される。そこで表2に一部示すような種々の環境試験を行なった。この試験によって次にあげるような，HIC品で問題になりやすい点はすべてあらい出される。

（1）　トランジスタ（そのほかの能動素子）ペレットのボンディングの断線

（2）　トランジスタ（そのほかの能動素子）ペレットのパシベーションの不完全による破壊または劣化

（3）　厚膜抵抗値の変化

（4）　そのほかの電気的，機械的欠陥

試作改良を重ねた結果この試験にじゅうぶん耐えうるものが得られた。

5. 結　　言

HIC制御回路およびサイリスタを用いてミキサーの整流子電動機を速度制御することができた。以下は検討した内容である。

（1）　制御回路をHIC化したので，小形化，廉価化に成功した。

（2）　HIC回路はミキサーの回転数を定格負荷時に1,500 rpmから11,000 rpmまで連続制御できる。

（3）　HIC回路を用いたミキサーは定速性にすぐれ，起動トルクも大きい。また電源電圧変動によるミキサー回転数変動が少なく，電源周波数の差による回転数差も小さい。

最後にHIC化にご協力いただいた，日本コンデンサ工業株式会社，中央研究所千葉所長はじめ関係者各位に深謝する。

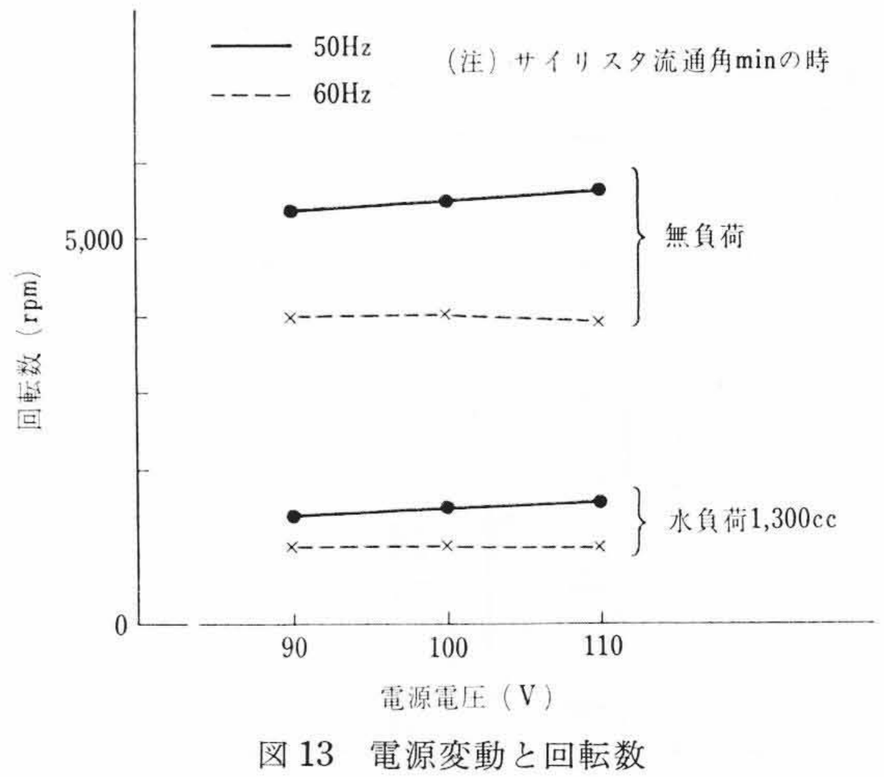

図13　電源変動と回転数

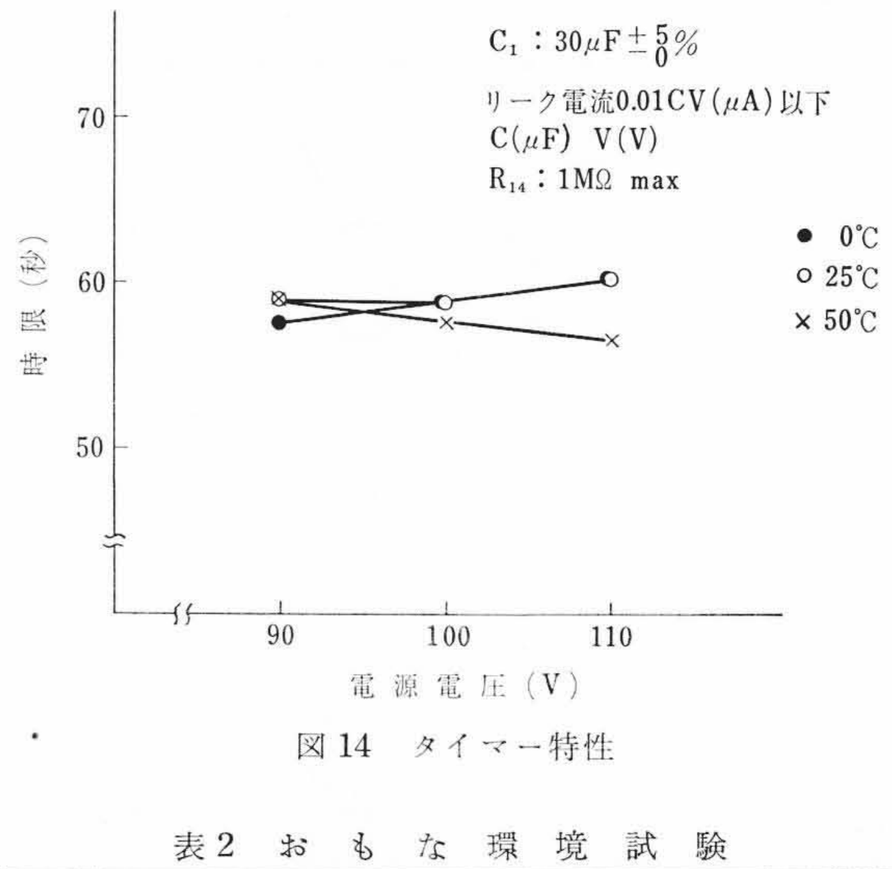

図14　タイマー特性

表2　おもな環境試験

試験群	項目	試験	内容概略	試料数	許容不良数
A	1	耐はんだ熱試験	260℃ のはんだ中に 10 秒間	15	0
	2	温度サイクル試験	−20℃ と +65℃ を各 30 分間，5サイクル		
	3	熱衝撃試験	+80℃ と 0℃ の水中に各1分間，5サイクル		
	4	耐湿試験	65℃, RH 90% に 48 時間放置		
B	1	可変周波振動試験	10～55 サイクル/秒，振幅 2 mm の振動を往復1分間でXYZ方向に各2時間	15	0
	2	振動疲労試験	50 サイクル/秒，振幅 2 mm の振動をXYZ方向に各3時間		
	3	耐衝撃試験	80G の衝撃パルスを XYZ方向に各5回		
C	1	高温高湿放置寿命試験	+40℃, RH 90% に 1,000 時間放置	20	0
D	1	動作寿命試験	+65℃ で 1,000 時間定常動作	20	0

参　考　文　献

（1）　菅田栄治，原留美吉：　混成集積回路（昭43）

（2）　小田川嘉一郎，中川隆，垂井忠明：　集積回路とその応用（昭43）

（3）　日立製作所武蔵工場：　日立半導体製品信頼度資料2 SC 458

（4）　GE：　SCR Manual 4 th Edition (1968)