

# 新しい耐熱・速乾性コイル含浸用ワニスの特性

## The Properties of Heat Endurable and Fast Drying Coil Varnishes

遠藤 武生\*  
Takeo Endô

大平 武司\*  
Takeshi Ohira

上村 広一\*  
Hiroichi Kamimura

### 要 旨

乾燥性、耐熱性の向上を目的として、新しく開発されたコイル含浸用ワニス、W1-295、W-2870の一般特性および特殊試験結果を報告する。

### 1. 緒 言

ワニス処理は電気機器製造工程の中で比較的機械化のおくれている分野の一つであり、生産性向上の点からワニス乾燥性の改良に対する要望はますます強くなっている。また機器に対する信頼性の向上と小形軽量化の目的から、ワニス皮膜の耐熱性、機械強度の改良が強く望まれている。一方、合成樹脂工業の進歩はめざましく、新しい素原料、合成樹脂、高分子材料がつつぎと開発されている。日立化成工業株式会社ではそれら新材料の積極的活用により多くのすぐれたコイル含浸用ワニスを開発してきた<sup>(1)</sup>が、今回、前記要望に対しさらに新しい二種類の耐熱・速乾性コイル含浸用ワニス W1-295 および W-2870 を開発した。

### 2. W1-295 の 特 性

小形・中形電気機器の絶縁処理に際しては、その工程時間を短縮するためワニスの乾燥時間の短いことがきわめて重要である。この場合、単なる表面乾燥性だけでなく、コイル内部の乾燥性（機械強度、エナメル線への影響など）が要求され、コイル固着力、耐湿性、さらには耐ヒートサイクル性なども重要視されている。

今回、開発された新しいサーモキッドワニス W1-295 は下記の特長をあわせ有しており、汎用の小形・中形モータ、乾式または油入式の小形・中形変圧器など各種電気機器のコイル含浸用および仕上げ用として実用化され、用途を拡大しつつある。W1-295 の特長として

- (1) 乾燥性がすぐれており、特に内部硬化性がよい。
- (2) 耐熱性がすぐれており、耐ヒートサイクル性もよい。
- (3) 接着力がすぐれており、コイルをよく固着する。

(4) 耐油性、耐薬品性、耐湿性がすぐれている。などがあげられる。

### 2.1 一 般 特 性

表1に W1-295 の一般特性を各種の絶縁ワニスと比較してとりまとめた。

### 2.2 乾 燥 性

乾燥時間とヘリカルコイル固着力<sup>(2)</sup> (1.0φ PEW 使用)、エンピツ硬度の関係を図1および図2に、また図3に示すモデルコイルを用

表1 各種コイルワニスの一般特性 (試験結果の一例)

項目	種 類 メーカ	W1-295	W-250	W-2300	A
		日立	日立	日立	A社
比 重 (20℃)		0.920	0.900	0.890	0.919
粘 度 (30℃・ポアズ)		1.0	1.5	1.8	1.4
不揮発分 (%)		43.8	46.0	40.0	43.8
乾燥時間 (h)	105℃	1.5	2.5	2.0	1.5
	120℃	1.0	1.5	1.5	1.0
内部硬化性 (h)	105℃	4.0	7.0	4.0	4.0
	120℃	3.0	5.0	3.0	3.0
皮膜厚さのつき方	中央 (mm)	0.052	0.048	0.043	0.049
	下部 (%)	117	122	112	121
耐熱軟化性 (150℃・1h)		OK	OK	OK	OK
耐油性 (120℃・24h)		OK	OK	OK	OK
耐曲げ性 (120℃・3φ)		24h	120h	24h	24h
安 定 性	50℃・ビーカー法	10日	6日	9日	9日
体積抵抗率 (Ωcm)	常 態	6.5×10 <sup>15</sup>	3.9×10 <sup>15</sup>	4.1×10 <sup>15</sup>	5.5×10 <sup>15</sup>
	浸水後	3.0×10 <sup>15</sup>	5.5×10 <sup>14</sup>	2.1×10 <sup>15</sup>	2.0×10 <sup>15</sup>
絶縁破壊の強さ (kV/0.1mm)	常 態	12.5	10.5	12.5	12.0
	浸水後	11.3	9.6	11.0	11.1

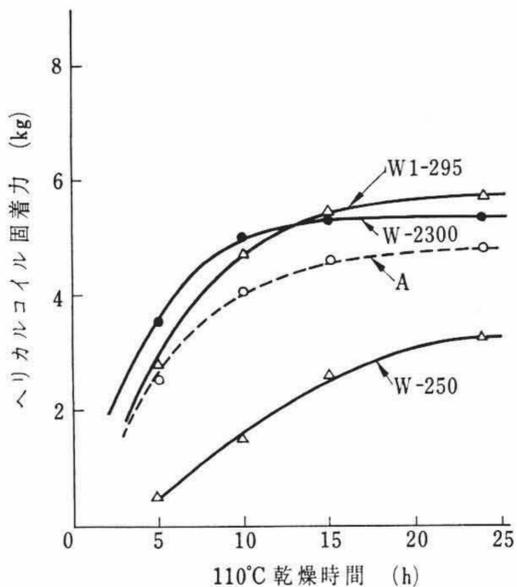


図1 乾燥時間とヘリカルコイル固着力の関係

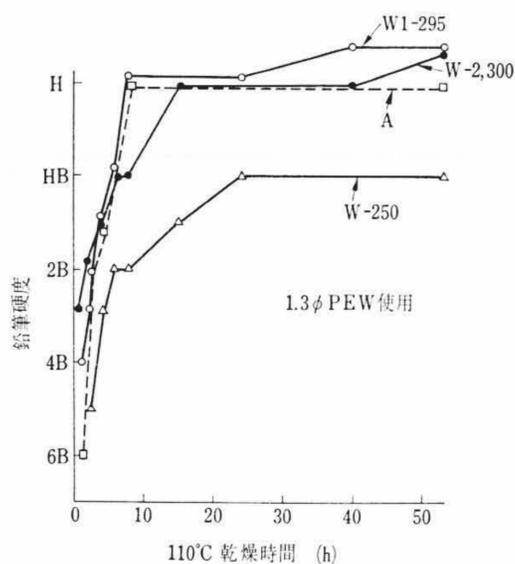


図2 乾燥時間とエンピツ硬度の関係

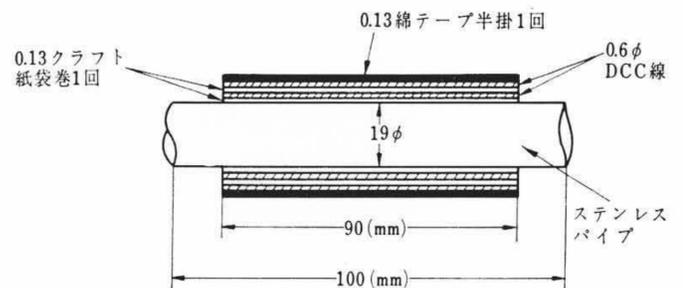


図3 内部の指触乾燥性測定用モデルコイル

\* 日立化成工業株式会社 山崎工場

いてワニス処理し、表2に内容を示した触感指数の測定結果を表3に示す。また密封状態を模擬して作ったモデル試験<sup>(3)</sup>(図4)による内部硬化性の実験結果を図5に示す。

2.3 モデルコイルによる絶縁性試験結果

表4に示す処理条件で作ったモデルコイル(図6)の乾燥メグ特性を図7に、吸湿メグ特性を図8に示す。また図9に示す実物コイルを用いて測定した乾燥メグ特性を図10に示す。W1-295は乾燥メグの点でW-2300よりやや劣るが、それ以外のワニスに比べてすぐれており、吸湿メグ特性は最もすぐれている。

表2 触感指数

触感指数	状況および結果
1	粘着性なく、よく乾いている
2	わずかに粘着性があるが、ほぼ乾いている
3	粘着性が大きい
4	流動性があり、まったく乾いていない

表3 触感指数によるワニス内部硬化性

種類	110°C 乾燥時間	5 h	10 h	15 h	24 h
W1-295		2	1	1	1
W-2870		2	1	1	1
W-2800		4	3	2	1~2
W-250		3	2~3	2	1
W-2300		2	1	1	1
A		2	1	1	1

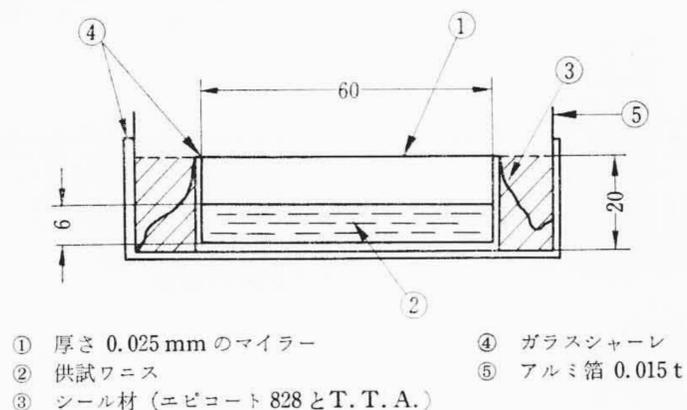


図4 溶剤透過量測定試料

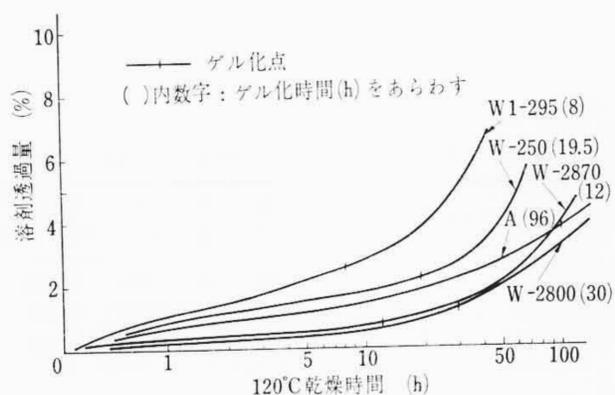


図5 密封状態における内部硬化性

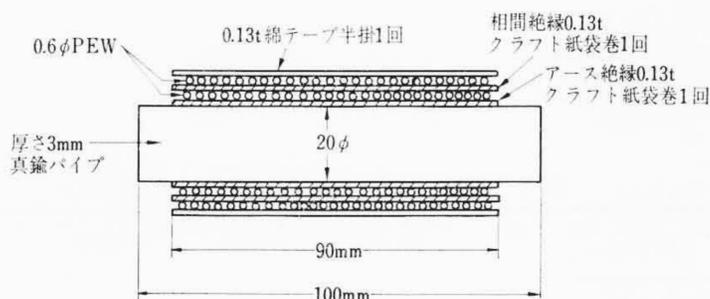


図6 モデルコイル絶縁構成

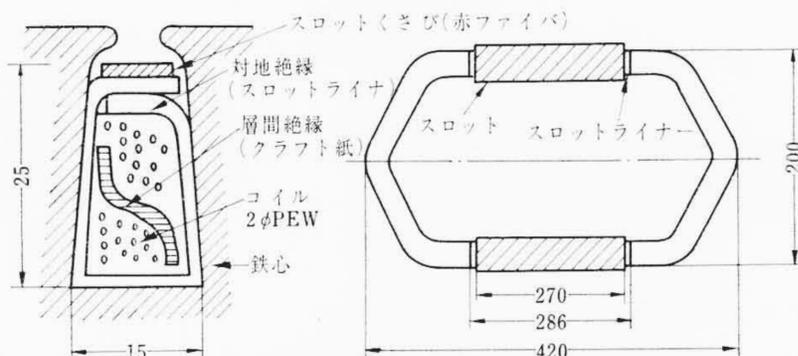


図9 実物コイルの絶縁構成

表4 モデルコイル処理条件

処 理	条 件
予 備 乾 燥	105°C, 16h
ワニス含浸	常温, 常圧 0.5h
余 滴 滴 下	常温 0.5h
乾 燥	110°C 30h

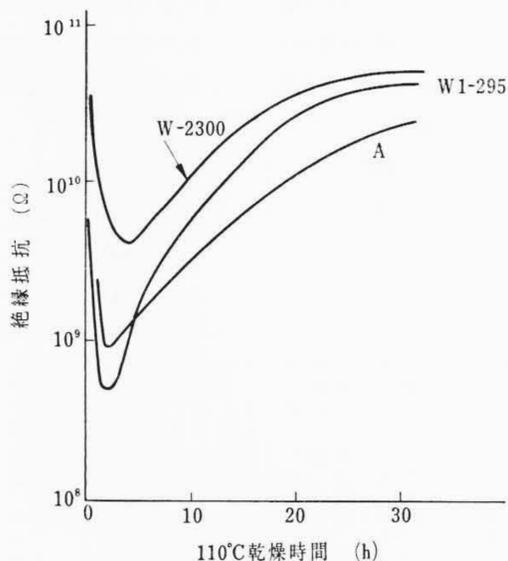


図7 加熱乾燥時の抵抗変化

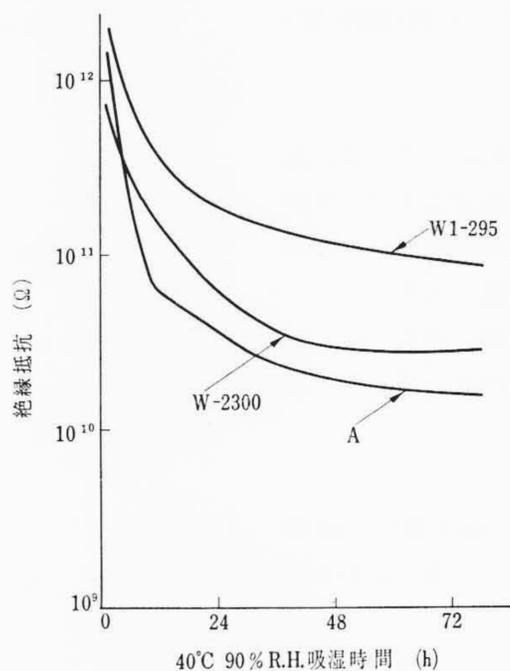


図8 吸湿時の抵抗変化

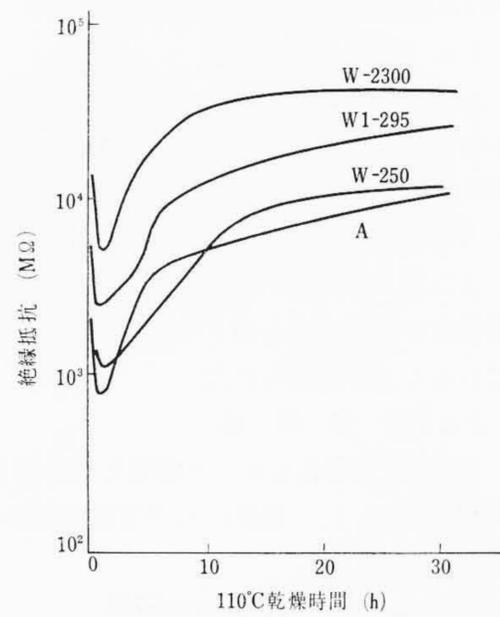


図10 加熱乾燥時の抵抗変化

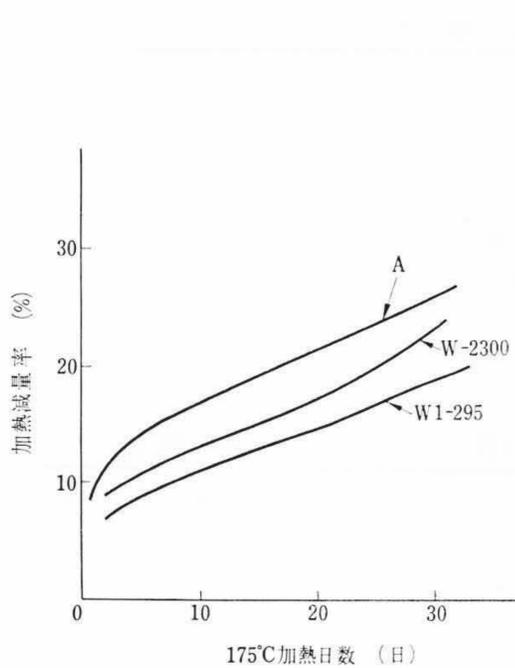


図11 ワニス皮膜の加熱減量と加熱日数の関係

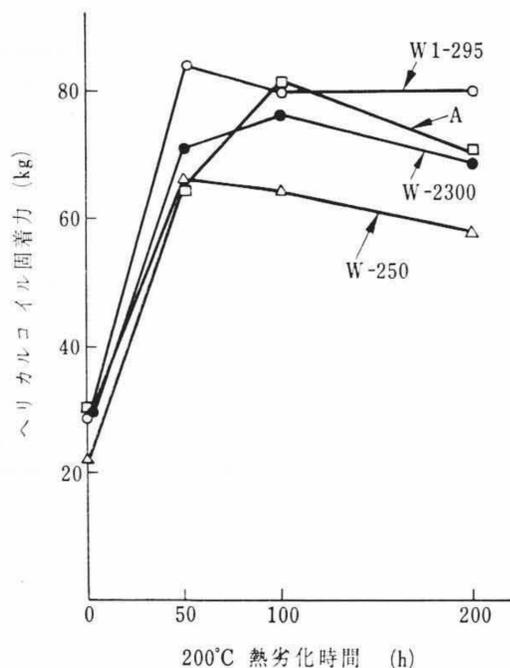


図12 ヘリカルコイル固着力の熱劣化特性

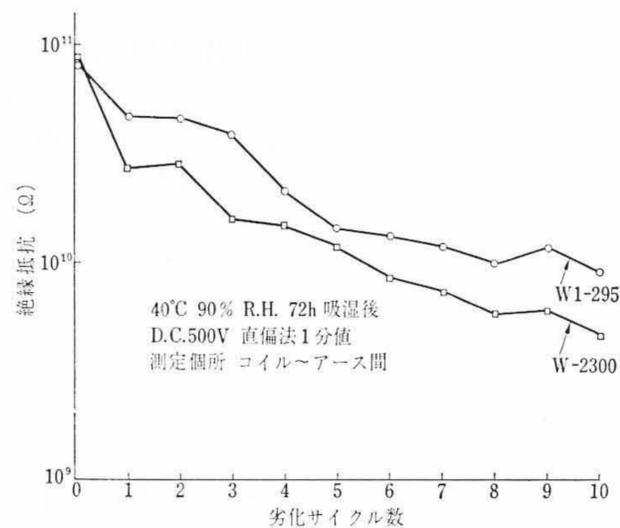


図13 吸湿後の絶縁抵抗と劣化サイクルの関係

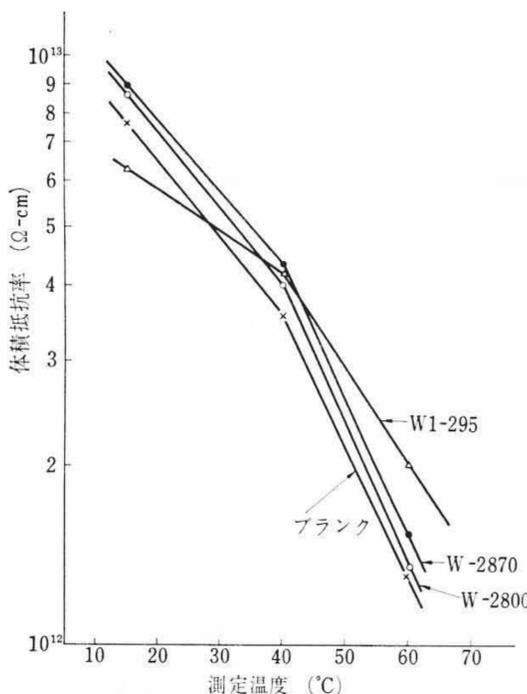


図14 ワニス皮膜とともに加熱した変圧器油の体積抵抗率の温度特性

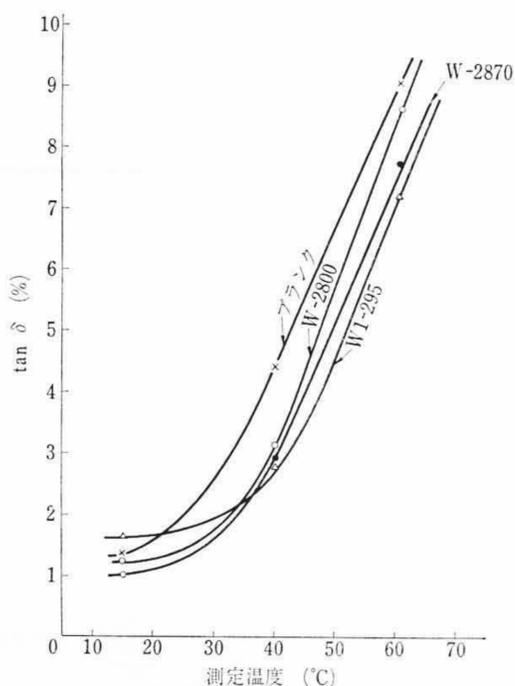


図15 ワニス皮膜とともに加熱した変圧器油のtanδの温度特性

表5 実物コイル熱劣化試験の条件

1サイクルの劣化条件	加熱：200°C 8日間 吸湿：40°C 90% R.H. 3日間
チェック電圧	線間：120V 5分間 相间：600V 5分間 アース間：600V 5分間

表6 実物コイル熱劣化試験結果

項目	種類	W1-295		W-250		W-2300		A							
		常態	40°C 90% R.H. 70h後	常態	40°C 90% R.H. 70h後	常態	40°C 90% R.H. 70h後	常態	40°C 90% R.H. 70h後						
試験前特性	絶縁抵抗 (×10 <sup>5</sup> MΩ)	1.6	1.0	1.0	0.7	1.0	2.3	2.0	2.8	10	10	1.8	2.6		
		0.35	0.3	0.6	0.3	0.2	0.3	1.1	0.7	0.6	0.4	0.18	0.28		
		電圧	1サイクル	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
				OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
				OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
				OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
				OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
				OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
				OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
				OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
試験結果	1サイクル	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
外観変化	5サイクル後、5サイクル後も亀裂、剥離なし	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		

2.4 耐熱性

ワニス皮膜の加熱減量率と加熱日数の関係を図11に、ヘリカルコイル固着力の熱劣化試験結果を図12に示す。また表5に示す劣化および試験条件で行なった実物コイル(図9)の熱劣化試験結果を表6および図13に示す。W1-295はサーモセットワニス W-2300, W-250の耐熱劣化性を大幅に改良した。

2.5 耐油性

ある種のワニス皮膜には変圧器油の酸化劣化を抑制する効果のあることが認められているが、図14および図15に示すように、W1-295の皮膜とともに熱劣化させた変圧器油は、変圧器油だけで熱劣化させた場合(ブランク)に比べてすぐれた電気特性を示す。

また図16~図18に示すように、高温の変圧器油に浸漬しても接着強度の低下はほとんどなく、W1-295の耐油性のきわめてすぐれていることが認められた。

2.6 電気特性

W1-295皮膜板を用いて測定した各種電気特性の温度特性を図19~図22に示す。高温における電気特性のすぐれていることがわかる。

2.7 エナメル線に対する影響

溶剤形ワニスの中でもエナメル線に悪影響を与えないワニスの一

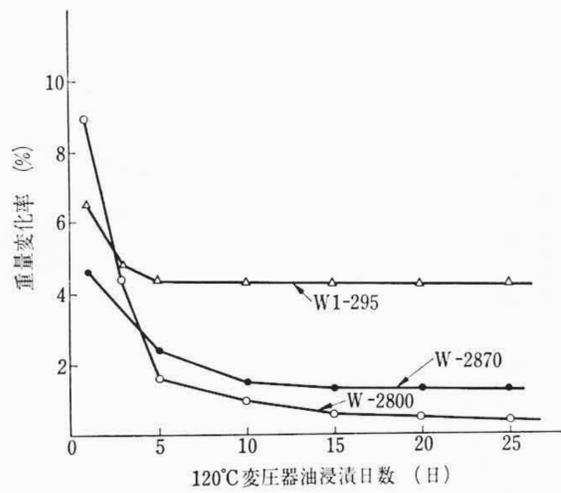


図16 変圧器油浸漬による重量変化

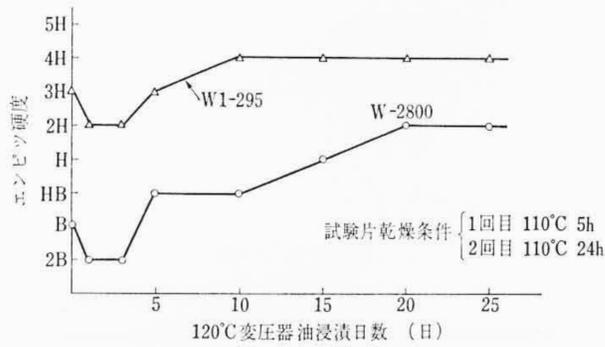


図17 変圧器油に浸漬した場合のワニス皮膜硬度の経日変化

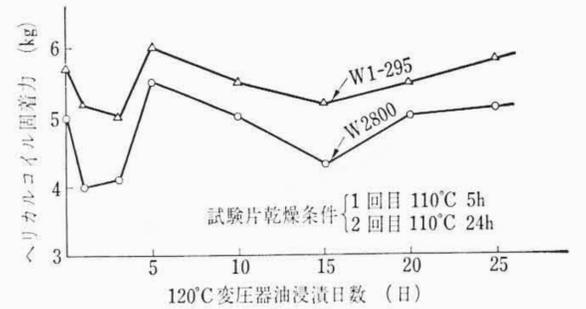


図18 変圧器油に浸漬した場合のヘリカルコイル固着力の経日変化

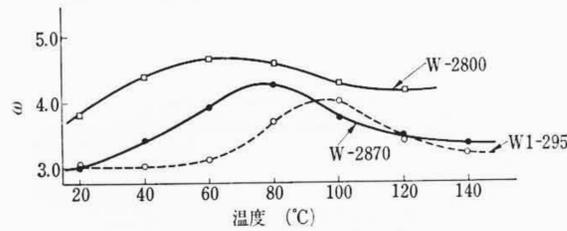


図19 誘電率の温度特性

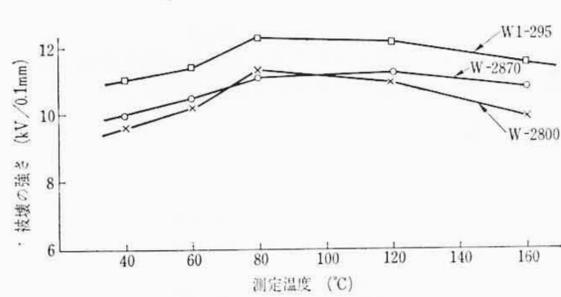


図22 絶縁破壊の強さの温度特性

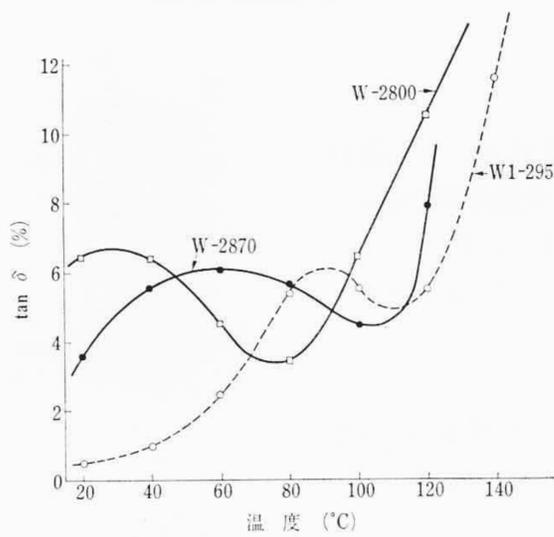


図20 誘電正接の温度特性

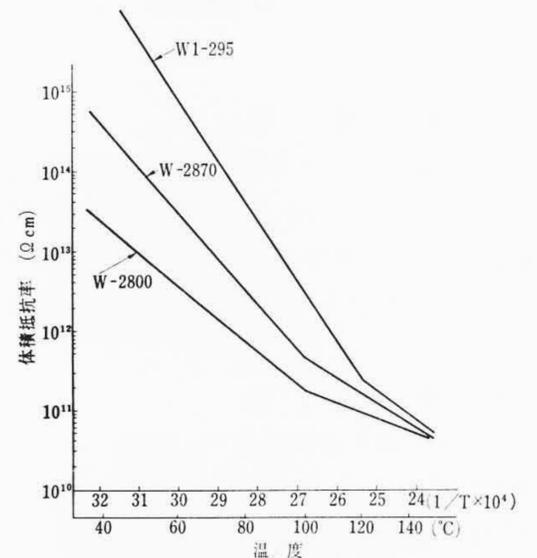


図21 体積抵抗率の温度特性

表7 エナメル線の耐ワニス性

ワニス エナメル線 浸漬時間	W1-295				W-2870				W-2301			
	PEW	PVF	UEW	EW	PEW	PVF	UEW	EW	PEW	PVF	UEW	EW
0分	3H	5H	3H	2H	3H	5H	3H	2H	3H	5H	3H	2H
5分	3H	5H	3H	2H	3H	5H	3H	2H	3H	5H	3H	2H
1時間	3H	5H	3H	2H	3H	5H	3H	2H	3H	5H	3H	2H
6時間	3H	5H	3H	H	3H	5H	3H	H	3H	5H	3H	H
24時間	3H	5H	3H	>6B	3H	5H	3H	>6B	3H	5H	3H	>6B
48時間	3H	5H	3H	—	3H	5H	3H	—	3H	5H	3H	—

つである W-2301 とともに、エンピツ硬度変化による比較試験を行なった。その結果を表7に示す。

W1-295はW-2301と同等であり、エナメル線に対してもほとんど悪影響を与えない。

### 3. W-2870の特性

日立サーモセットワニス W-2800はすぐれた耐熱性、電気特性、耐油性が認められ、大形から小形の回転機、変圧器に広く用いられてきたが、乾燥に比較的長時間を要するのが欠点であった。今回新しく開発された W-2870は W-2800の耐熱性、電気特性をいっそう向上させ、さらに電気機器のワニス処理工程時間を W-2800の場合の1/2~2/3にすることを可能にしたので、中形~大形変圧器やマグネットコイルなどに应用分野が広がりつつある。

#### 3.1 一般特性

W-2870の一般特性を W-2800と比較して表8にまとめた。

表8 W-2870の一般特性 (試験結果の一例)

項目	種類	W-2870	W-2800
比重 (20°C)		0.896	0.891
粘度 (30°C・ポアズ)		2.1	1.7
不揮発分 (%)		43.6	43.5
酸価 (不揮発分に対して)		9.4	10.4
厚さのつき方	中央 (mm)	0.048	0.038
	下部 (%)	111	119
乾燥時間		105°C 3h	135°C 5.5h
内部硬化性		3h	7h
耐熱軟化性 (150°C・1h)		OK	OK
耐曲げ性 (120°C・3φ)		120h	200h
耐油性 (120°C・24h)		OK	OK
体積抵抗率 (Ω cm)	常態	3.4×10 <sup>15</sup>	2.7×10 <sup>15</sup>
	浸水後	1.9×10 <sup>15</sup>	5.8×10 <sup>14</sup>
絶縁破壊の強さ (kV/0.1mm)	常態	11.9	9.5
	120°C	11.1	9.0
	浸水後	10.4	8.9

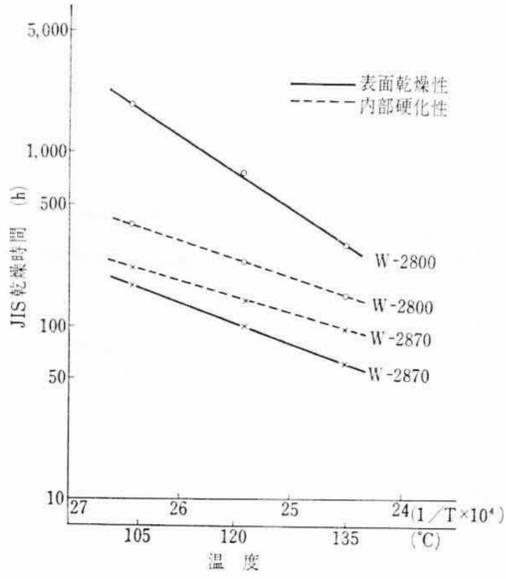


図23 ワニスの JIS 乾燥時間

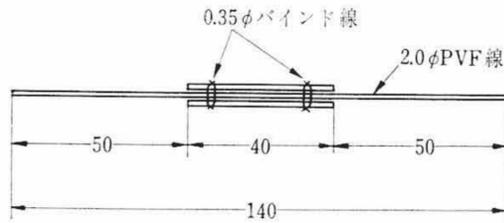


図24 接着力測定用試験片

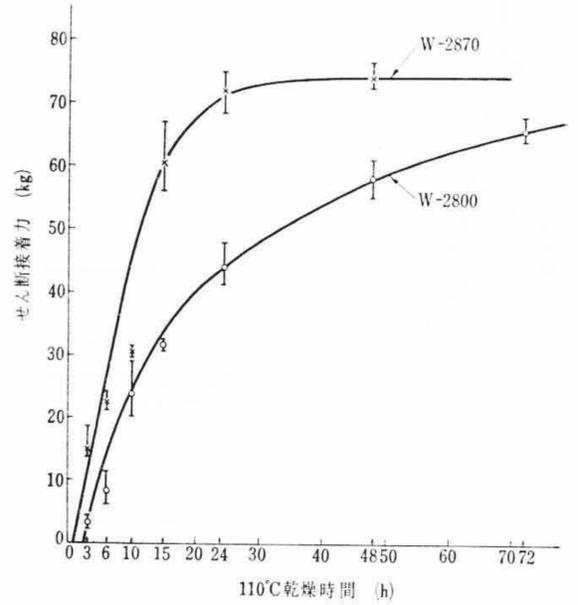


図25 乾燥時間とせん断接着力の関係

3.2 乾燥性

JIS 試験法<sup>(4)</sup>による乾燥時間と内部硬化性を図23に、また図24に示す試験片<sup>(5)</sup>を用いて測定したせん断接着力と乾燥時間の関係を図25に、また密封状態における内部硬化性を図5に示す。

いずれの場合も W-2800 の乾燥性を大幅に改良していることを示している。

3.3 接着力

エナメル線引きぬき法<sup>(3)</sup> (図26) によって測定した接着力の温度特性を図27に示す。ワニス処理は表9の条件で行なわれた。W-2870 は W-2800 よりすぐれた接着力を示している。

3.4 耐油性

W-2870 の皮膜板とともに加熱した変圧器油の電気特性を図14および図15に示す。また変圧器油に浸漬した W-2870 皮膜の重量変化率を図16に、せん断接着力の変化を図28に示す。W-2870 の耐油性は W-2800 と同等ですぐれている。

3.5 電気特性

ワニス皮膜板を用いて測定した各種電気特性の温度特性を図19～図21に示す。いずれも W-2800 に比べてすぐれていることを示している。また図6に示すモデルコイルを用いて測定した絶縁抵抗性を図29および図30に示す。

3.6 エナメル線に対する影響

表6に示すように、W-2870 のエナメル線に対する悪影響はほとんどなく、実用上問題はない。

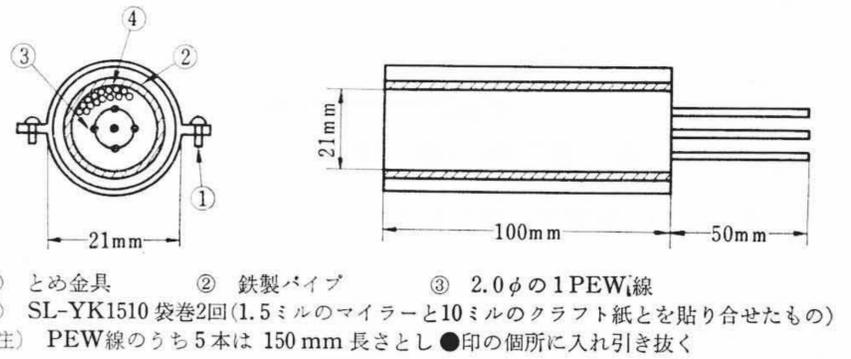


図26 試験用モデルコイル

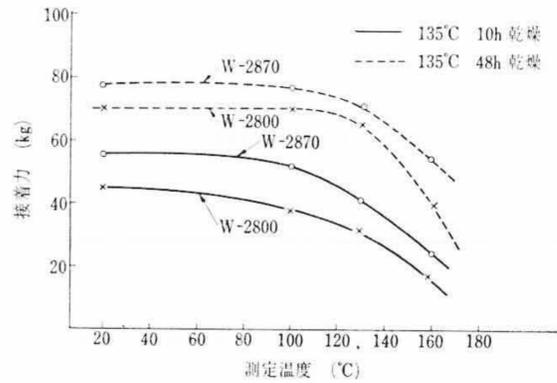


図27 接着力の温度特性

表9 コイルのワニス処理仕様

予備乾燥	105°C 15h
冷却	2~3h
ワニス常圧含浸	0.25h
余滴滴下	0.5h
本乾燥温度	135°C

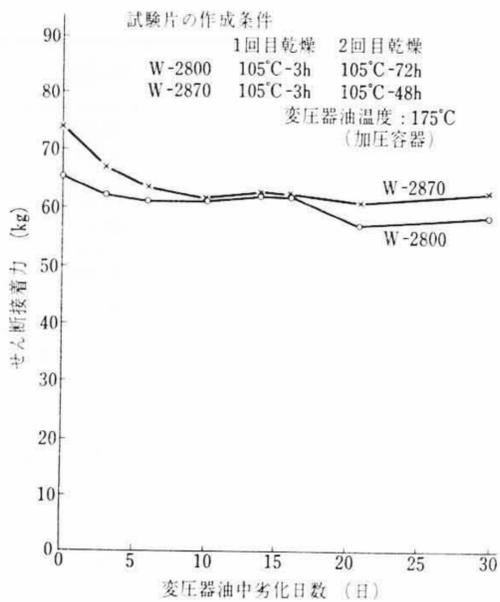


図28 175°C の変圧器油に浸漬したときのせん断接着力の変化

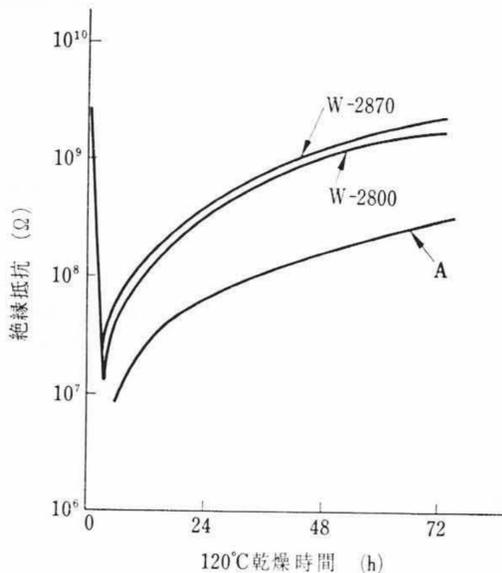


図29 ワニス乾燥時間と絶縁抵抗の関係

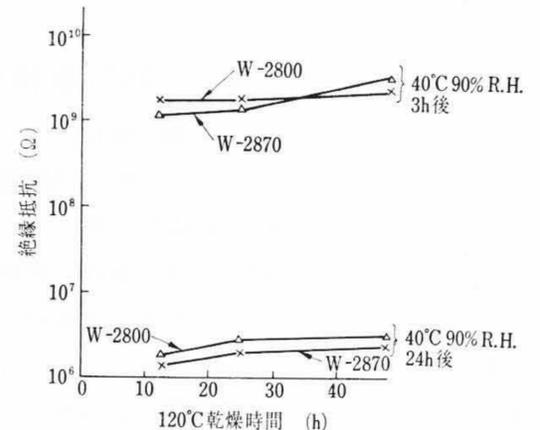


図30 ワニス乾燥時間と吸湿絶縁抵抗の関係

4. 結 言

乾燥性、耐熱性のすぐれたコイル含浸用ワニスの開発を目的に検討した結果、二種類の新しいワニスを開発した。W1-295は中形回転機を中心に、W-2870は中形変圧器を中心にそれぞれ用途を広げつつある。本報告はこれらワニスの実用化の過程において測定した各種特性をとりまとめたものである。

機器の種類、大きさ、絶縁処理方法、要求性能がますます多様化する現在、それに起因して生ずるコイル含浸用ワニスに対するすべての要求を完全に満足することはきわめてむずかしいが、これらの要求にこたえうる万能形ワニスの開発を目標にして、今後いっそう

特性を向上させるよう検討をつづける予定である。

本開発にあたり熱心に協力された成田正志、牛山武美、榎崎毅の諸氏に深く感謝する。

参 考 文 献

- (1) たとえば松島, 井上, 才川: 日立評論 34, 999 (昭 27-8)  
日立評論 35, 334 (昭 28-1)  
橋谷, 小川: 日立評論 40, 1227 (昭 33-10)  
曾根, 堀辺, 小川: 日立評論 44, 1237 (昭 37-8)  
上村, 遠藤, 大平: 日立評論 44, 1777 (昭 37-11)
- (2) J. F. Dexter: Insulation 1, Sept. 12 (1955)
- (3) 上村, 大平, 土屋: 日立評論 47, 1443 (昭 40-8)
- (4) JISC-2103
- (5) C. J. Straka: Insulation 10, Oct. 10 (1964)



新 案 の 紹 介



登録実用新案 第821401号

大 谷 巖

往 復 動 ロ ッ ド 冷 却 装 置

従来図の左側に示すように、グランドパッキングによって往復動するロッドを軸封し、冷却ジャケット内の冷却水によって、グランドパッキングとロッドとの間の摩擦による摩擦熱を吸収するようにした装置においては、冷却効果が十分でないため、上記摩擦熱によってグランドパッキングの摩耗がはなはだしく多い欠点があった。そこで本考案は図の右側に示すように、上記グランドパッキングおよび冷却用ジャケットを設けた支承部に隣接してロッドを内包するグランドボックスを設け、このグランドボックス内にロッドに取り付けられた隔板を軸方向に移動自在に設け、かつ上記グランドボックス内両端部と複数個の空気流通路によって連通する空気室および

この空気室の周囲に冷却用ジャケットを設けたもので、ロッドの往復動に伴って隔板がグランドボックス内を往復動し、グランドボックス内の空気を空気流通路を介して高速度で流動させたとき、気流がロッドの表面に接触しつつロッドに伝導されたグランドパッキングとロッドとの間の摩擦熱を吸収して空気室に流入し、冷却用ジャケット中に循環する冷却液によって冷却されるようにしたものである。したがって従来のものに比較して、ロッドを効果的に冷却することができるので、グランドパッキングの摩耗を防ぐことができる。(木口)

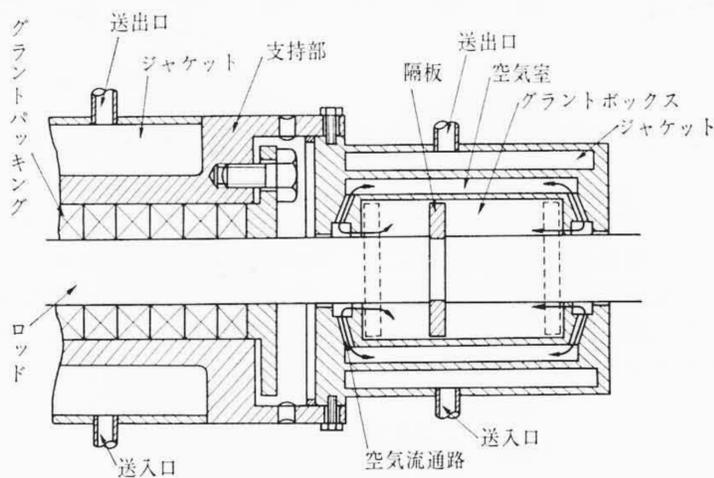


図 1



# 特許の紹介



特許第487062号(特公昭41-12724号)

堀 栄一・御子柴 佑恭・石沢 進午

## 電解加工法および装置

本発明は多数の被加工物を同時に電解加工するとともに、加工精度を向上する目的をもって発明したもので、図示のように停止する被加工物ささえの上方部に形成された電解槽内に偏心して回転する電極と、この電極の回転に連動して上下動するテーパ金具の上方テーパ面にて、内方に移動する複数の被加工物を設け、電極と被加工物との間げき量を順次周期的に変動して、両者の間げき内に電解液を自動的に供給および排出させるとともに、電解液をかくはんさ

せ、電極表面に付着するガスおよび被加工物表面に付着する析出物を除去させて、複数の被加工物を同時に高精度に電解加工できるようにし、かつ電極と被加工物との間げき量を順次小さくすることによって、両者の間げき内に流体膜を発生させ、この流体膜の圧力を軸受の潤滑膜の場合と同様な原理によって高め、両者の間げき内に高圧の電解液を流入する必要のないようにしたものである。

(木口)

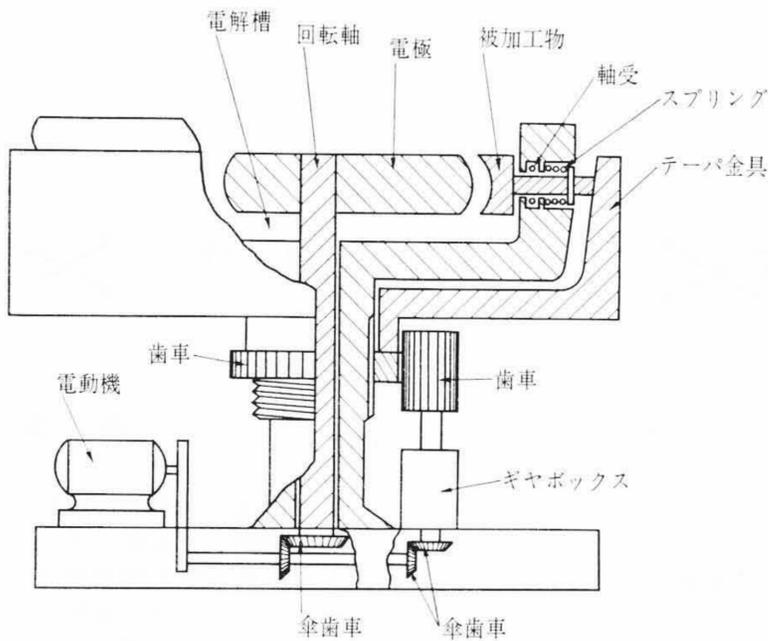


図 1



# 新案の紹介



登録実用新案第823840号

中村昌夫・長田道夫・小松 治

## フライスカッタ自動位置決め装置

本考案は、図示のように油圧シリンダ内への圧油の切り換えによって、往復台をサドル上に往復動させ、この往復台上に取り付けられた可変速モータによって、フライスカッタを高速および低速で回転させて、被加工物をあら削りおよび仕上削りする装置において、機械本体にねじ込まれたデテントをマグネットによって回動さ

せつつ軸方向に移動させ、つめの先端部を上記デテントに形成された一方のこの歯内にそう入させて、デテントの側面に接触するさいのストップの位置、すなわちフライスカッタの切込位置を自動的に位置決めするようにしたものである。

(木口)

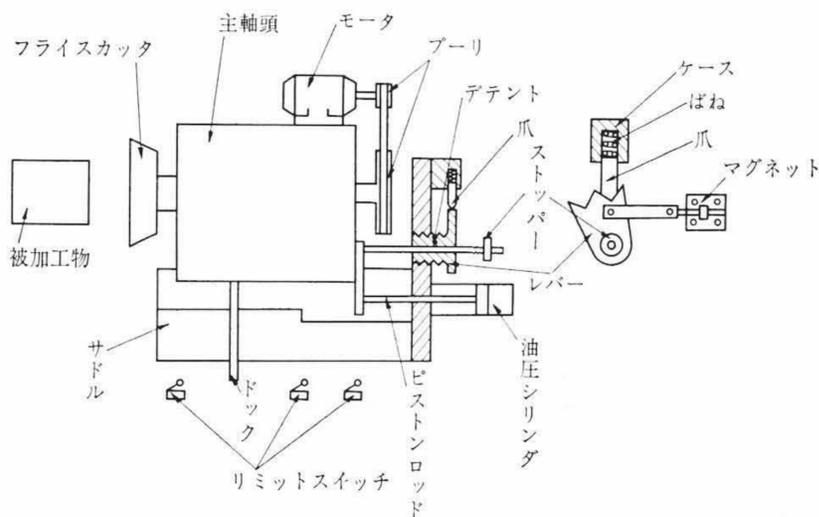


図 1