

電気化学工業用大電流シリコンおよびゲルマニウム整流器

Large Current Silicon and Germanium Rectifiers for Electro-chemical Industries

毛 利 銓 一* 近 藤 喜 久 雄*

Sen'ichi Mōri Kikuo Kondō

内 容 梗 概

電気化学工業に使用される直流電源には、低圧大電流を必要とするものが多く、効率、取扱いの点でシリコンおよびゲルマニウム整流器が好適で最近広く使用され始め実用期を迎えた。これら半導体整流器の特長、シリコン整流器とゲルマニウム整流器との比較、大電流整流器の一般方式を中心に概要を述べた。

1. 緒 言

シリコン整流器およびゲルマニウム整流器は、最近の急速な技術的進歩と、量産設備の完備とにより、試用期間を完全に脱して実用期を迎えた観がある。これら半導体整流器の用途は電気化学工業用をはじめとして、電鉄用、動力用直流電源など各方面におよび⁽¹⁾、ますます拡大しつつあるが、特に電解工業に使用される大電流直流電源には、運転、保守などの技術上の点と、設備費、維持費などの経済との点で、有利なシリコン整流器、ゲルマニウム整流器がもっぱら使用されるようになった。

ゲルマニウム整流器が1952年に、シリコン整流器が1955年にアメリカにおいて製品化されて以来、急速に進歩発展し各国で広く使用されているが、わが国でも、一昨年来ゲルマニウム整流器が使用され、シリコン整流器も昨年来実用化されている。

日立製作所においては、すでに総容量 33,000 kW のゲルマニウム整流器と、48,000 kW のシリコン整流器の製

作を行っており、中でもアルミニウム製錬用 14,000 kW ゲルマニウム整流器、32,000 kW シリコン整流器は世界でも屈指の大容量器である。特に電気化学工業用に使われるものは総容量の 88% 以上を占めており、第1表の大容量器製作例に示すとおり、電解用電源に多く使用され、今後の需要に伴ってますます発展するものと思われる。第1図に 14,000 kW ゲルマニウム整流器の外観を示す。

直流大電流が使用される化学工業としてはアルミニウム製錬、食塩電解、銅電解、水電解などの電解工業がおもである。これらの製品の原単位はいずれも電力費の占める割合が多いので、電力費が有利となるゲルマニウム整流器、シリコン整流器が、かかる化学工業に適しているということができる。

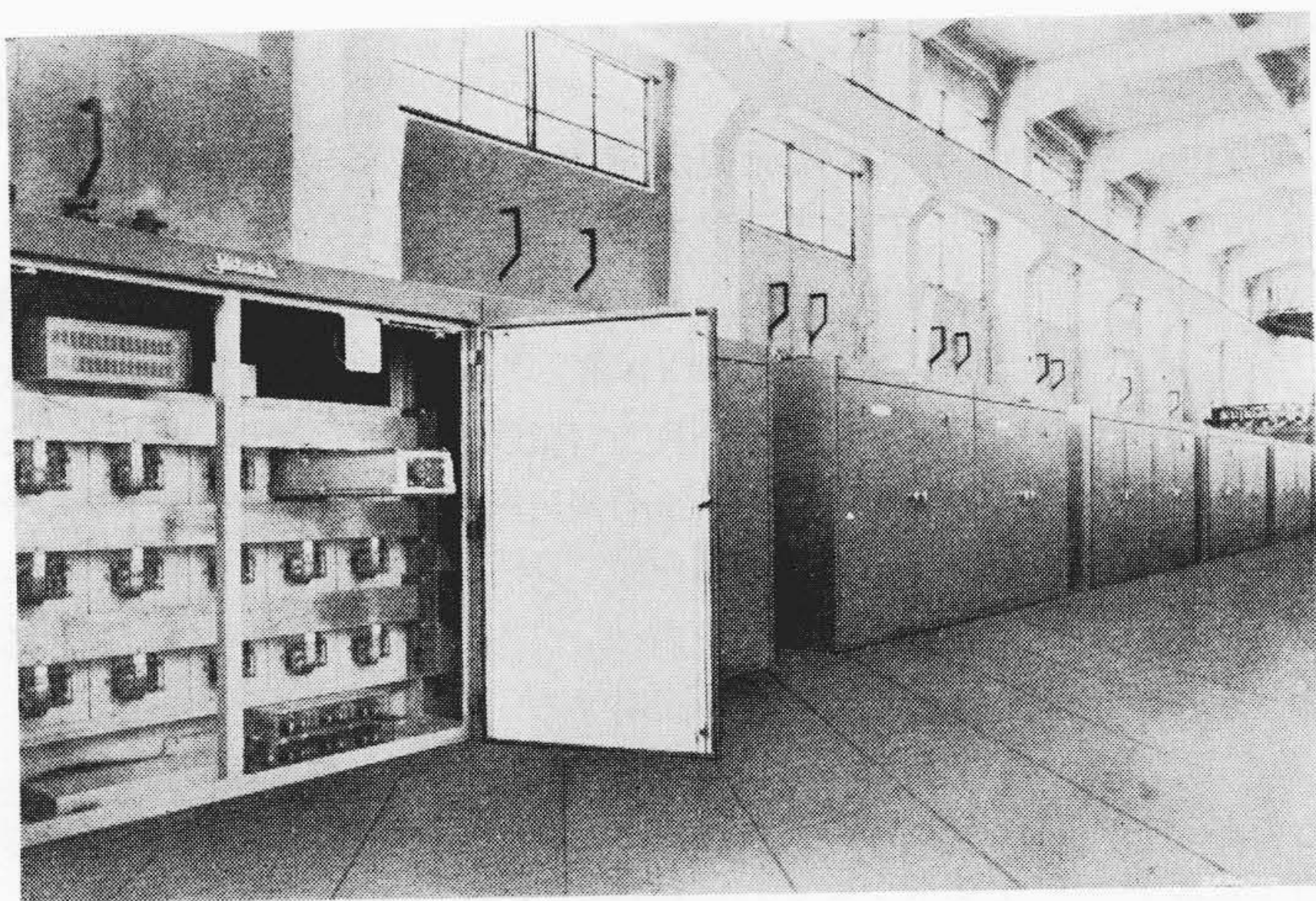
ゲルマニウム整流器が誕生した当初は、かかる半導体整流器は直流電圧 500 V 程度以下が適用範囲に考えられていたが、1956年には 750 V、750 kW 交流電気機関車専用ゲルマニウム整流器をイギリスBTH社が製作し⁽²⁾、1958年には、1,500 V、1,000 kW 電鉄用シリコン整流器が日立製作所で完成した⁽³⁾。これらの製作実績により、高電圧の半導体整流器が、技術的にも経済的にも十分明るい見通しが得られたので、今後、高電圧大電流整流器としても発展していくものと思われる。

以下、電気化学工業に使用される大電流シリコン整流器とゲルマニウム整流器につき概要を述べる。

2. 電気化学工業における直流電力

電気化学工業において大容量の直流電力を必要とするものを、その電解方式上分類すると大略次のようになる。

(1) 熔融塩電解による金属の製錬



第1図 14,000 kW 140 V ゲルマニウム整流器

* 日立製作所日立工場

第 1 表 大容量シリコン・ゲルマニウム整流器製作例(500 kW または 5,000A 以上)

用 途		製 作 例				備 考	
		k W	V	k A	員数		
電 解 用 電 源	アルミニウム	36,000	320	112.5	1	シリコン整流器	
		875	140	6.25	1	シリコン整流器	
		3,500	50	70	1	シリコン整流器	
	食 塩	14,000	140	100	1	ゲルマニウム整流器	
		1,750	140	12.5	1	ゲルマニウム整流器	
		875	140	6.25	1	ゲルマニウム整流器	
		1,344	112	12	1	ゲルマニウム整流器	
		1,500	250	6	1	ゲルマニウム整流器	
		2,016	112	18	1	ゲルマニウム整流器	
		5,250	175	30	1	シリコン整流器	
		2,016	112	18	1	シリコン整流器	
		水	140	28	5	4	ゲルマニウム整流器
			460	46	10	1	ゲルマニウム整流器
	銅	1,071	153	7	1	シリコン整流器	
		900	150	6	2	ゲルマニウム整流器	
	電 解 清 浄	120	24	5	2	ゲルマニウム整流器	
電鉄用電源	直 流 変 電 所	1,000	1,500	0.667	1	シリコン整流器	
		750	600	1.25	2	シリコン整流器	
	交 流 電 車	575	1,350	0.426	2	シリコン整流器	
		交流電気機関車	1,600	650	2.46	1	シリコン整流器
アーク源	真 空 熔 解	325	65	5	1	ゲルマニウム整流器	
		845	65	13	1	シリコン整流器	
一 般 電 源	計 器 試 験	375	25	15	1	ゲルマニウム整流器	
		15	3	5	1	ゲルマニウム整流器	

アルミニウム、マグネシウム、カルシウム、ナトリウム

(2) 水溶液電解による金属の製錬

銅、鉛、亜鉛、カドミウム、金、銀、錫、ニッケル

(3) 水溶液電解によるガス、アルカリの製造

水素、酸素（水電解）、塩素、カ性ソーダ（食塩電解）、塩素酸ソーダ、カ性カリ

(4) 電解による金属の表面処理

メッキ、アルマイト、電解研磨

以上のうち、アルミニウム電解槽は 100 kA、食塩電解槽は 120 kA という大電流の電解槽があり、ヨーロッパにおける最近の食塩電解槽はさらに大形化して、150～190 kA 電解槽の出現が伝えられている⁽⁴⁾。したがって、これらの電源には、大電流においてすぐれた特長をもった直流電源を必要とする。

従来の直流電源としては、電動発電機、回転変流器、水銀整流器、接触変流機が相次いで登場し、多数使用されて電気化学工業に貢献してきたのであるが、運転効率がよく、電源変動、負荷変動に対し安定であり、運転、保守が簡単で、維持費が低廉であるという諸条件をすべて具備することはむずかしく、それぞれ一長一短がある。これに対し、上述の諸条件により適合しているのがシリコンおよびゲルマニウム整流器で、特に回路電圧が低くても、高効率を得られるので、最近では低い電圧で計画されるようになった。電解槽を多数直列接続して、高い電

第 2 表 海外における大容量シリコン・ゲルマニウム整流器製作例(製作中を含む)

製作者	用 途	製 作 代 表 例			備 考
		kW	V	kA	
A 社 (ア メ リ カ)	食 塩 電 解	35,000	250	140	ゲルマニウム整流器
	アルミニウム製錬	5,850	65	90	ゲルマニウム整流器
	水 電 解	2,730	65	42	ゲルマニウム整流器
	銅 電 解	3,000	150	20	ゲルマニウム整流器
	陽 極 酸 化	1,008	24	42	ゲルマニウム整流器
	メ ッ キ	576	12	48	ゲルマニウム整流器
	食 塩 電 解	17,280	360	48	シリコン整流器
	電 解 清 浄	512	32	16	シリコン整流器
	水 電 解	300	37.5	8	シリコン整流器
	動 力	300	250	1.2	シリコン整流器
B 社 (フ ラ ン ス)	アルミニウム製錬	130,000	600	217	ゲルマニウム整流器
	食 塩 電 解	4,000	100	40	ゲルマニウム整流器
	亜 鉛 電 解	5,000	250	20	ゲルマニウム整流器
	チ タ ン 製 錬	870	70	12.5	ゲルマニウム整流器
	メ ッ キ	1,152	18	64	ゲルマニウム整流器
	動 力	640	240	2.68	ゲルマニウム整流器
	銅 電 解	875	175	5	ゲルマニウム整流器
	地 上 変 電 所	1,100	550	2	ゲルマニウム整流器
C 社 (ド イ ツ)	コ バ ル ト 電 解	480	120	4	ゲルマニウム整流器
	食 塩 電 解	30,000	300	100	シリコン整流器
	アルミニウム製錬	61,500	750	82	シリコン整流器
	水 電 解	7,500	600	12.5	シリコン整流器
	銅 電 解	560	75	7.5	シリコン整流器
	交 流 電 気 機 関 車	1,440	900	1.6	シリコン整流器

圧としていたものを、電流容量の大きな電解槽を使用して直列数を少なくし、低い電圧とする傾向があるが、これは電流容量の大きな電解槽は一般に設備費、保守運転費、電解効率の点で有利であるとともに、回路電圧が低くなるため、感電の心配が軽減され、漏洩電流も減少するためである。

海外におけるシリコン整流器、ゲルマニウム整流器の製作例は第 2 表に示すとおり、アルミニウム、食塩、水電解用電源が大部分で、これらの電源に好適であることを裏書きしている。

3. 大電流直流電源としてのシリコンおよびゲルマニウム整流器

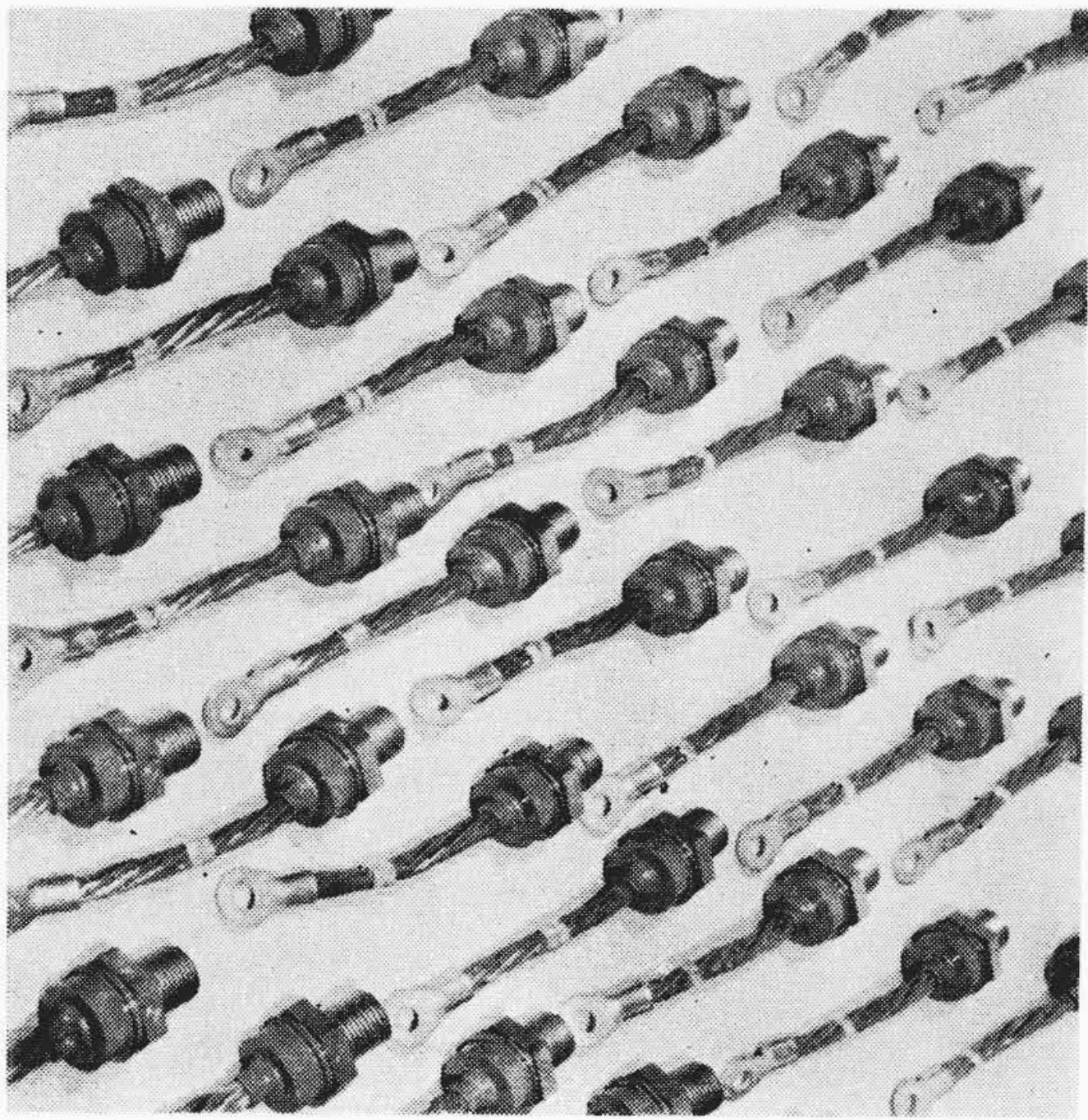
以上のように、最近急速にこれら半導体整流器が使用され、電流も 100 kA 級の整流器が製作されるようになったが、その計画に当っては種々の見地から検討する必要がある。以下従来の変流機器とシリコンおよびゲルマニウム整流器との比較、シリコン整流器とゲルマニウム整流器との比較を述べ、実際に大電流整流器を計画するに当たっての要点を説明する。

3.1 シリコンおよびゲルマニウム整流器の特長

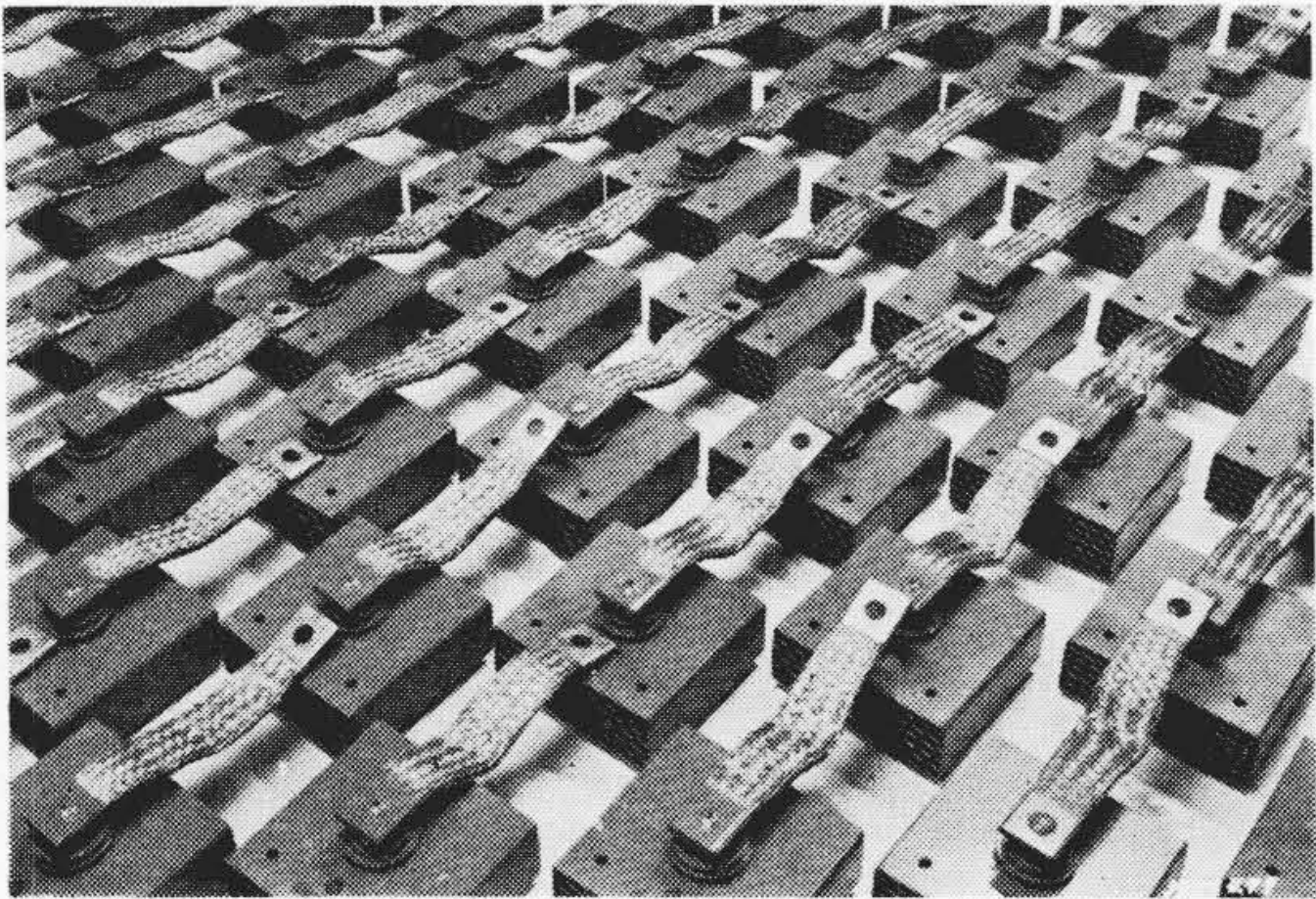
従来の変流機器との一般的な比較を試みると第 3 表のとおりであるが、おもなる特長は次のとおりである。

(1) 運転が簡単、保守が容易である

構造が単純であるので、回路構成も簡単で、複雑な



第2図 SMS 12 形 150 A シリコン整流素子



第3図 GMF 11 形 150 A ゲルマニウム整流素子

制御を必要としない。したがって起動・停止はきわめて簡単である。整流器自体には運動部分がないので、回転変流機におけるブラシの取替え、メタルの注油、取替えや、接触変流機における接点取替えを必要としない。したがって保守は非常に簡単である。

(2) 効率が高い

整流素子の順方向電圧降下は、シリコン整流器で 1.2V、ゲルマニウム整流器で 0.6V であり、逆方向の耐電圧は順方向電圧降下の 200 倍以上におよぶので、整流素子自体の効率は 98% 以上にも達する。耐電圧は製造技術の進歩により上昇の途上にあるので、今後はさらに効率の向上が期待される。

(3) 整流素子故障時「無停電方式」とすることができる。

万一整流素子が故障した場合には、ハイラップヒューズ（整流素子保護用日立高速ヒューズ）を選択遮断

第3表 各種変流機器比較表

項目	機器	電動直流 発電機	水銀整流器	接触変流機	シリコン、 ゲルマニウム 整流器
構造		回転機 やや複雑	静止器 単純	半静止器 やや複雑	静止器 きわめて単純
付属機器		なし	変圧器	変圧器	変圧器 電圧調整器
床面積 (付属機器を含む)		大	小	中	中
基礎		必要 すえ付めんどう	不要 すえ付容易	必要 すえ付容易	不要 すえ付容易
天井クレーン		必要	不要	不要	不要
電圧調整		界磁抵抗器 により調整 可能、ただし 調整範囲に 限度あり	格子制御に より小範囲内 調整可能 広範囲調整は 電圧調整器に より可能	位相制御に より小範囲内 調整可能 広範囲調整は 電圧調整器に より可能	自体は調整 不能電圧調 整器により 広範囲に調 整可能
起動時間		分	秒	分	秒
効 率		第 4 図 参 照			
力 率		遅 (進み可能)	遅	遅	遅
過負荷容量		大	大	比較的小	比較的小
騒音・振動		大	小	中	きわめて小
温度調整		不要	必要	不要	不要
保 守 (a) 消耗部品 (b) 給油		メタル・ 刷子必要	な し 不 要	接 点 必 要	な し 不 要

第4表 シリコン、ゲルマニウム整流素子の性能比較

	シ リ コ ン	ゲルマニウム
順方向電圧降下	1.2V	0.6V
電 流 密 度	150 A/cm ²	50 A/cm ²
最大許容逆耐電圧	600 V	150 V
整流素子の効率	99%	98.5%
許 容 温 度	150°C	65°C
1 ～ 許 容 電 流 定 格 電 流	6	14
最大許容瞬時逆電圧	1.3	2
最大許容逆耐電圧 インパルス比	1.0~1.5	1.0~1.5

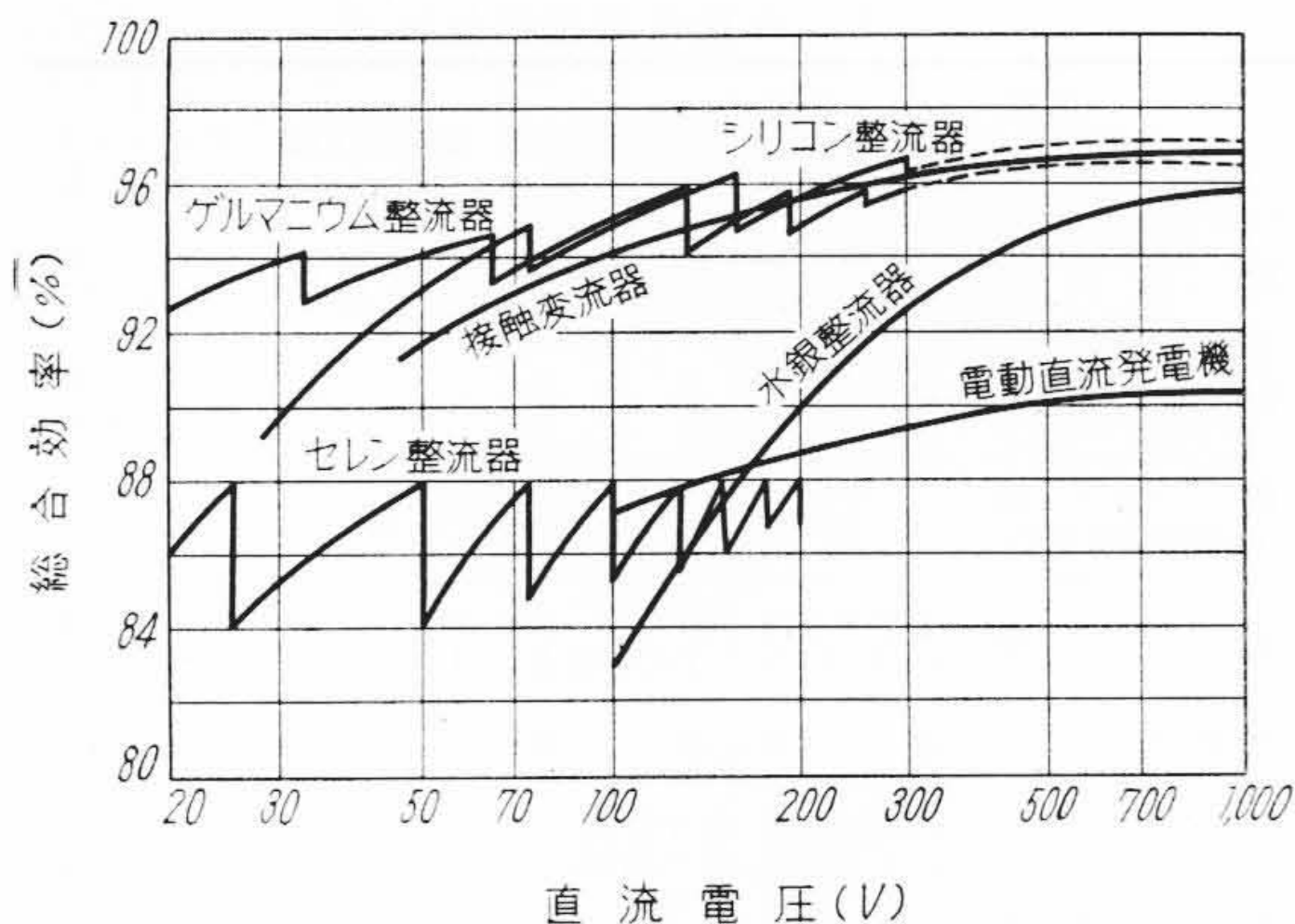
することにより、整流器はそのまま運転継続し、機会を見て運転中あるいは停電時に故障素子を交換するいわゆる「無停電方式」とすることが可能である。

(4) 寿命が長い

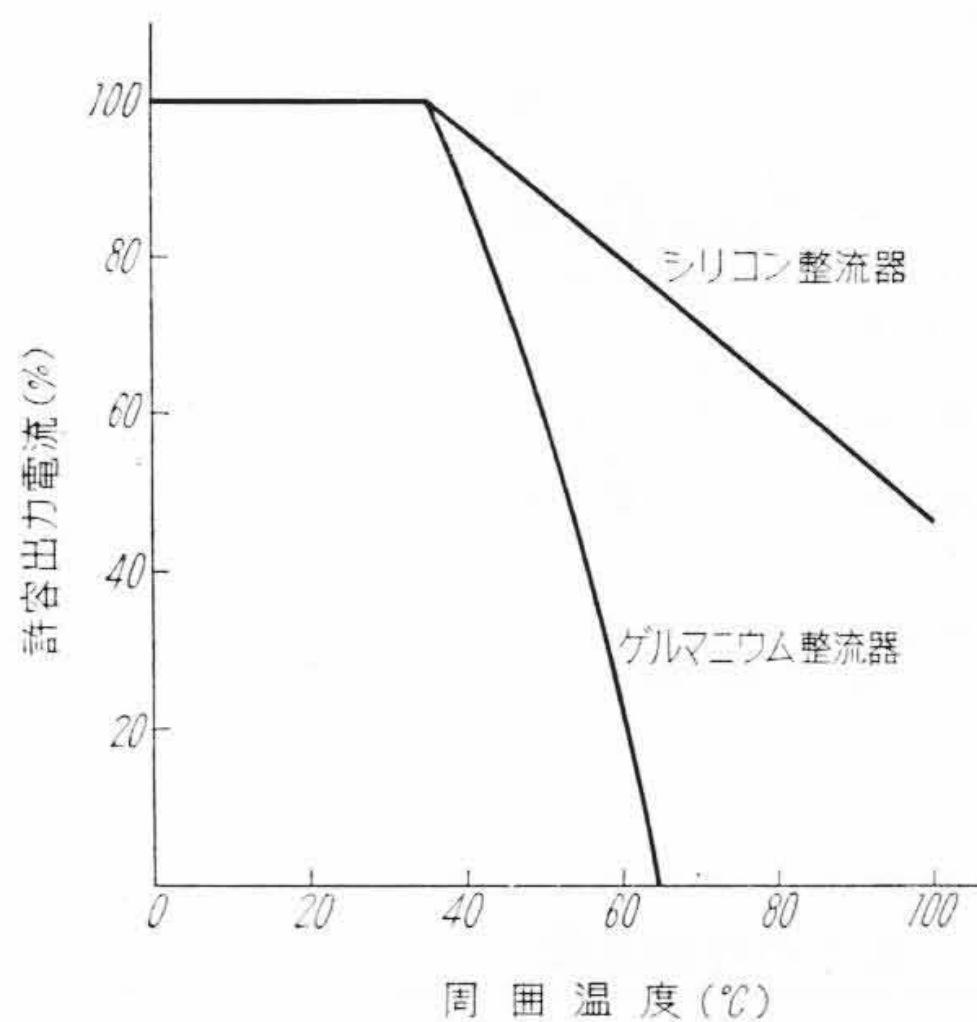
整流作用を行う PN 接合は理論上きわめて長期間の寿命が期待できる。シリコンおよびゲルマニウム整流素子は気密構造としてあるので信頼度が高い。2 年間の連続運転実績において、運転成績が良好なことが認められた。

3.2 シリコン整流器とゲルマニウム整流器との比較

両者を比較する場合、直流電圧、用途、周囲温度などの技術的条件を設定しないと比較することが困難であり、それぞれ性能は向上の段階にあるので、優劣の一線



第 4 図 各種変流機器効率の電圧特性



第 5 図 周囲温度と許容出力電流

を引くことは時期がなおはやい。標準性能について比較すれば第 4 表のとおりで、今後はそれぞれ使用条件に適した使い分けが行われて、おのおの実績が積まれていくことと思われる。第 2, 3 図に各整流素子を示す。

両者のおもなる相違点をあげると次のとおりである。

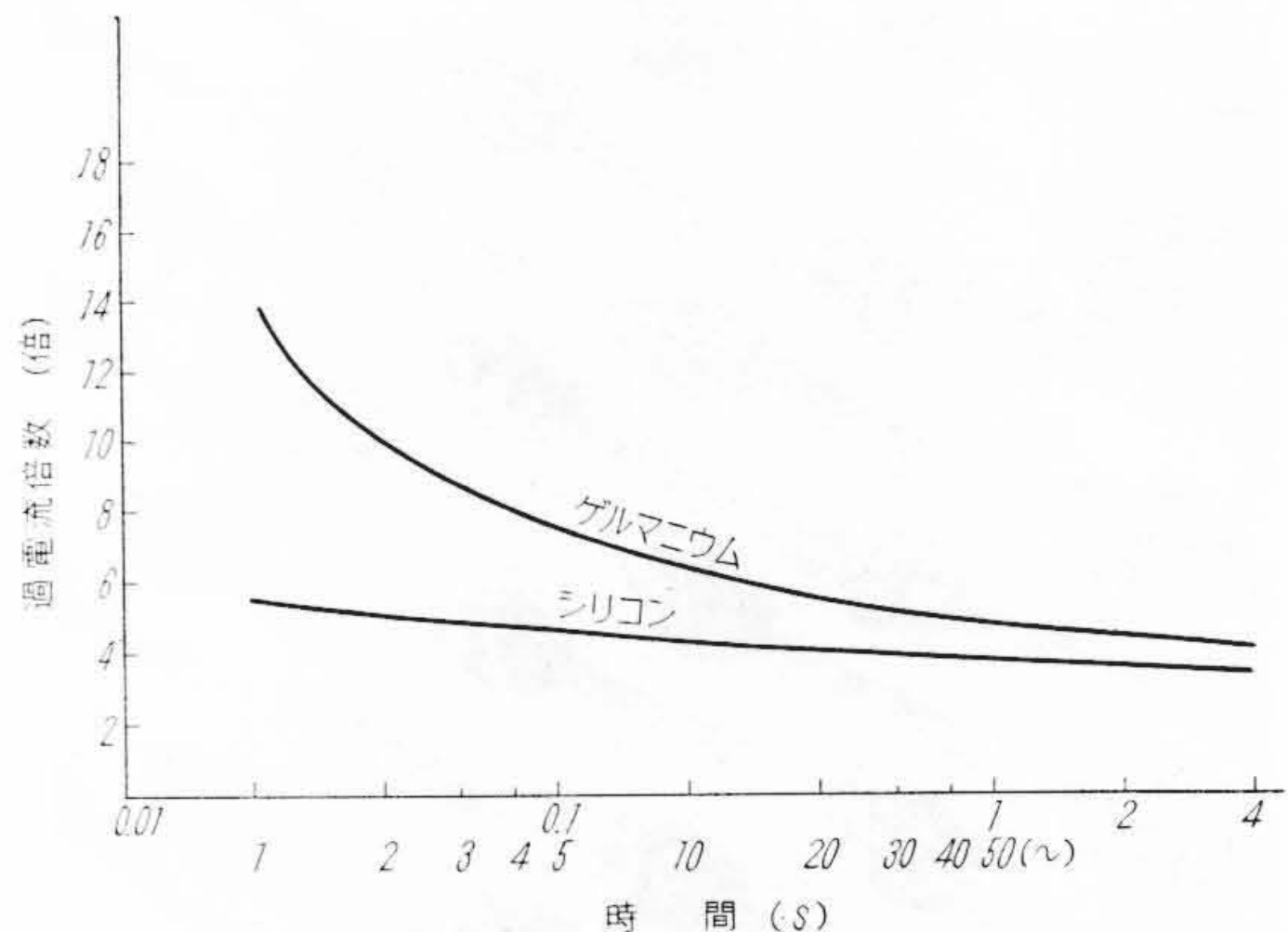
(1) 許容温度

整流器の許容温度については、PN 接合の温度測定法に種々問題があり、まだ定説はない。ゲルマニウム整流器は製造技術の進歩により 100°C まで運転温度を高めうることが発表されているが⁽⁵⁾、一般には 65~75°C と与えられる。

一方シリコン整流器は一般に 140~200°C とされ、故障が起るのは、アルミニウムが熔解する 660°C とする考えも発表されている⁽⁶⁾。

したがって周囲温度による制約はゲルマニウム整流器のほうがきびしく、冷却装置に要する動力はシリコン整流器より大きい。

一例として、周囲温度 35°C で定格容量を有するシリコンおよびゲルマニウム整流器において、周囲温度が上昇した場合の容量低下の状況を示すと第 5 図のよう



第 6 図 シリコン、ゲルマニウム整流素子の過電流特性

になり、温度に関しては、シリコン整流器のほうが有利といえることができる。

(2) 効 率

両者の効率を比較する場合、基本となるものは、直流電圧に対する直列数換言すれば整流素子の逆耐電圧である。シリコン、ゲルマニウムともに逆耐電圧は上昇しており、実際の回路条件により直列数 1 個による最大直流電圧は若干異なるので、各整流素子 1 個による最大直流電圧を一義的に決定することはできない。しかし、両者の比較のため、シリコンでは 75V、ゲルマニウムでは 32V として総合効率を算出し直流電圧別に示すと第 4 図のようになる。

運転時における総合効率は上記効率のほかに、電圧調整装置、接続導体が含まれるので若干下回ることになる。

第 4 図より明らかなように 65V 以下はゲルマニウム整流器のほうがすぐれ、65V を超過すればシリコン整流器のほうが良好となる。

(3) 過負荷耐量

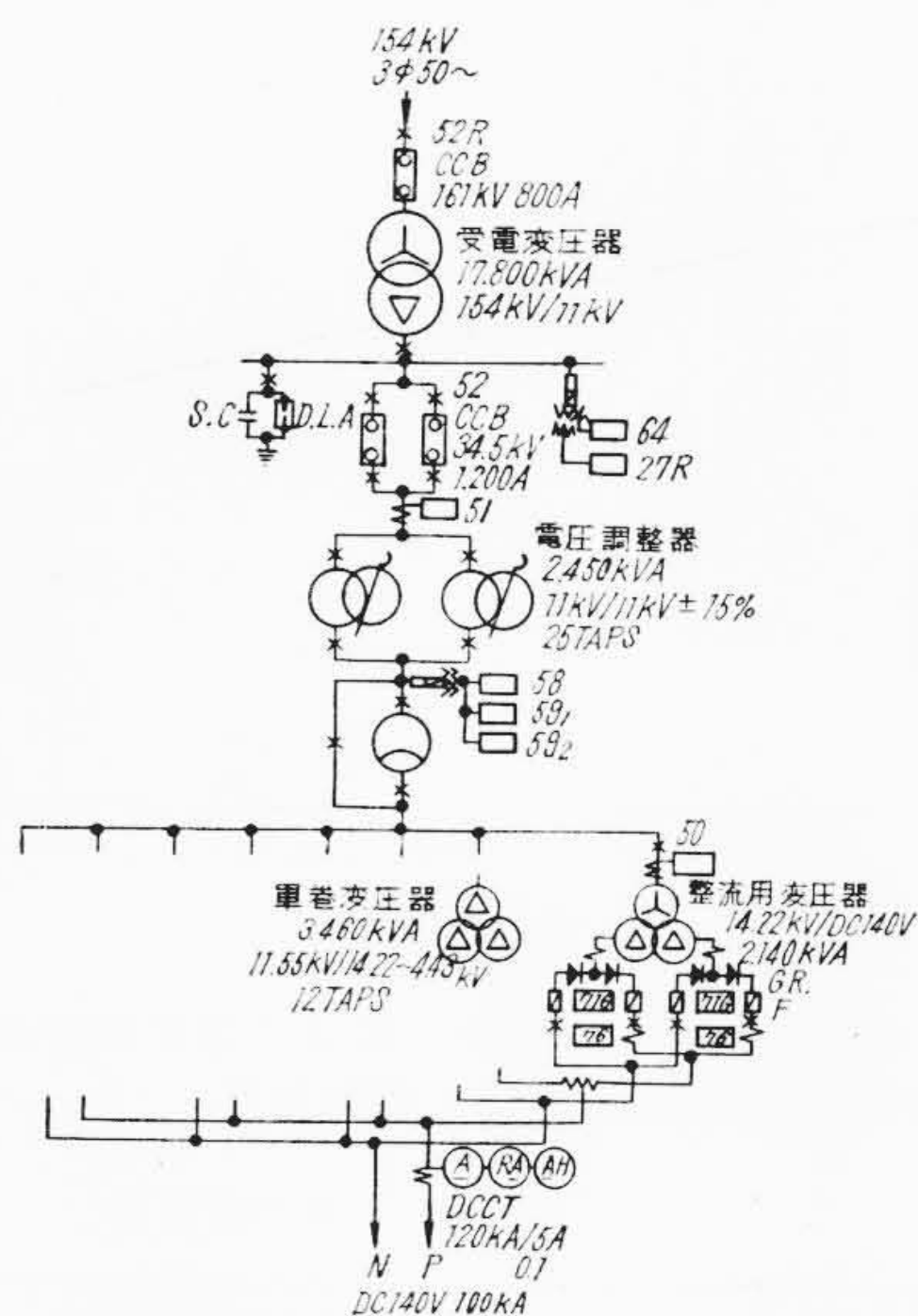
第 6 図に両者の過電流特性を示す。1 サイクルの過電流容量は、ゲルマニウム整流素子で 14 倍、シリコン整流素子で 6 倍を示し、ゲルマニウムのほうがすぐれていることを示す。実際の整流器では、各整流素子の定格電流を下回った状態で使用するので、ゲルマニウム整流器では約 15 倍以上とシリコン整流器では約 10 倍以上である。

3.3 大電流シリコンおよびゲルマニウム整流器

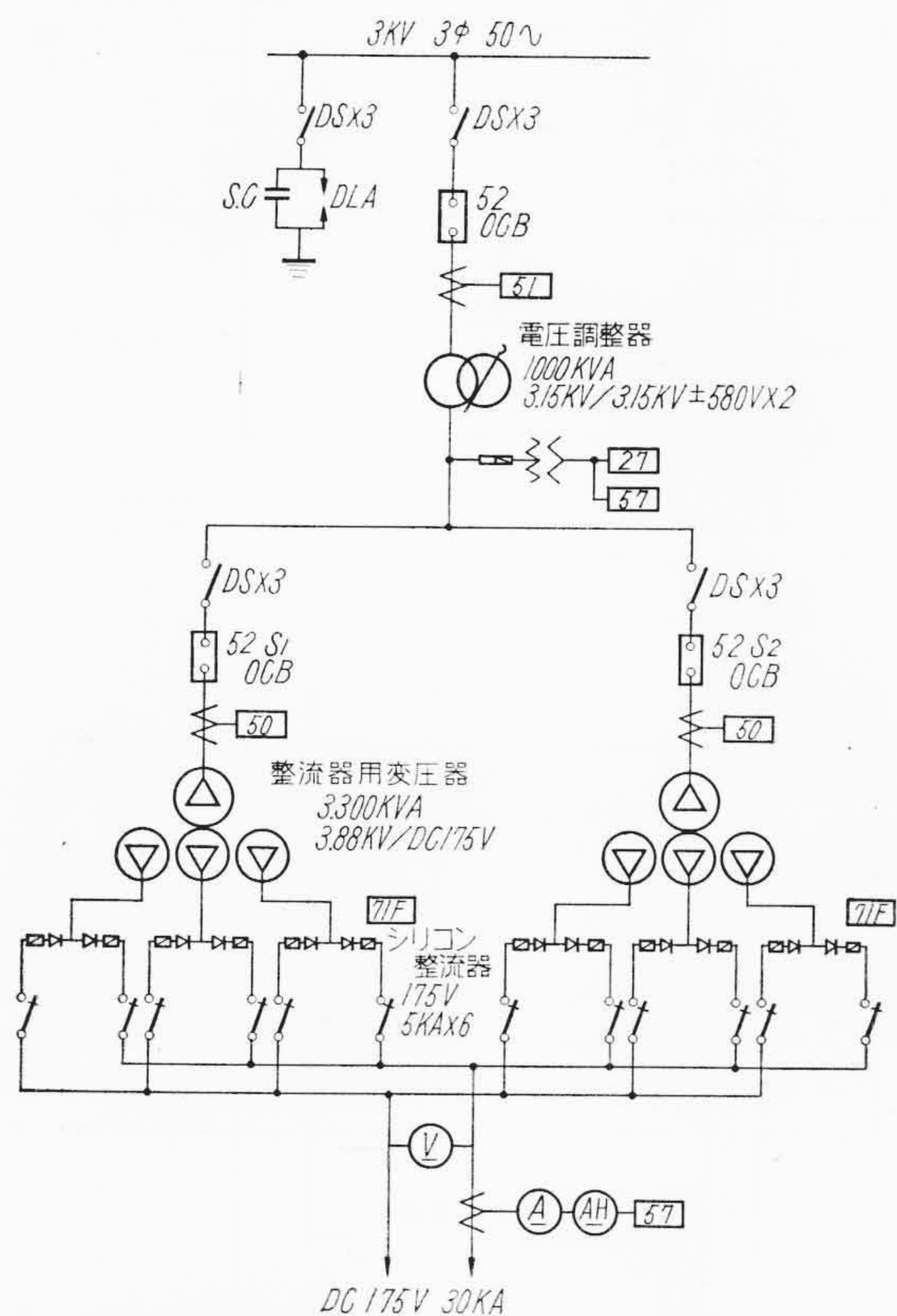
一般に行っている大電流シリコン整流器、ゲルマニウム整流器の方式を述べると次のとおりである。

(1) 回路構成

第 7 図の 140V 100kA ゲルマニウム整流器単線結線図、第 8 図の 175V 30kA シリコン整流器単線結線図に示すとおり、受電変圧器、電圧調整器、整流器用



第7図 直流 140 V 100 kA ゲルマニウム整流器
設備単線結線図



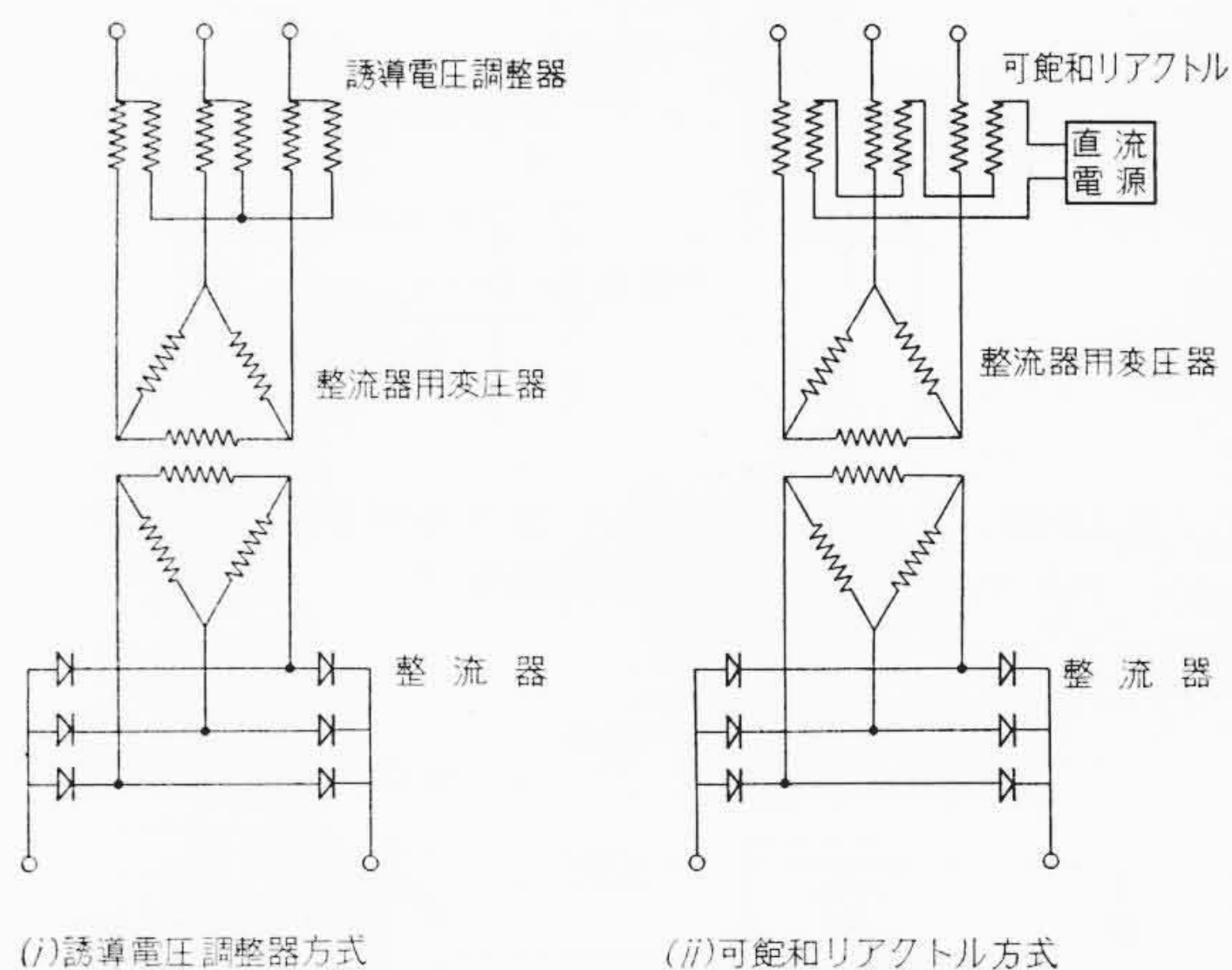
第8図 直流 175 V 30 kA シリコン整流器設備単線
結線図

変圧器，シリコンあるいはゲルマニウム整流器，保護制御装置，計測装置より成っている。

電圧調整方式には、その用途、運転方法により次の

第5表 連續電壓調整方式比較

方式	誘導電圧調整器	可飽和リアクトル
電圧変動率	小	大
力率低下に及ぼす影響	小	大
電圧調整応動時間	5~30秒	0.1~1秒
効 率	ほぼ同程度	
適用基準	電圧調整範囲，容量に無関係に適用，速応制御を必要としない電源	電圧調整範囲，容量に経済的限界あり，速応制御を必要とする電源



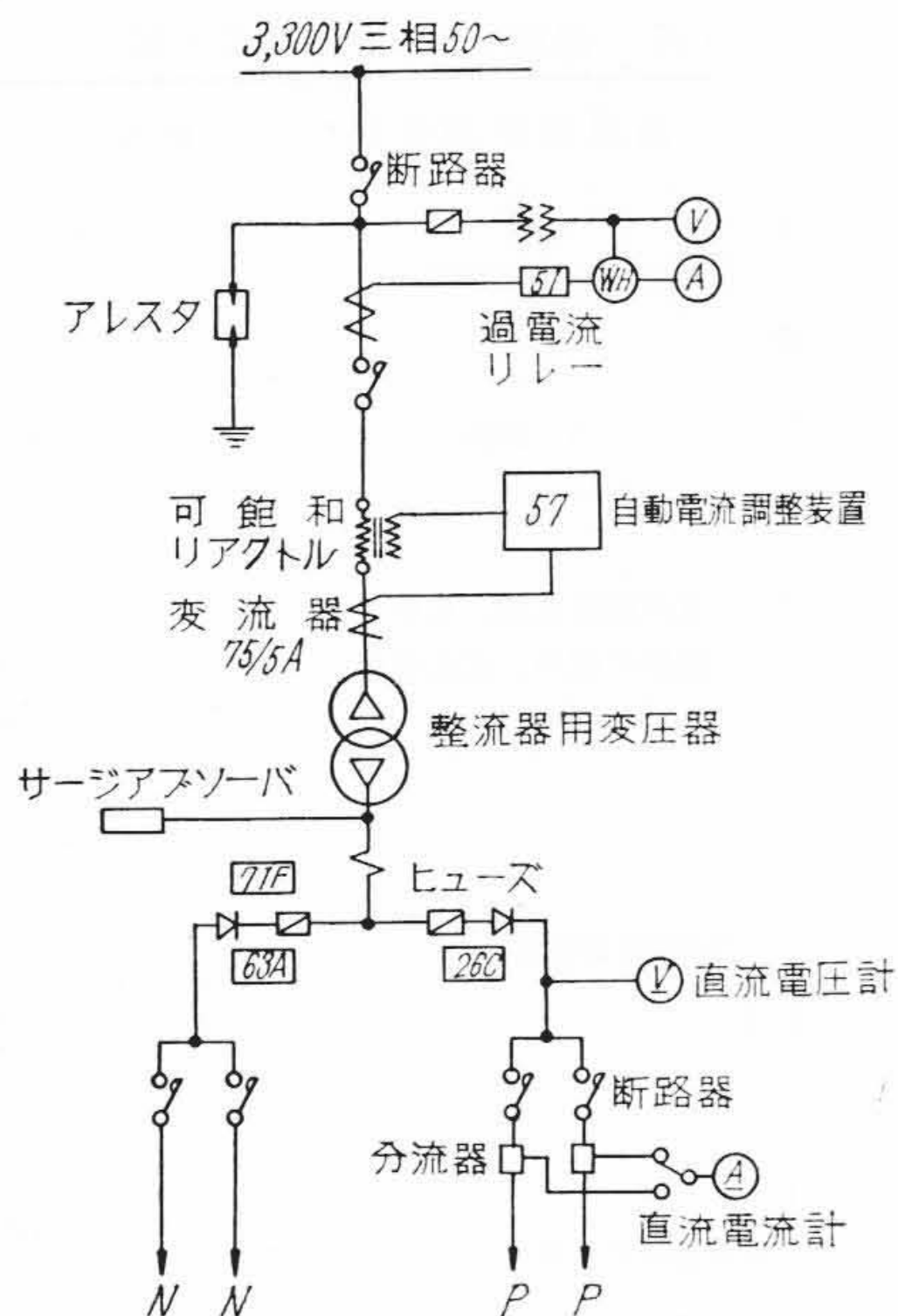
第9図 連続電圧調整方式

方式がある。

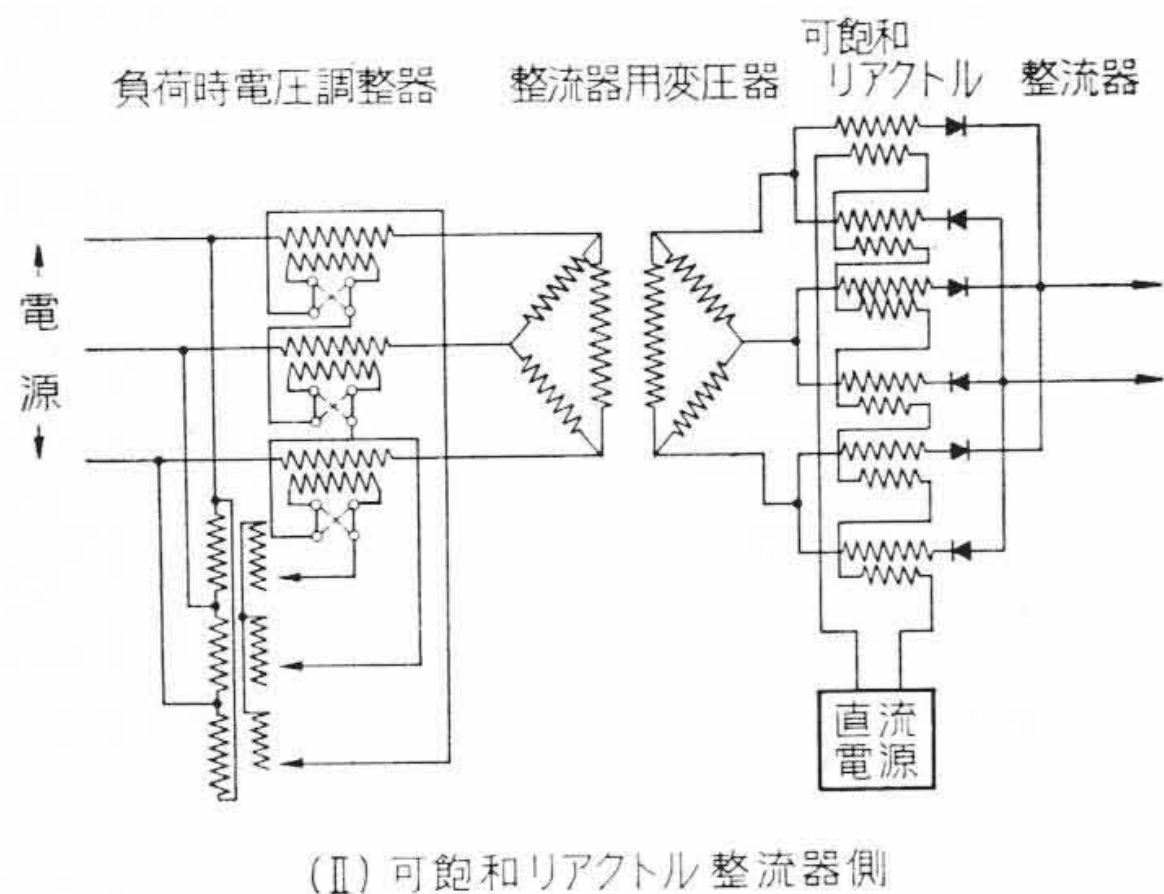
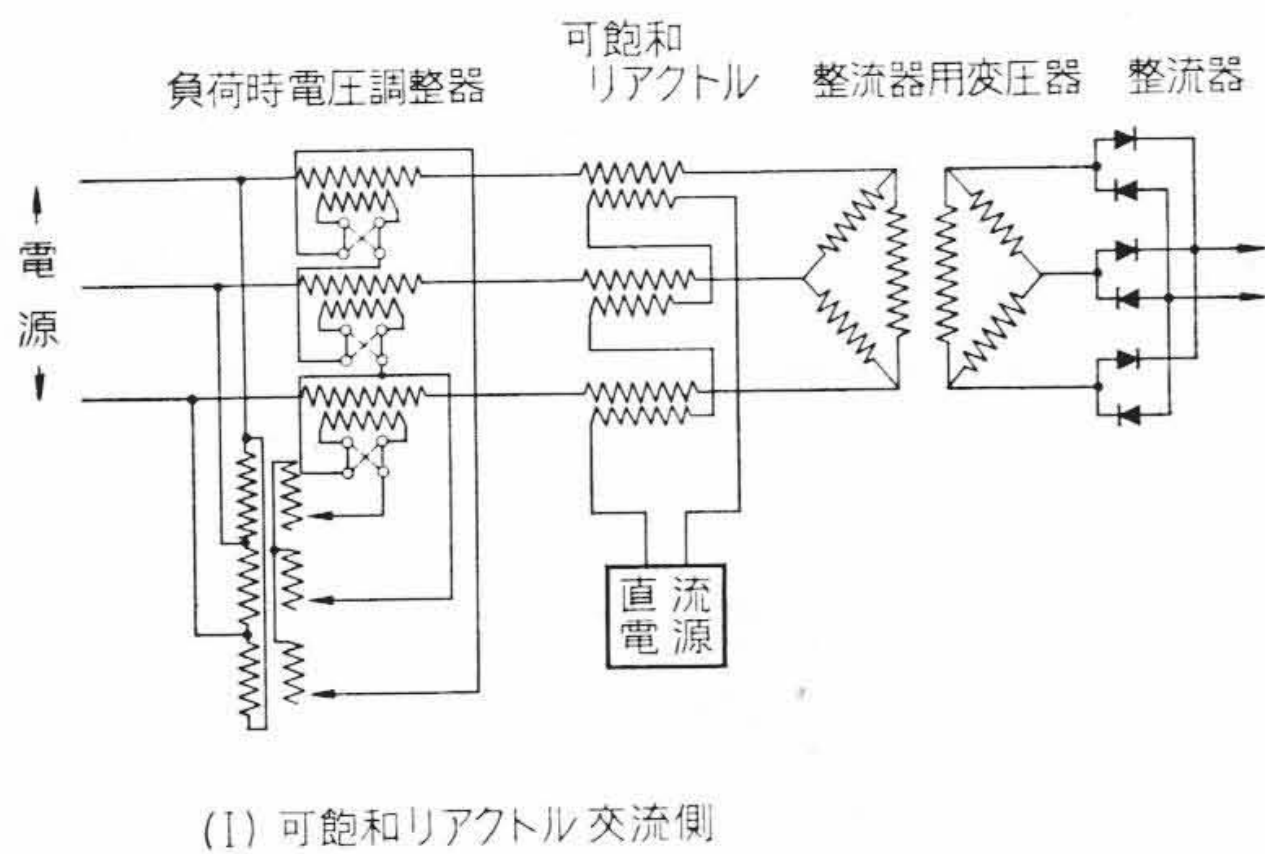
- (a) 連続電圧調整
- (b) 階段状電圧調整
- (c) a, b を組合わせた方式

連続電圧調整方式には、第9図(i)および(ii)に示すとおり誘導電圧調整器による方式と可飽和リアクトルによる方式とがある。その特長は第5表のとおりでありいずれを選定するかは負荷の種類、電圧調整における制御条件などの技術的要素と経済的要素により決定される。一般の電解用電源は負荷が比較的安定であるので誘導電圧調整器が使用され、電圧を速応制御で調整する場合や真空熔解炉用電源のように垂下特性をもたせる場合は可飽和リアクトルによって電圧調整を行う。第10図に可飽和リアクトル使用の実例を、第11図に電圧電流特性の一例を示す。

大容量整流器で最も普通に行われる調整は階段状電圧調整で、負荷時電圧調整変圧器により、調整範囲を13段、17段あるいは25段に階段状に刻んで調整する。一般に直流電圧の調整範囲は、電源電圧の変動、電解槽の一部休止、電解槽の調子などによって決定されるが、最高電圧の70%程度調整することが多い。した

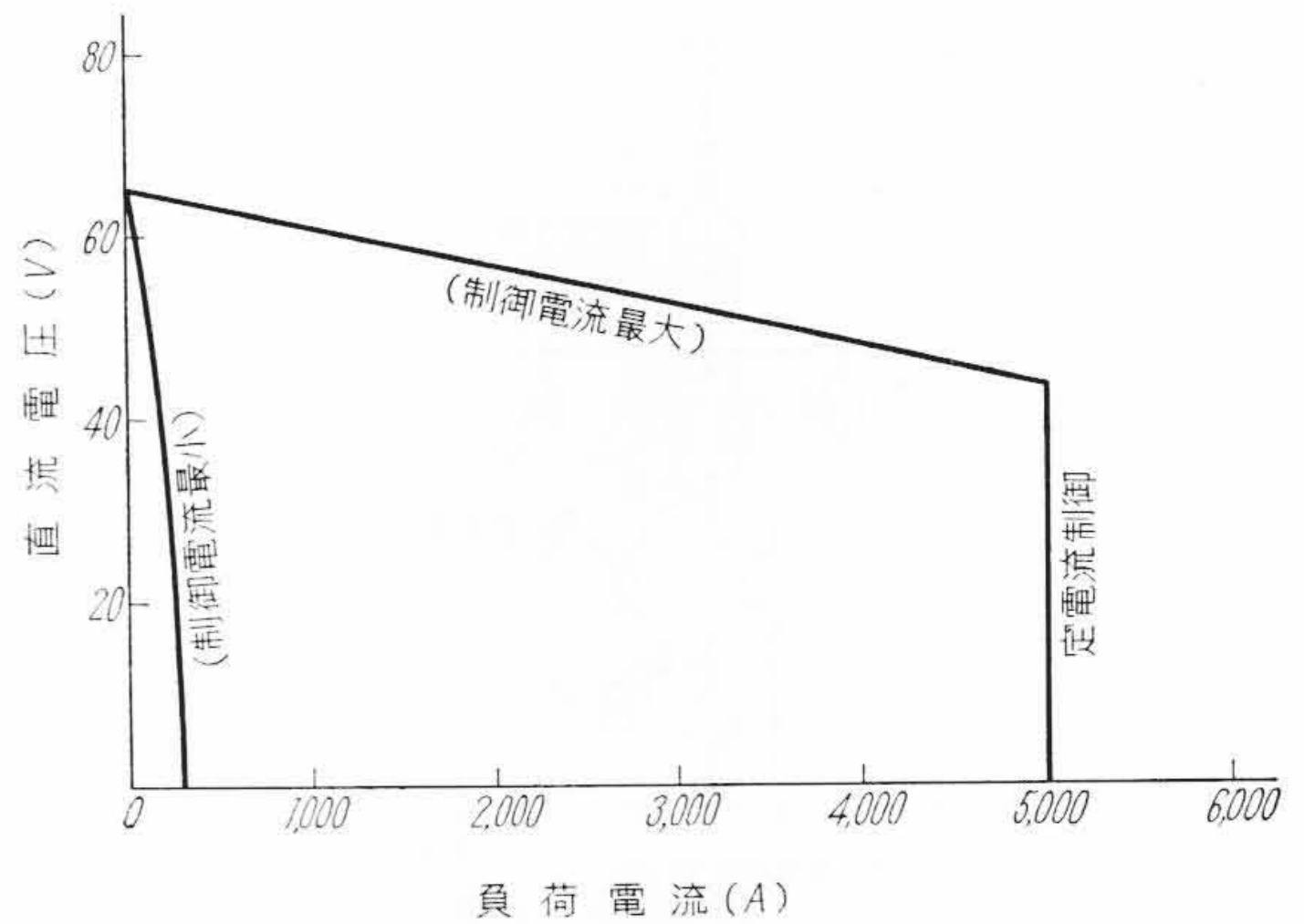


第10図 直流 65V 5,000A 真空熔解炉，熔接機用ゲルマニウム整流装置単線結線図

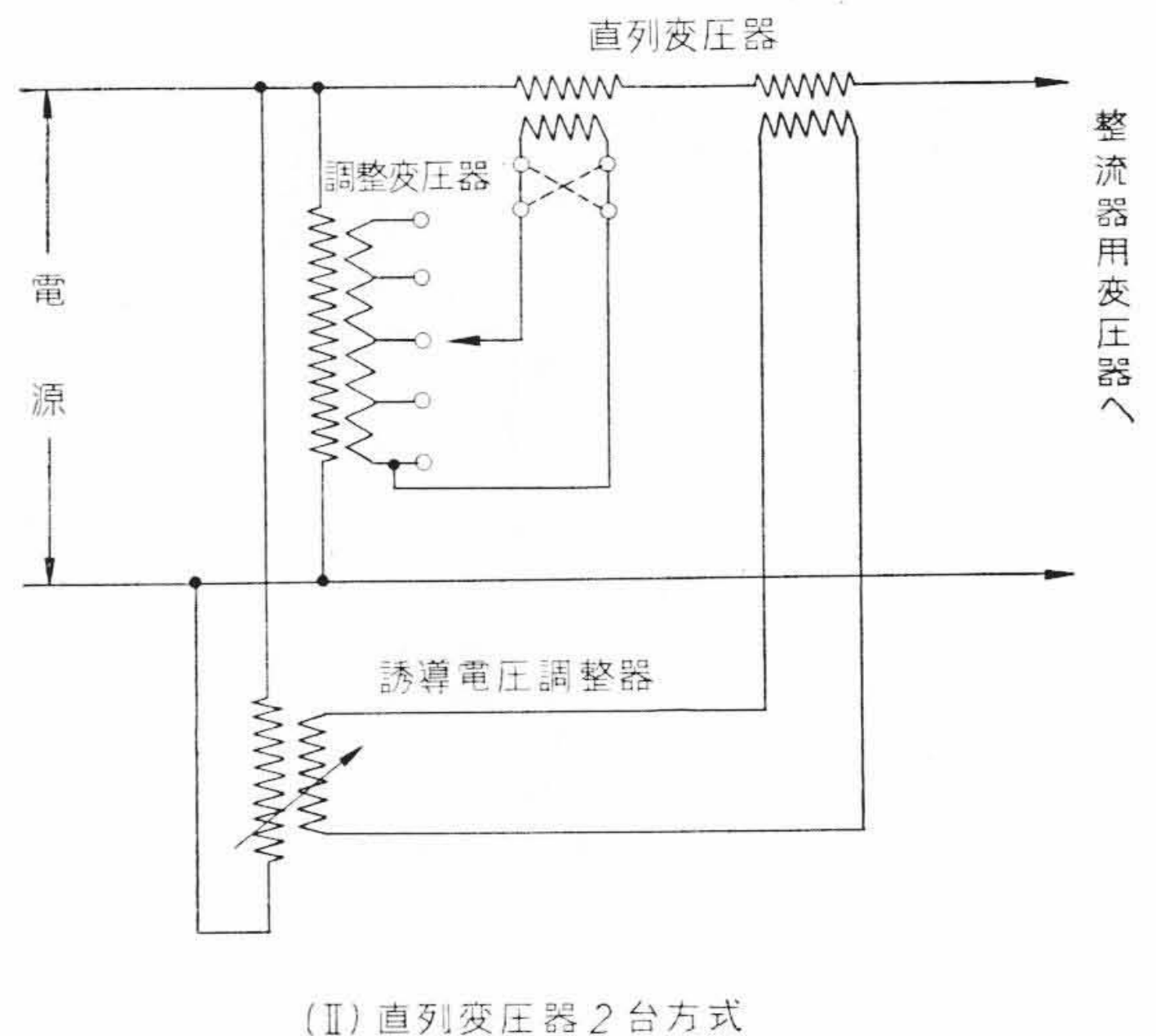
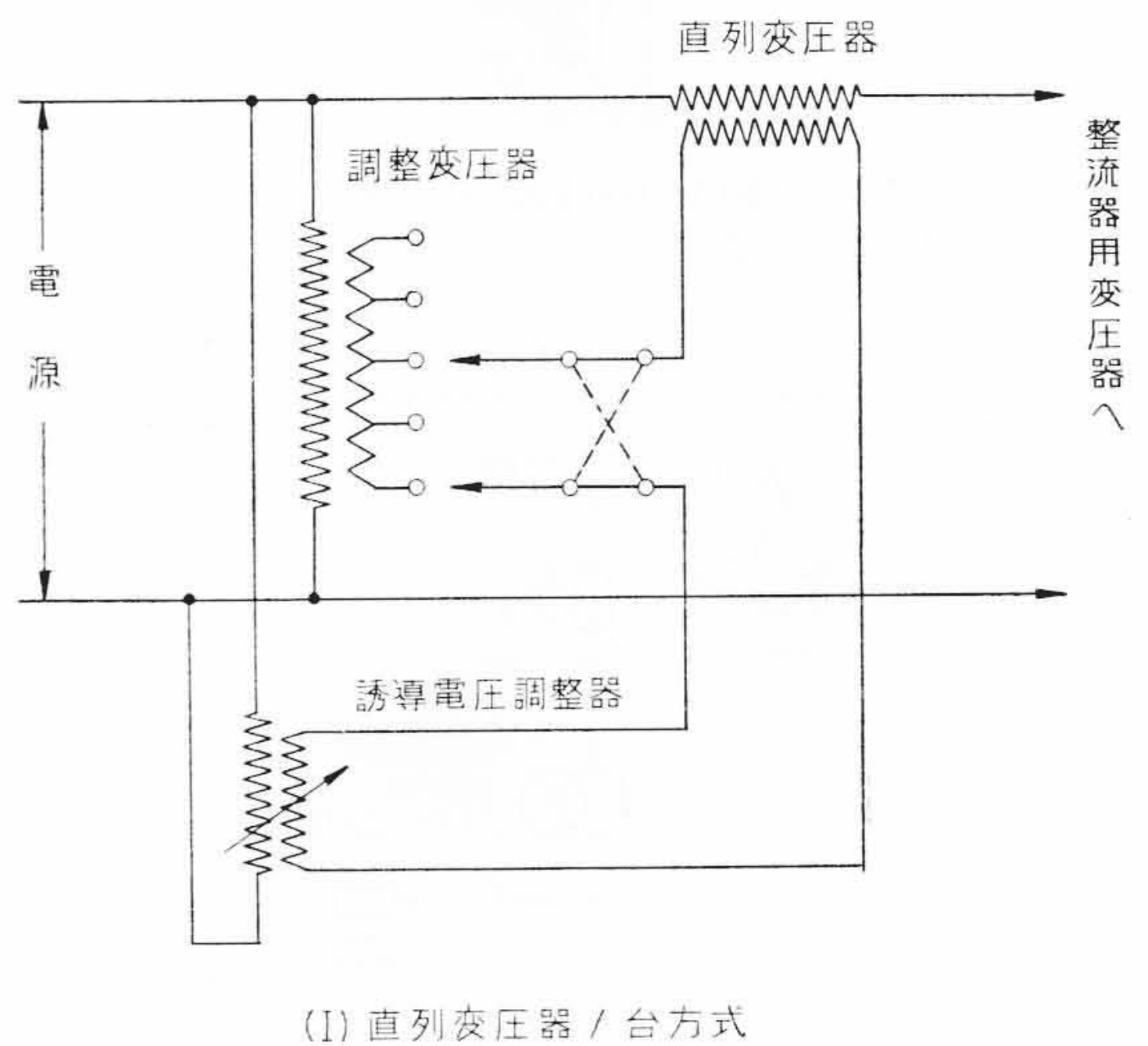


第12図 誘導電圧調整器と負荷時電圧調整器との組合せによる連続電圧調整方式

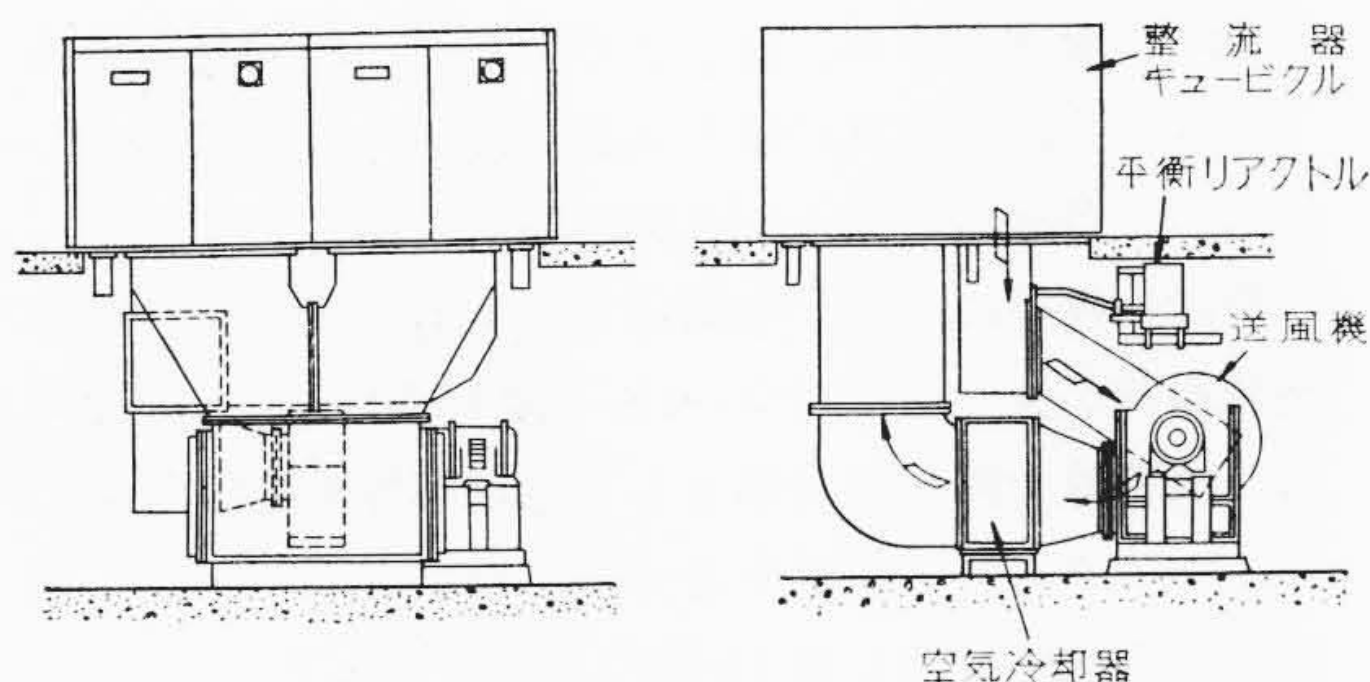
がって30%の調整範囲を25段で切替えれば1段当たり約1.2%となり実用上連続調整とほぼ同様の微細調整



第11図 可飽和リアクトルにより電圧調整を行った真空熔解炉電源の電圧電流特性



第13図 可飽和リアクトルと負荷時電圧調整器との組合せによる連続電圧調整方式



第14図 水冷式空気冷却器付閉鎖循環風冷方式

の効果が得られる。大容量の誘電導圧調整器は経済的にも効率の点でも負荷時電圧調整器付変圧器に劣るので、大容量整流器の電圧調整には階段状調整が行われる。

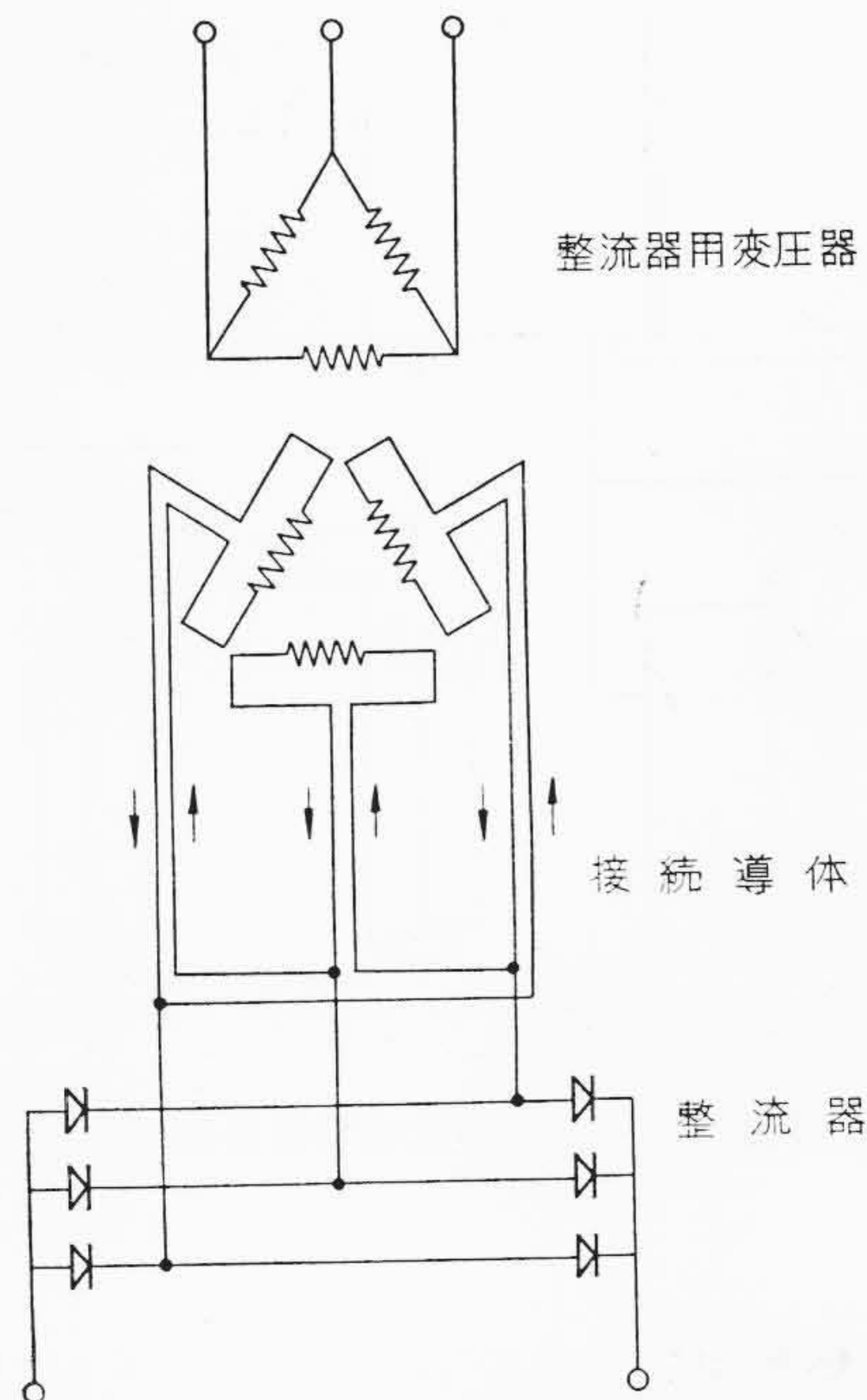
一方、大容量整流器において連続調整を必要とするものには、第12図あるいは第13図のように、階段状電圧調整器と連続調整器との組み合わせにより、全範囲の連続調整を行うこともできる。

(2) 冷却方式

冷却方式は大別して風冷式と液冷式とに分かれる。液冷式には水による方法とクロロエチレンなどの液体による方法があるが、一般に最も多く使用されている冷却方法は風冷式である。この方式は構造が簡単で取り扱いの簡便な点が大きな長所である。

周囲温度が40°Cを超過する状態でゲルマニウム整流器を使用する場合や、ごみ、腐食性ガスを含んでいる場合には液冷式が好ましい。しかし整流器の電圧が高く、整流素子を2個以上直列接続する場合には、電位の異なる整流素子に冷却水を通すことは好ましくない。絶縁性の液体で整流素子を冷却し、この液体を水冷の熱交換器を用いて冷却する必要がある。比較的簡単で実際によく行われる方法は、整流素子を風冷しこの空気を水冷の熱交換器で冷却し、空気は閉回路で循環させる方法である。第14図にこの一例を示す。

シリコン整流器およびゲルマニウム整流器は整流作用を行うPN接合部が密封容器に収納されてあるので、外部にあるガスにより影響は受けない。化学工場で腐食性ガスの著しい場合においても整流素子の特性はなんら異常はないが、外部にある導線、冷却片などの表面が侵されることがあるので、かかる場合には第14図のような水冷式空気冷却器付の閉鎖通風循環式の冷却が好ましい。しかし化学工場においてガス濃度の低い場合には、周囲の空気ですべて風冷して別段異常なく好調に運転している例も多い。したがって腐食性ガス濃度を検討して冷却方式を決定することが妥当と考えられる。



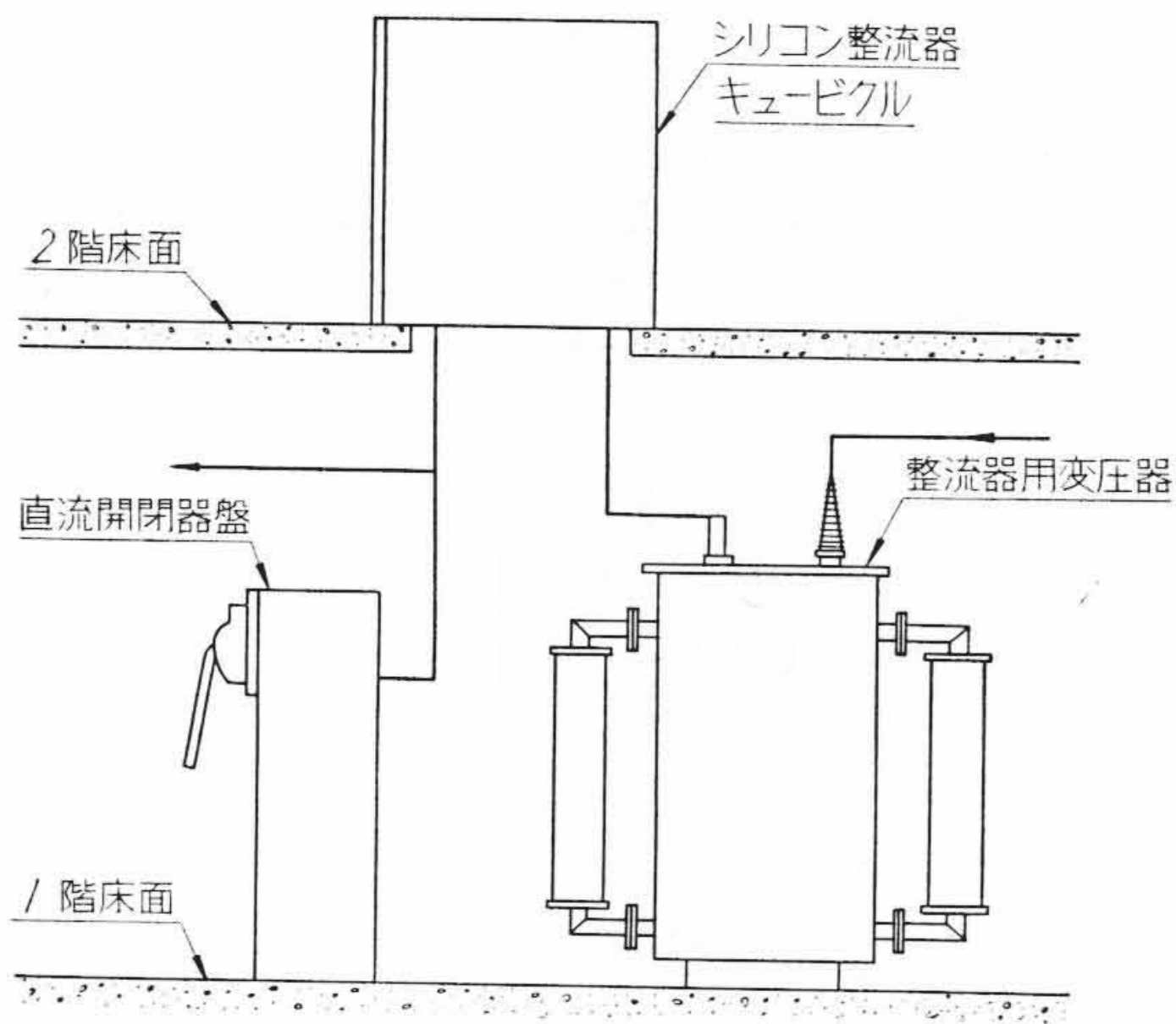
第15図 整流器用変圧器二次巻線開放三角形の場合の接続

(3) 制御および保護方式

一般に電解による生産量は積算電流に比例し、電解効率、電解槽の調子は電流に大きく影響されるので、自動定電流制御が多く行われる。方法としては直流電流を検出して整定電流になるよう、電圧調整器を動作させる方法で、普通、電解槽としては2~3%精度の定電流制御で実用上十分の例が多い。

電流変動の原因は、電解槽の温度そのほかによる電槽電圧の変化によるものと、電源電圧変動に基づくものとがある。両者が非常にひんぱんに起る場合には、限時継電器により変動の連続性を確認して電圧調整器を動作させる方法や、可飽和リアクトルによる調整装置でひんぱんに起る変動に対して速応制御で調整する方式もある。その一般的な比較は第5表のとおりであり、経済的条件によって前者の方式のほうが多い現状であるが、用途によっては後者も今後多く使用されていくことが予想される。

保護装置は、整流器の特性と十分協調のとれたものであることが重要で、予想される事故条件に対して万全の保護を行って信頼度を確保することが必要である。一般に、開閉サージ、衝撃電圧に対してはサージアブソーバ、アレスタによって整流素子の逆耐電圧以下に抑制し、直流側短絡などによる過電流は高速度過電流継電器により保護を行っている。整流素子が万一事故を起し、直列素子が全部短絡した場合には、変圧



第16図 シリコン整流装置機器配置の一例

器二次線間短絡となるので、ハイラップヒューズによって、事故の波及を防ぐ方式をとっている。ハイラップヒューズ熔断後、そのまま運転継続する方式とするか、あるいはただちに停電する方式とするかは、前者のほうが整流器の価格が高くなるので、負荷の停電を許容する程度によって決定される問題である。

(4) 他変流機器との並列運転および直列運転

シリコンおよびゲルマニウム整流器の特長の一つは、任意の電圧、電流の整流器を経済的に製作できることで、この点、既設直流電源の容量増加を行う場合に適した整流器である。すなわち既設電源の電流を増加するときは並列運転を行い、電圧を上げるときは直列運転を行うことになる。並列運転についてはすでに実例が発表されており、これらの問題を詳細に述べることは割愛して別稿にゆずることにする。

(5) 機器配置

低圧大電流整流装置の各機器を配置する場合は次の事項に留意することが必要である。

- (a) 接続導体特に整流器用変圧器二次と整流器間を短くする

- (b) 腐食性ガス、ほこりの少ない場所を選定する
(c) 冷却用空気を取り入れ、排出を適切に行う
(d) 各機器の搬入、点検に便利である。

既設の建屋に設置する関係で整流器用変圧器二次と整流器間が長くなる場合には、第15図のように変圧器二次巻線を開放三角形として接続導体を往復配置とし、リアクタンスを減少させめるのが有効である。機器の配置例を示すと第16図のとおりである。

4. 結 言

以上、電気化学工業に使用される大電流用シリコン整流器、ゲルマニウム整流器について概要を述べた。すでに世界的に屈指の大容量である140V 100kAゲルマニウム整流器も12,000時間以上運転を行っており、種々試験の結果さらに大容量整流器の製作も可能であることが確認されている。したがって将来、現われるであろう150~200kA級の大電流電解槽に対しても、電源の技術的問題は解決済ということができる。

シリコン整流器とゲルマニウム整流器の使い分けについては、技術的条件、経済的条件によりその都度最も適したほうが採用されることになるが、効率の点から当分65Vないし100Vが境界となるであろう。

整流器の価格は、整流素子の量産化によって次第に安くなることが期待されている。特にシリコン結晶の国产化が軌道にのれば一段と低廉となるので、ますます使用されることになるであろう。現在、整流素子の逆耐圧の向上、順方向電圧降下の低減、半永久的寿命の確実な実現に不断の努力が傾けられているので、整流器の性能、信頼度はさらに向上することが期待される。

参 考 文 献

- (1) 近藤：日立評論 41, 363 (昭34-3)
- (2) The Locomotive, p.62, April 1956
- (3) 曾根田, 金原, 森田：日立評論 41, 353 (昭34-3)
- (4) 日本の電気化学工業の発展, p.44, (昭34-4)
- (5) Kinman ほか：PIEE Vol. 103 Part A (1956)
- (6) F. E. Gentry：AIEE C. & E. 746 Nov. (1958)