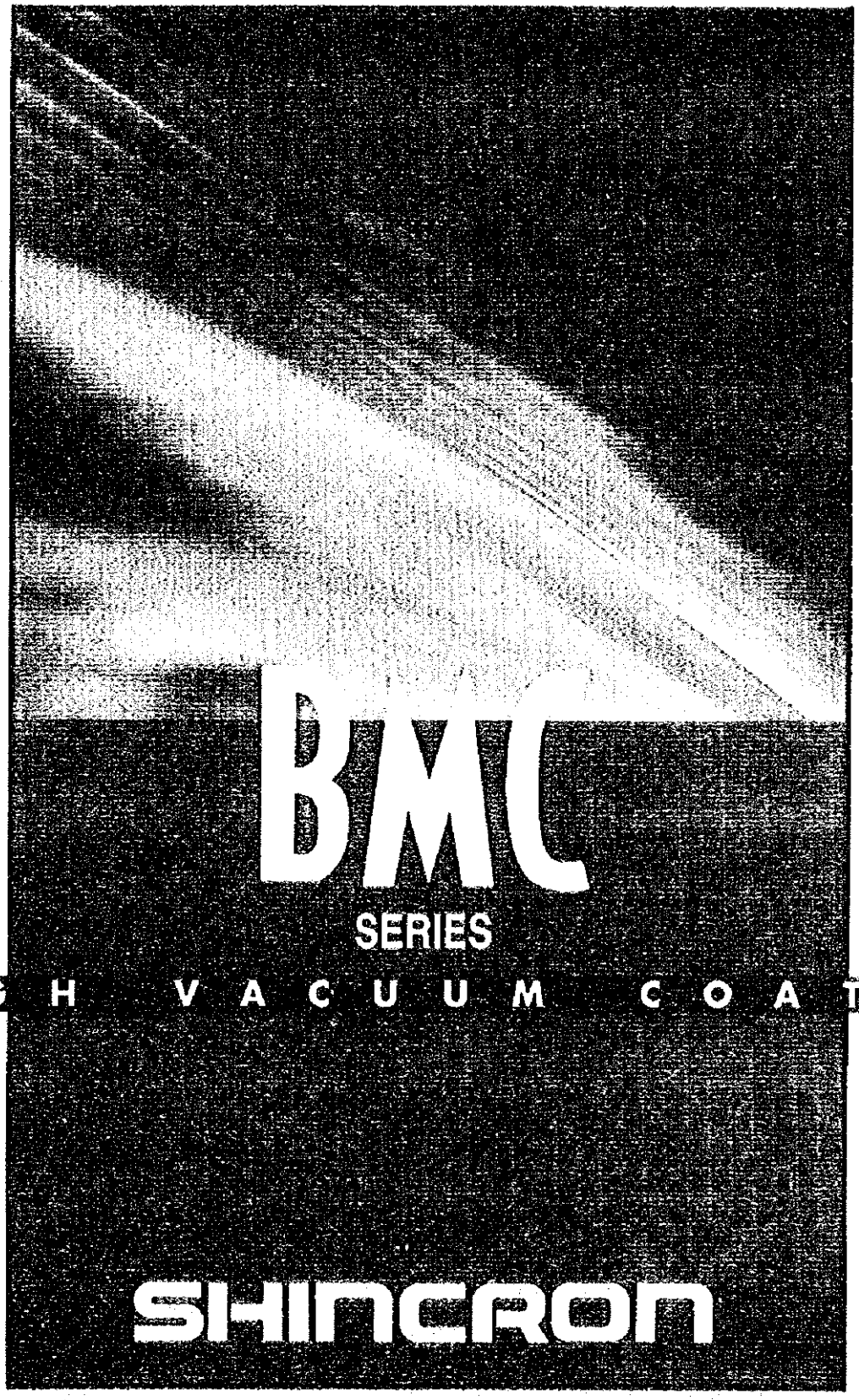
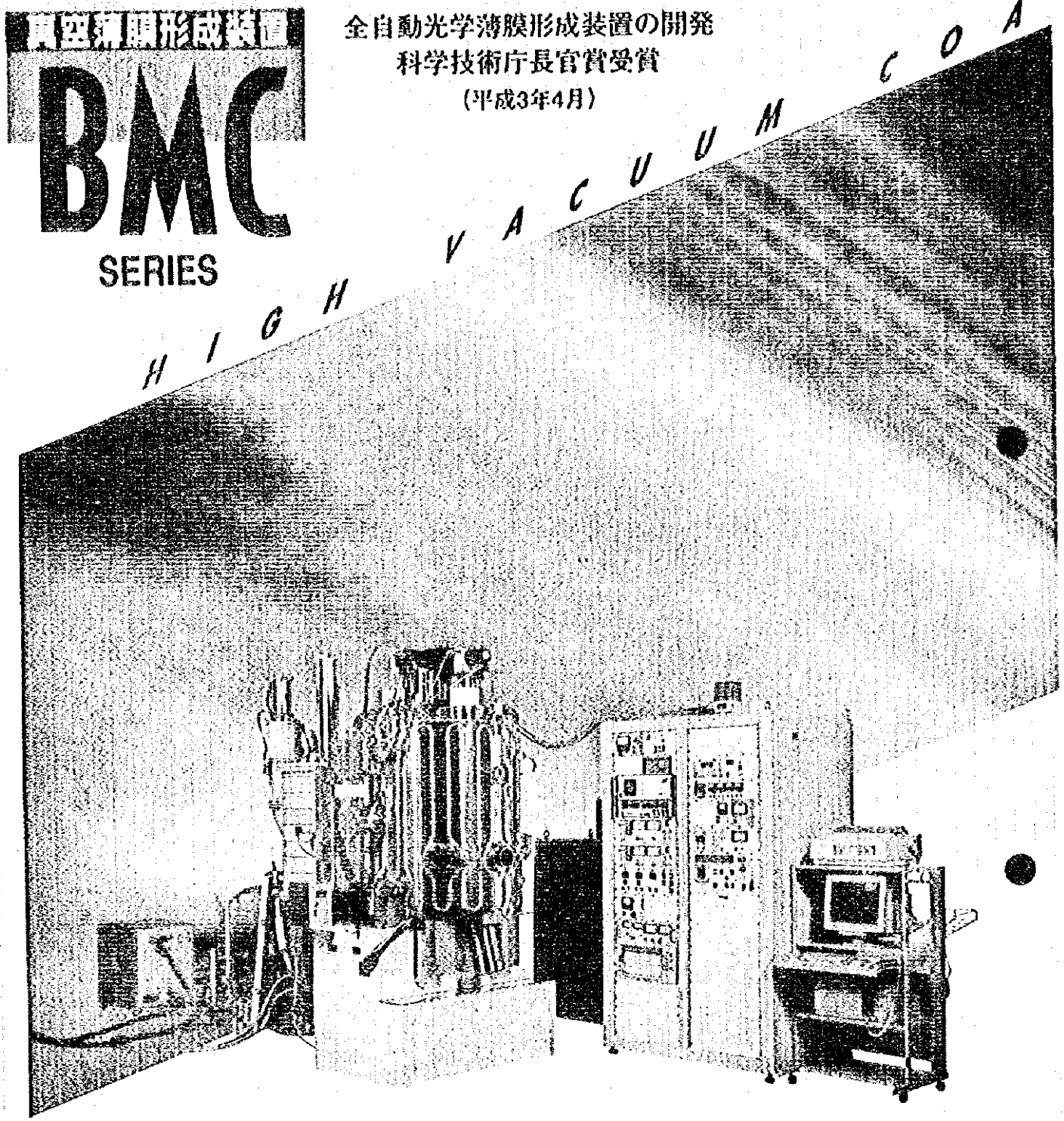
添付資料4　導入設備の技術資料

真空薄膜形成装置



技術の粋を集め、より広い用途の薄膜形成を目的として開発



全自動光学薄膜形成装置の開発
科学技術庁長官賞受賞
（平成3年4月）

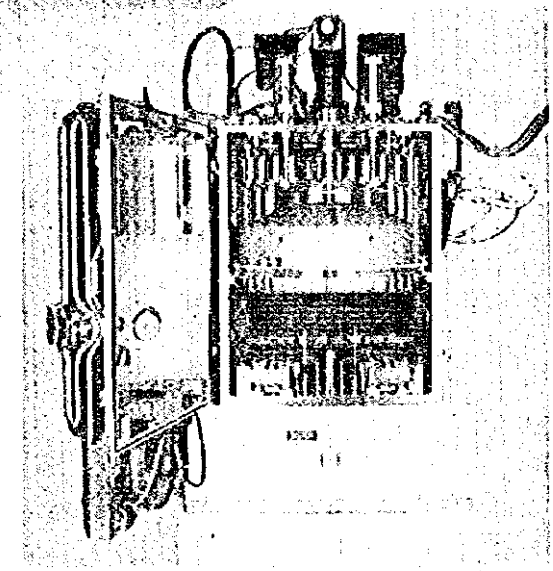
BMC-850CDI

シンクロンのBMCシリーズ、バッチ型薄膜形成装置は、
より広い用途の薄膜形成を目的として開発されました。
長い経験と実績から、数多くの機構が検討され、製品化されました。
その結果、ドーム径φ400～φ1600 mmまでの充実したBMCシリーズが揃いました。
真空槽は、他社に先駆けてシンクロンが開発した円筒型二ツ割り構造で、試料の入換えや基板の出し入れがスムーズに行なえます。また、内部の防着板の取り付け、取りはずしが簡単でクリーニング時の作業性に優れています。

セールスポイント

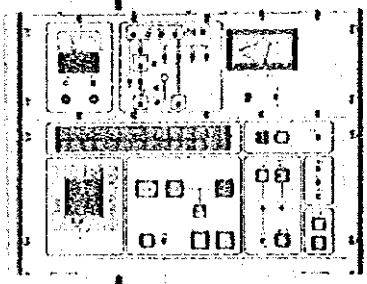
BMC SERIES 6大ポイント

1. 多目的な薄膜作製を可能にする操作性の優れたバッチ方式。
2. 安定した生産に応える実績ある排気系。
3. 蒸着プロセスの完全自動化。
4. イオンビームによるクリーニング、アシスト蒸着。
5. 高周波イオンプレーティングにも対応。
6. ドーム径φ400～φ1600 mmまでを用意。



製品の品質向上と安定化に重点をおいた設計思想

自動制御システム



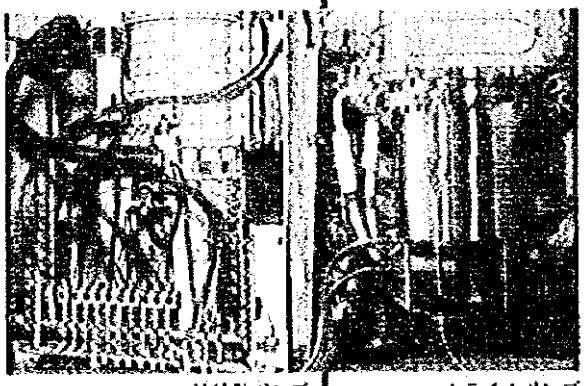
シンクロンは、専業メーカーだけが持つ豊富な経験と実績から、培われたノウハウを活かし、操作性を重視した装置を製作しております。このBMCシリーズは、排気・運転・停止などの他、ドーム回転、ハース（るつぼ）回転、及び、モニタガラス交換機構などにも自動方式を採用しており、それらを絶えず監視することで僅かな異常も見逃がさない様に制御しています。さらに、異常発生時には、各部の動作を確認した上で、安全停止とし、ブザーとパイロットランプで作業者に知らせます。自動運転から手動操作への切替えはワンタッチで行なうことが可能です。また、装置全体のインターロックも万全ですので、緊急時にも安心して使用できます。

高性能排気系

高真空排気系には、当社が独自に開発した油拡散ポンプとクライオポンプを用意しました。この油拡散ポンプは、従来型の60%の消費電力（当社比）で高い排気速度が得られる様に改良し、そのオイルバック量は、1×10^{-5} mg/min・cm²（ポンプ単体）と非常に少なく、メンテナンスの容易さにも定評があるものです。

さらに、ポリコールド・トラップの採用により、排気時間を短縮する事が可能です。

また、クライオポンプは、オイルフリーで水の排気速度も速く、プラスチック基板の処理に最適です。



油拡散ポンプ　　クライオポンプ

真空蒸着形成装置

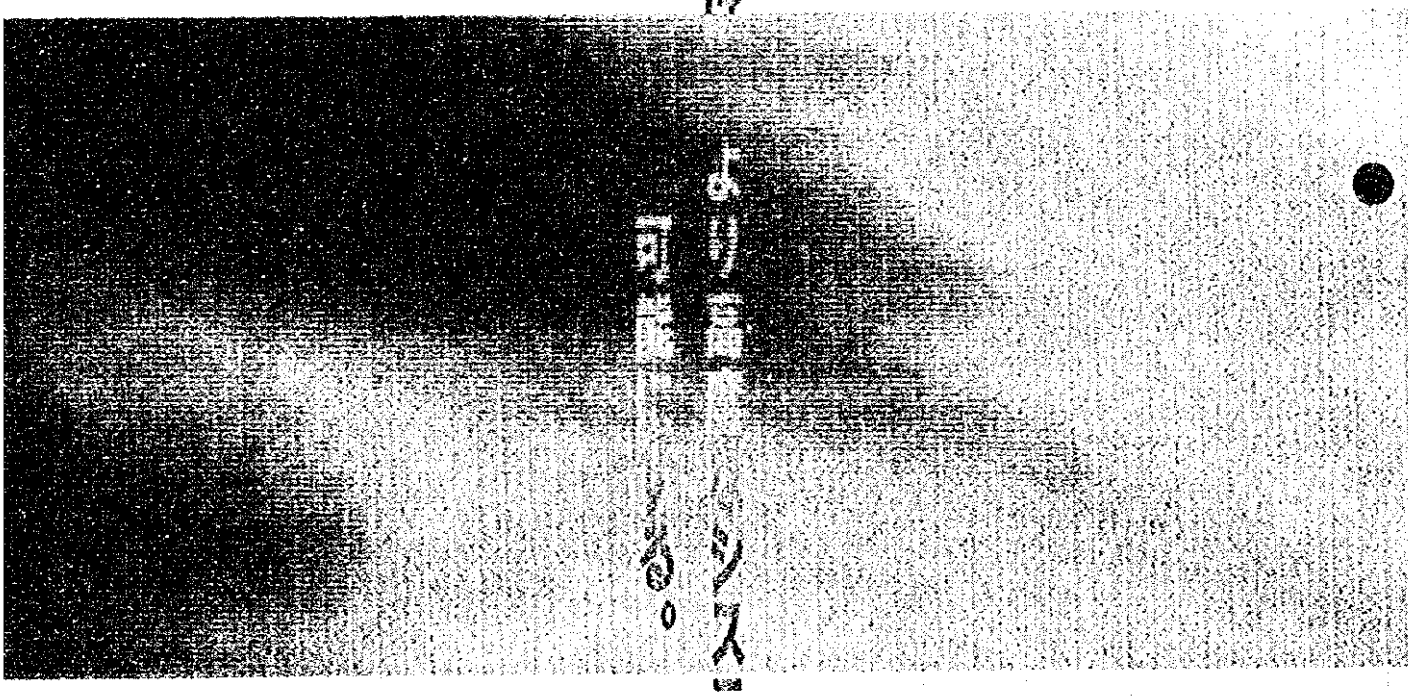
BMC SERIES

BMCシリーズは、ドライプロセスシステムアップを可能にする。

抵抗加熱

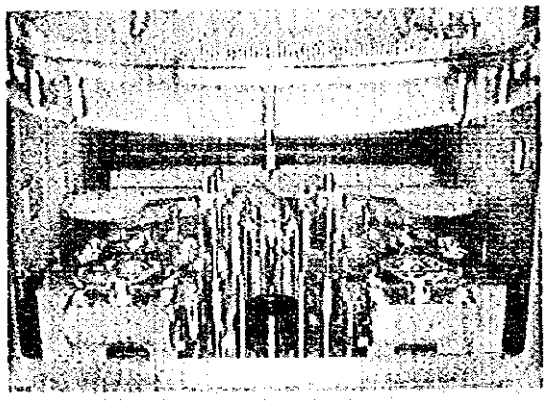
構造がシンプルなため、メンテナンスが容易です。ボートの種類を変えるだけで、いろいろな物質の蒸着に対応できます。
また、蒸着物質の自動補給機構により、NiCrやサーメットなどの薄膜抵抗や、合金膜、複合膜の生産に適しています。

STANDARD PROCESS



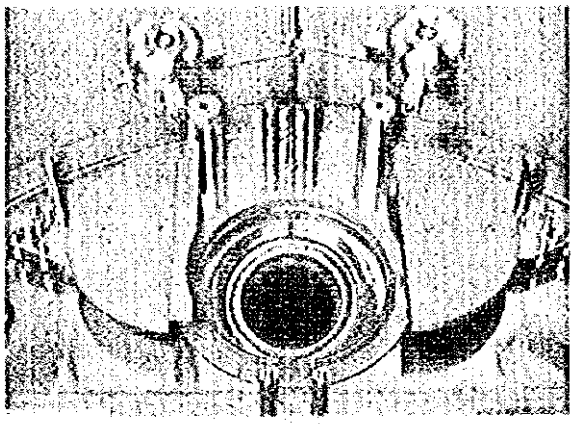
電子銃

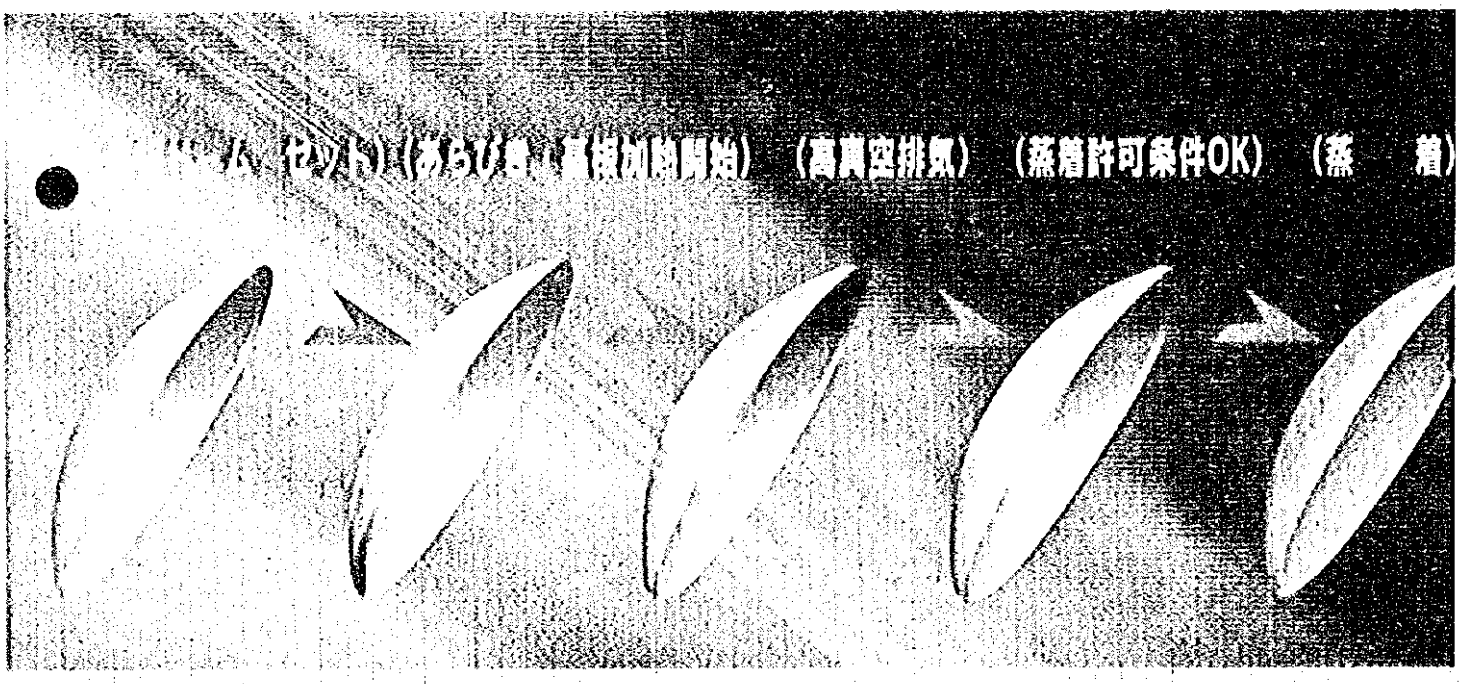
高電圧で熱電子を加速し、電磁界により収束した電子ビームを蒸着物質の表面にぶつけて加熱するため、高融点物質や反応性物質、または、TiO_2やSiO_2などの完全酸化物も手軽に蒸発させることができます。電子ビームの偏向角度により、180°型と270°型の2種類を用意しました。この180°型は蒸着物質面におけるエネルギ分布が均一で、誘電体の蒸発に適しています。また、270°型は、フィラメントに蒸着物質が落ちて異常放電が発生する心配が無いため、金属、及び、透明導電膜の蒸着に適しています。



イオン銃

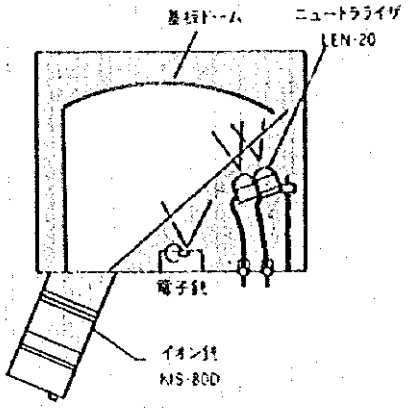
シンクロンのKIS型イオン銃は熱陰極電子衝撃型（カウフマン型）で、安定性、操作性に優れ、現在、広く産業界で使用されています。真空中でイオン銃を使用すると、従来の洗浄では除去しきれなかった基板上の汚染物質を取り除けます。
さらに、成膜されつつある面にイオンを照射することにより、被膜の内部応力の緩和、充填密度の増大、及び付着力の改善ができます。その結果、従来の手法では得られない機械的、電気的、及び、光学的特性を変えることができます。
また、中和用電子ビームの併用により、絶縁基板上に誘電体被膜の作製が容易に行なえます。





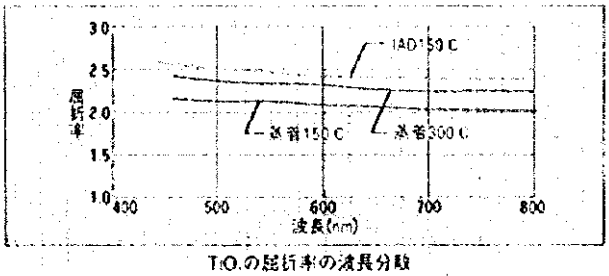
KIS-80D

イオンビームを電極構造により発散させていますので、広範囲に均一な電流密度分布が得られ、加速時の電圧、電流を変化させても電流密度分布が変化しません。
当社製、BMC-850（ドーム径φ718）、BMC-1100（ドーム径φ950）においては、ドーム内電流密度分布が±15%以内にできます。

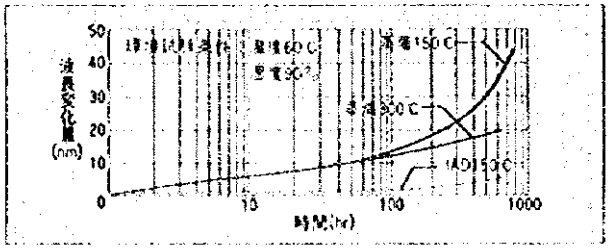


イオン銃　応用例

TiO₂蒸着時にイオンビームアシストをすることにより、高屈折率の膜を低温で作ることができます。さらに、経時変化による波長シフト量を少なくすることも可能です。



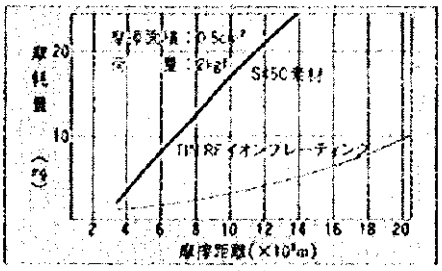
TiO₂の屈折率の波長分散



TiO₂の環境試験

イオンプレーティング

イオンプレーティング法とは、成膜中に蒸発物質や導入ガスを積極的にイオン化し、利用していく方法です。
この方法は、基板を放電の中に置き、負の電位を与えることによって、イオン化された蒸発物質やガス分子を基板に向って加速させるものです。

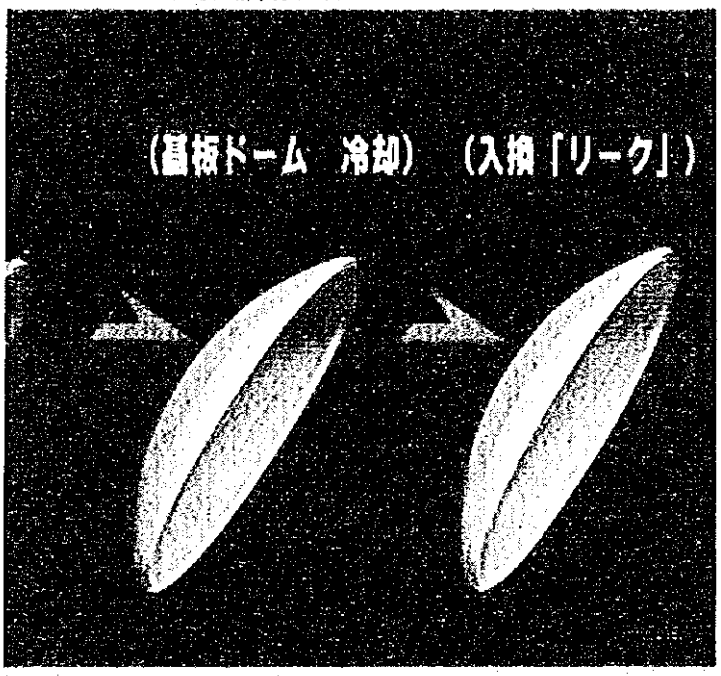


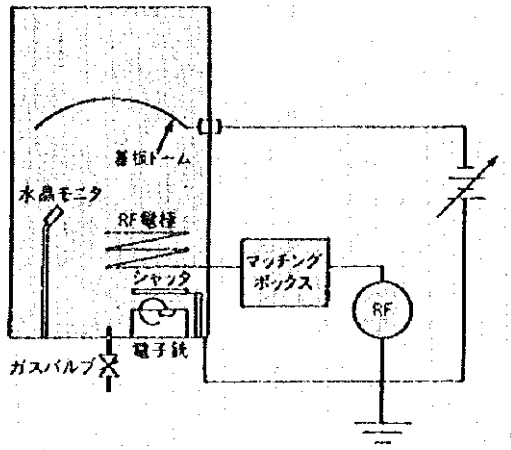
TiN膜の耐摩耗性の向上

この高い運動エネルギを持ったイオンが、基板表面のクリーニングや成膜に寄与します。

イオンプレーティングの特長

1.付着力の強い膜が得られます。
2.密度が高く、硬い膜が得られます。
3.真空蒸着に比較し、エピタキシャル温度が下がります。
4.プラズマの生成に高周波（13.56MHz）を用いるため、低圧力（10^{-1}Pa～10^{-3}Pa台）で成膜することができます。
5.イオン化率、イオンの加速エネルギ、成膜速度、導入ガス圧力などを独立に、コントロールすることができるため、膜の特性を広範囲に変えることができます。
6.反応性イオンプレーティングにより、化合物薄膜を容易に作成することができます。
7.多元素薄膜を再現性良く成膜することができます。





RFイオンプレーティング装置機成図

RFイオンプレーティングの応用例

分類	膜種	特徴	用途
金属薄膜	Al	光沢、耐蝕性	レンズ、ミラー
	Ti	耐蝕性（大）	工具
酸化物薄膜	ITO	透明、導電性	透明導電膜
	Al_2O_3	透明、硬度（大）	レンズ、ミラーの保護膜
窒化物薄膜	TiN	金色、硬度（大）	工具、装飾関係
	AlN	圧電性、絶縁性	SAW素子、絶縁膜
炭化物薄膜	TiC	硬度（大）	工具
	SiC	硬度（大）	半導体デバイス基板
合金薄膜	Au-Cr	耐摩耗性	装飾関係
	Ni-Cr	抵抗値の安定性	抵抗素子

イオン銃仕様

イオン銃仕様	RIS-120D	KIS-80D	KIS-50P
方式	RF励起型 (Radio Frequency型)	熱陰極電子衝撃型 (Kaufman型)	熱陰極電子衝撃型 (Kaufman型)
イオンビーム直径 (mm)	φ120	φ80	φ50
電極形状	ドーム型	ドーム型	平行平板型
イオンエネルギ (eV)	100～1000	100～750	100～2000
全電流密度 (mA/cm²)	2.0	1.0	3.0
外形 (mm)	φ200×H73	φ185×H300	φ185×H300

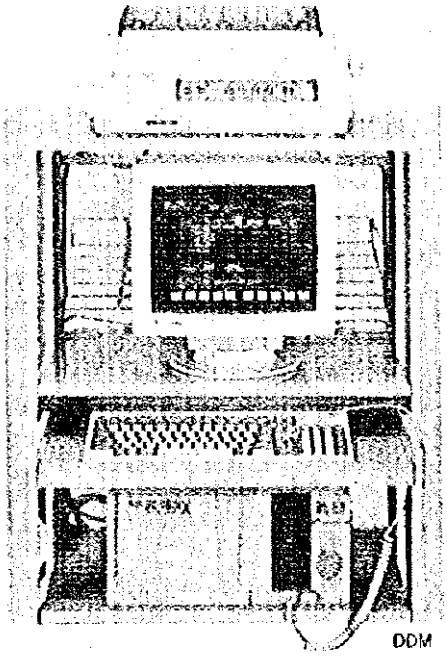
※ファラデカップ　電極間距離100mm　加速電圧500V

真空薄膜形成装置

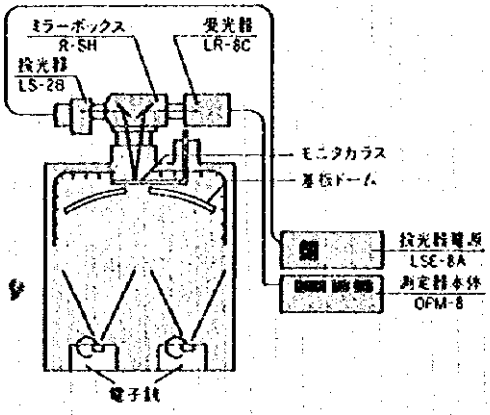
DMC SERIES

蒸着コンピュータ・システム

真空蒸着による薄膜形成は、作業者の長い間に培れてきた経験に頼ってきましたが、真空蒸着法が急速に普及し、しかも要求される薄膜の性質が、高度化するに従い、熟練者の養成がこれに応じ切れなくなってきています。また、人件費の高騰で薄膜作製のコストがあがり、自動化による省力化が強く望まれているのが現状です。
このような理由から開発されたのが、蒸着コンピュータシステム"DDM"です。このシステムは、蒸着開始から完了までの蒸着プロセスを完全に自動化することにより、数十層の多層膜の量産化を可能にしました。さらに、蒸着結果は各層ごとにプリントアウトされるため、レコーダ・チャートとの照合で生産管理の高度化も達成できます。



DDM



光電式膜厚計OPM-8の設置例

高精度光学膜厚制御

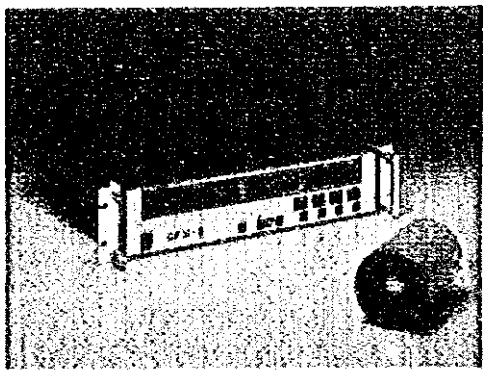
光学薄膜の成膜に於ける品質を左右するファクタとして、色々なパラメータが存在しますが、その中で最も基本的且つ重要なパラメータの一つとして光学的な膜厚の制御のために、私どものOPMシリーズを御利用頂いておりますがその膜厚制御方法に関しては、私ども特許方法を使用しますと、光学的な膜厚制御精度が数倍上がることになり、成膜品質の安定と向上に大きなメリットとなります。

(特許　昭57-24485)

光電式膜厚計

一般に反射率は薄膜の屈折率nと幾何学的厚みdの積ndによって決まり、これを光学的膜厚と呼びます。
BK-7ガラスは、可視域において片面4％の残留反射があります。
このようなガラスにいろいろな屈折率をもった誘電体を蒸着すると、反射率は膜厚ndの増加と伴に周期的に変化します。
この変化を電気的にとらえて、正確にモニタするのが光電式膜厚計です。

<OPM-8>
2光式測定方式なので、等価膜の制御が容易です。光量設定はワンタッチで行なうことができ、デジタル表示によって、0.01％まで確認できます。



OPM-8

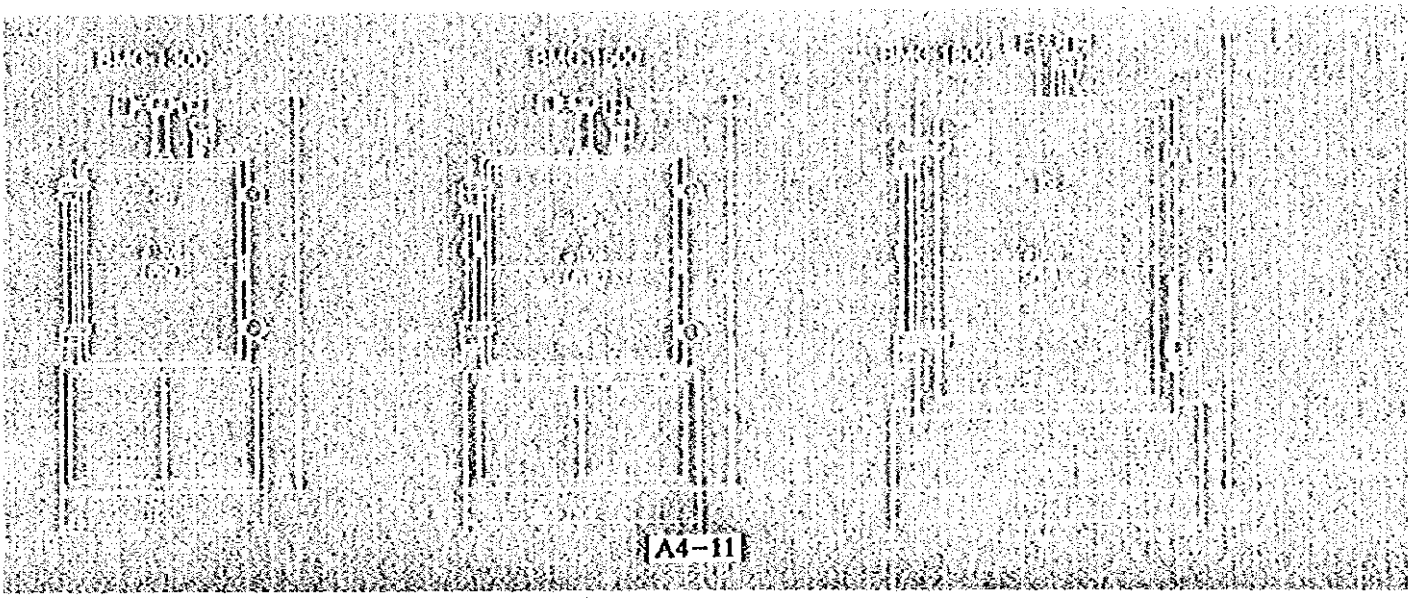
HIGH VACUUM COATER

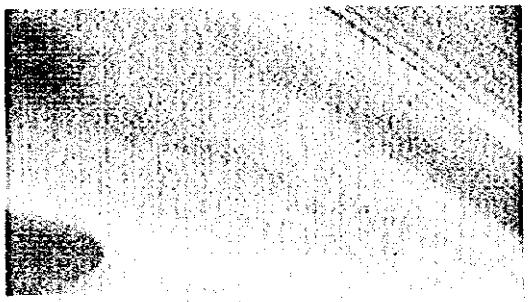
BMC装置仕様

		850DDI	1100DDI	600	700
基板ドーム	直径	φ718mm	φ950mm	φ520mm	φ620mm
	φ75基板実装枚数	51枚	88枚	26枚	41枚
主性能	到達圧力	10^{-5}Pa台<10^{-7}Torr台>		10^{-5}Pa台<10^{-7}Torr台>	
	排気時間 3×10^{-2}Paまで <3.7×10^{-4}Torr> (1)	7分以内		7分以内	
	基板加熱温度	常用300℃		常用300℃	
排気系	拡散ポンプ <型式> (2)	9200L/s×2 <HD-450-1>	13500L/s×2 <HD-550-1>	5500L/s×1 <HD-350-1>	9200L/s×1 <HD-450-1>
	あらびきポンプ	3000L/min×1		1500L/min×1	
	メカニカル・ブースタ・ポンプ	600m³/h×1		—	
蒸発源	電子銃 <ハース点数>	10kw <10点×2>	10kw <20点×2>		3kw <4点×1>
	抵抗加熱	6kw		4kw	
加熱ヒータ	マイクロシース	12kw	15kw	6kw	
	ハロゲンランプ	仕様によって2kwまで取り付け		仕様によって2kwまで取り付け	
真空計	B-A計	1		仕様によって取り付け1～10^{-5}Pa <10^{-7}～10^{-9}Torr>	
	ペニング計	1		1	
	ピラニ計	—		仕様によって取り付け	
膜厚計	水晶式膜厚計	XTC×1		IC/4PLUS、XTCより選択	
	光電式膜厚計	OPM-8		OPM-8	
ドーム回転機構	公転	3～15rpm		3～15rpm	
	自公転	—		3～6ケの遊星子の取り付けが可能	
設置条件	電力量	67kw	76kw	25kw	32kw
	冷却水量	45L/min	65L/min	25L/min	30L/min
	圧縮空気	0.49MPa		0.49MPa	
	設置スペース (3)	W3500mm D5000mm H2550mm	W3500mm D5500mm H3100mm	W2000mm D2500mm H2400mm	W2500mm D2500mm H2400mm
	重量	3500kg	5300kg	1800kg	2000kg

800	1050	1300	1500	1800
φ718mm	φ950mm	φ1200mm	φ1400mm	φ1600mm
56枚	95枚	162枚	217枚	296枚
10^{-7}Pa/h<10^{-9}Torr/h>				
7分以内		10分以内		20分以内
常用300℃				常用350℃
9200L/s×2 <HD-450-1>	13500L/s×2 <HD-550-1>			23000L/s×2 <HD-700-1>
3000L/min×1				3000L/min×2
600m³/h×1				600m³/h×2
10kw <6台×1>				10kw <10台×2>
4kw				6kw
9kw	12kw	15kw	18kw	36kw
仕様によって4kwまで取り付け				仕様によって45kwまで取り付け
仕様によって取り付け1~10^{-7}Pa <10^{-7}~10^{-9}Torr>				
仕様によって取り付け				
IC/4PLUS、XTCより選択				
OPM-8				
3~15rpm				3~10rpm
3~6ケの遮星子の取り付けが可能				
50kw	56kw	60kw	80kw	95kw
35ℓ/min	55ℓ/min	55ℓ/min	60ℓ/min	85ℓ/min
0.49MPa				
W3000mm	W3500mm	W3800mm	W7200mm	W5700mm
D4000mm	D4100mm	D5000mm	D5500mm	D7500mm
H2600mm	H2800mm	H3250mm	H3300mm	H4000mm
2700kg	3700kg	4500kg	6000kg	14000kg

(1) 到達圧力・排気時間は、無加熱・無試料時の測定値です。
(2) 仕様によっては、ポリコールド・トラップとの併用、または、クライオ・ポンプの使用も可能です。
(3) BMC-1300、BMC-1500の寸法は、ピット部を除いた値です。
※性能向上のため、予告なく仕様を変更することがあります。





HIGH VACUUM COATER

BMC SERIES

株式会社 シンクロン

本　　社：〒140 東京都品川区南大井3-2-6 ☎(03)3762-7411㈹

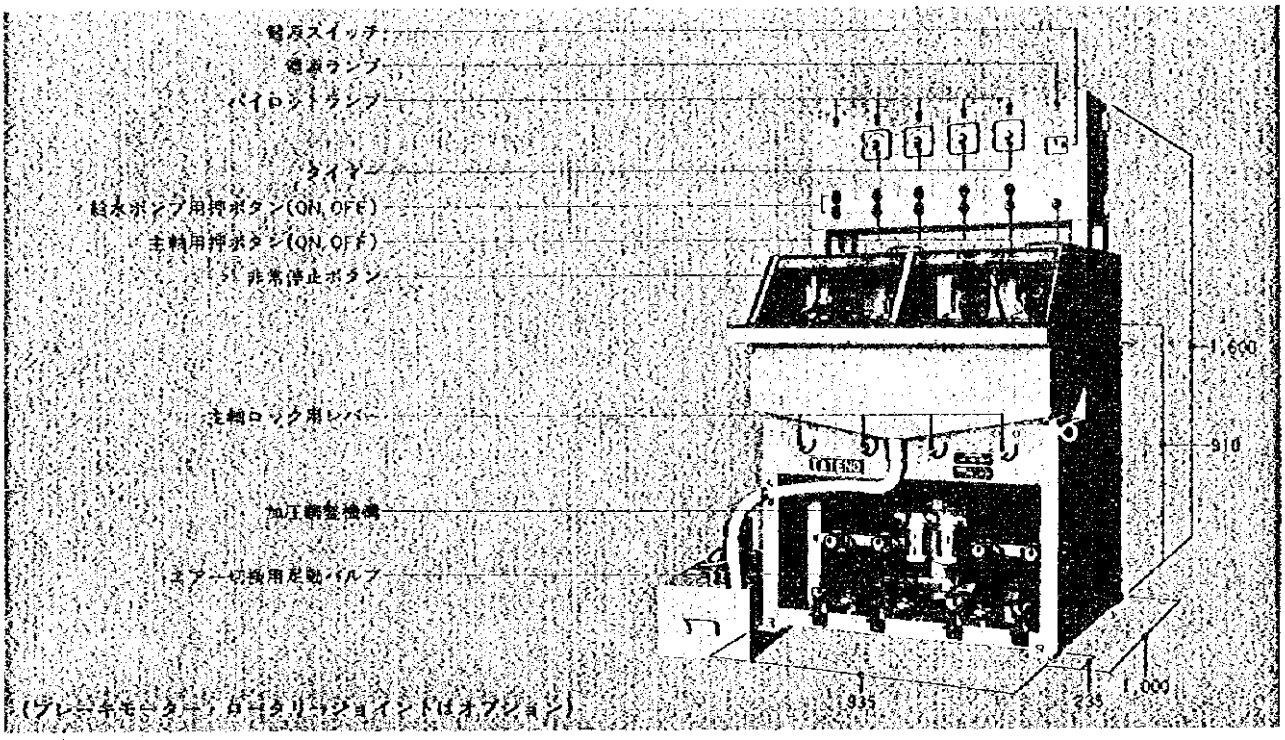
生産技術センター：〒140 東京都品川区東大井2-6-8 ☎(03)3471-9750㈹

鶴岡工場：〒997 山形県鶴岡市宝田1-19-71 ☎(0235)22-4196

1994.夏.㊏

TATENO

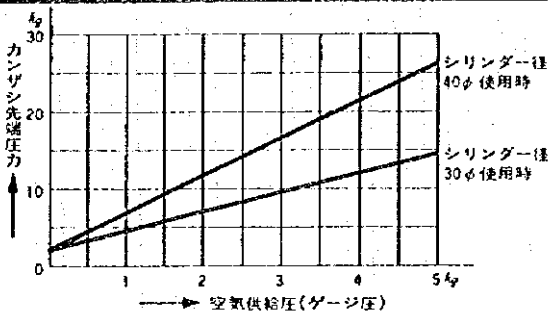
MODEL-TOP 高速レンズ研磨機



(ブレーキモーター,ロータリージョイントはオプション)

本機の特徴

- 本機はカメラレンズ等の1個研磨(多数貼りも可)用として開発された研磨機です。
- 加圧はエアーを使用し，レギュレーターで微調整し，シリンダーの選定(40φ・30φ)により低圧機，高圧機の設定が可能です。
- カンザシ軌跡は円弧運動とし，クセのないニュートンが得られます。
- 1軸頭に主軸ロック(皿取外し時に主軸が固定される)が付いています。



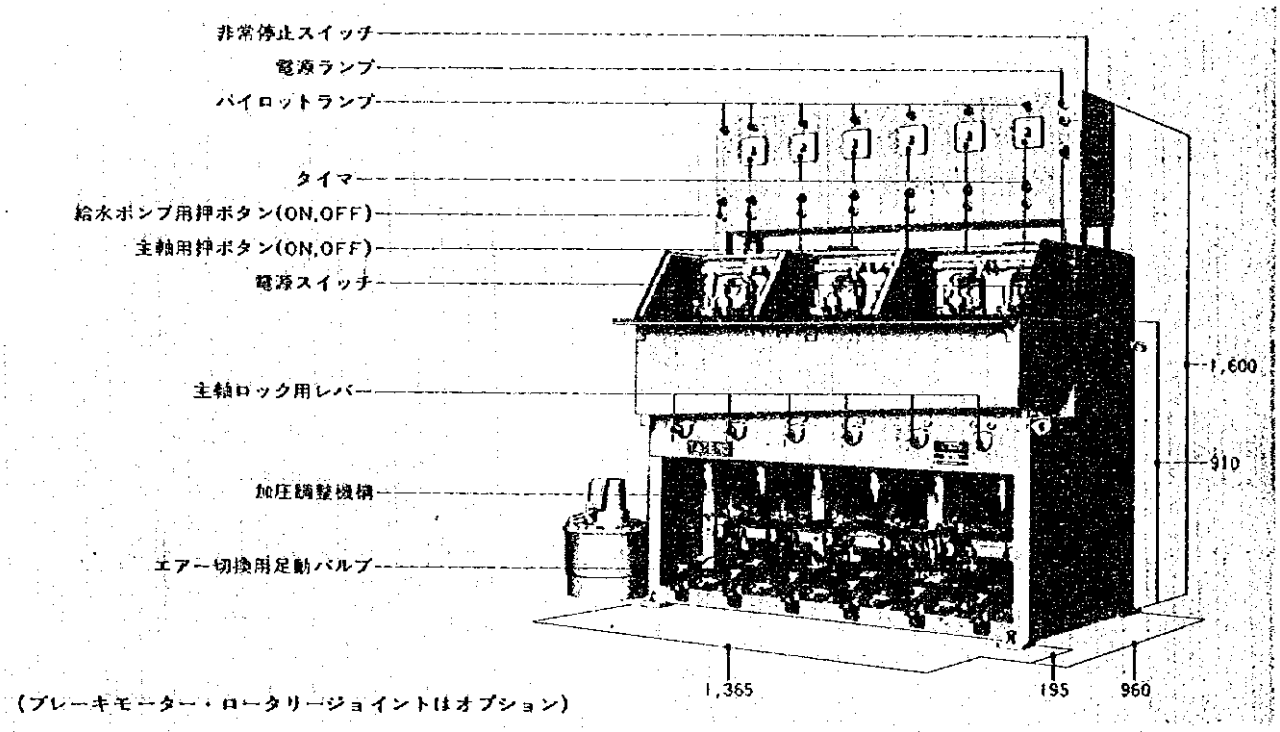
仕様

皿軸数		4軸(単独駆動)
四軸間距離		210mm
最大皿径		約150φ
皿軸先端形状		ユーザー指示による(テーパー・アダプター・ネジ方式)
皿軸回転数		50Hz 500・1,000r.p.m ベルト掛替方式 60Hz 1.2%増
カンザシ回転数		50Hz 50・70・125r.p.m ベルト掛替方式 60Hz 1.2%増
カンザシ振巾		0～70mm
カンザシ軌跡		円弧運動
カンザシ加圧力		2～14.5kg・2～26.2kg エアー加圧(1段式)
タイマー		ユーザー指示による(30分計等)
エアーの切替		足踏式
モーター	皿軸用	0.4kw 4P×4台 3相200V
	カンザシ用	0.2kw 4P×4台 3相200V
	研磨水ポンプ	100W 200V×1台
機械寸法及び重量		935(巾)×1,000(奥行)×1,600mm(全高) 約 kg

製造元
(株)舘野機械製作所
本　社 115 東京都北区浮間3-13-17 TEL 03(966)8731代 FAX 03(965)6101
八王子工場 192 東京都八王子市明神町1-5-1 TEL 0426(46)2121代 FAX 0426(45)6332

総発売元
(株)八紘エンジニアリング
193 東京都八王子市駒田町5-2-9 TEL 0426(65)1572代 FAX 0426(66)7826

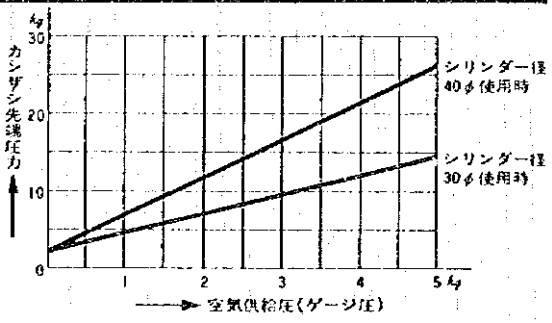
TATENO HBL6-210S型 高速レンズ研磨機



(ブレーキモーター・ロータリージョイントはオプション)

本機の特徴

- 本機はカメラレンズ等の1枚研磨（多数貼りも可）用として開発された研磨機です。
- 加圧はエアーを使用し，レギュレーターで微調整し，シリンダーの選定（40φ・30φ）により低圧機，高圧機の設定が可能です。
- カンザシ軌跡は円弧運動とし，クセのないニュートンが得られます。
- 1軸毎に主軸ロック(個取外し時に主軸が固定される)が付いています。



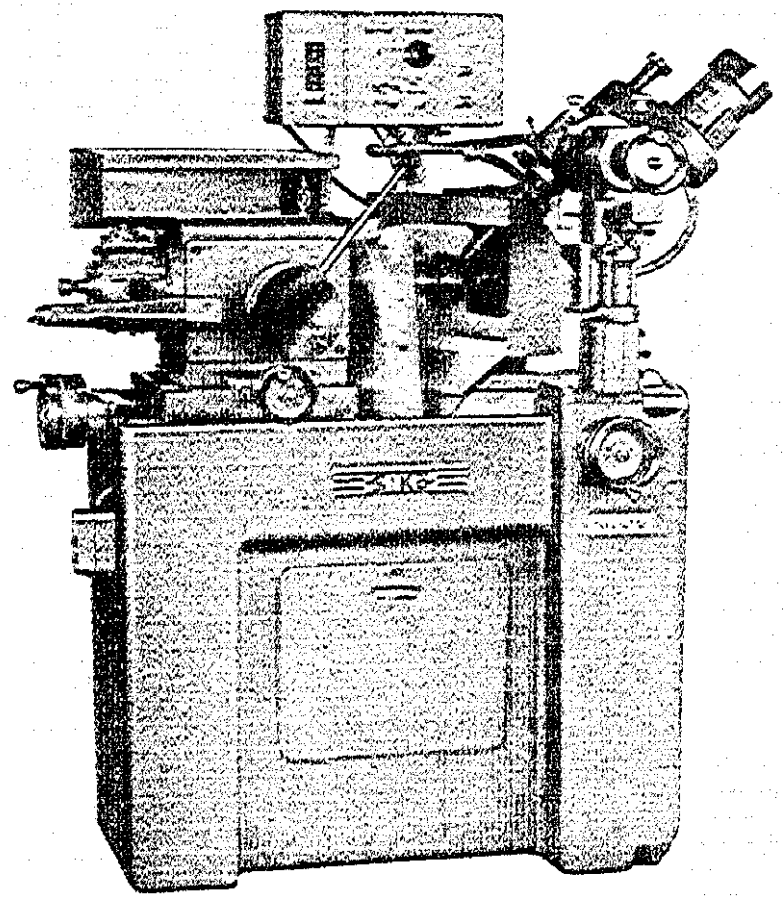
仕様

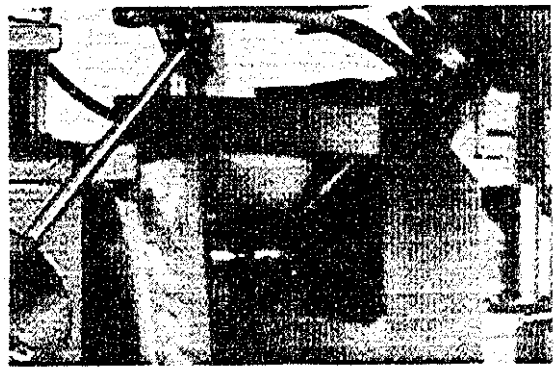
皿軸数		6軸(単独駆動)
皿軸間距離		210mm
最大皿径		約150φ
皿軸先端形状		ユーザー指示による(テーパー・アダプターネジ方式)
皿軸回転数		50Hz 500・1,000r.p.m ベルト掛換方式 60Hz 1.2%増
カンザシ回転数		50Hz 50・70・125r.p.m ベルト掛換方式 60Hz 1.2%増
カンザシ振巾		0～70mm
カンザシ軌跡		円弧運動
カンザシ加圧力		2～14.5kg・2～26.2kg エアー加圧(1段式)
タイマー		ユーザー指示による(30分計等)
エアーの切換		足踏式
モーター	皿軸用	0.4kw 4P×6台 3相200V
	カンザシ用	0.2kw 4P×6台 3相200V
	研磨水ポンプ	100W 200V×1台
機械寸法及び重量		1,365(巾)×960(長行)×1,600mm(全高) 約 kg

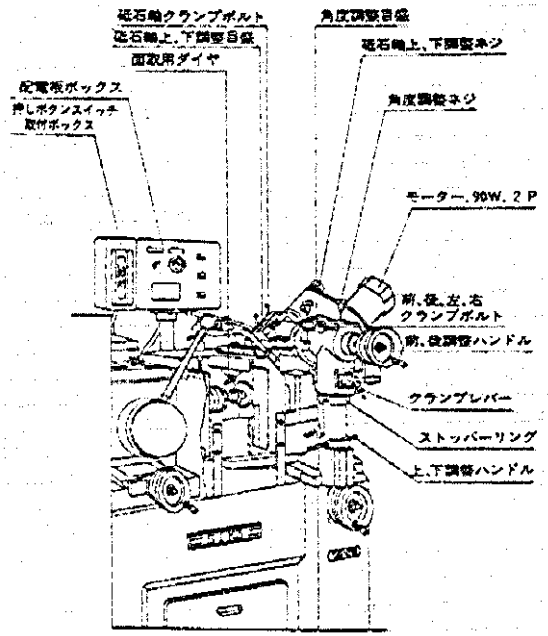
製造元
㈱舘野機械製作所
本　社 115 東京都北区浮間3-13-17 TEL 03(966)8731㈹ FAX 03(965)6101
八王子工場 192 東京都八王子市明神町1-5-1 TEL 0426(46)2121㈹ FAX 0426(45)6332

総発売元
㈱八紘エンジニアリング
193 東京都八王子市散田町5-2-9 TEL 0426(65)1572㈹ FAX 0426(66)7826

定評あるSG型面取機付レンズ研削機







仕様

[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

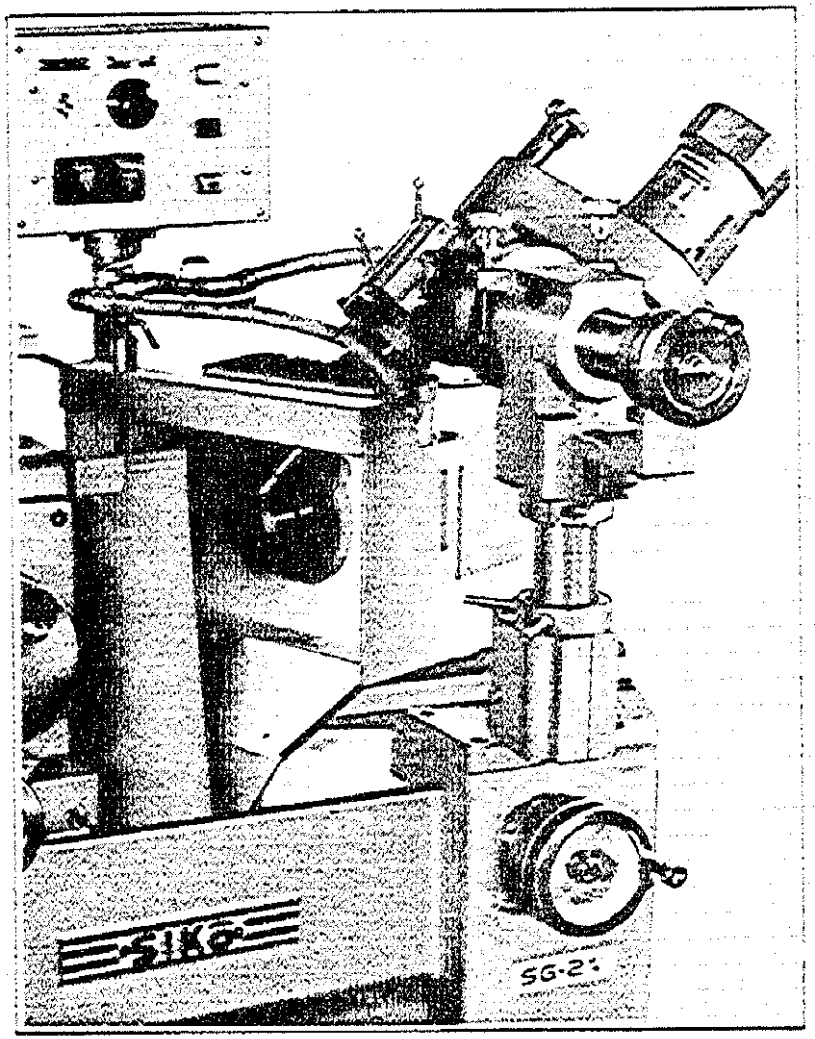
A4-15

SIKOSHA-CHAMFERING ATTACHMENT FOR SG—2 CURVE GENERATOR

SIKO

SG－2型用
レンズカーブジネレーター

面取機



本機はＳＧ－２型カーブジネレーターに取付カーブ面の研削と同時にレンズの糸面を研削加工が出来ます。各種のレンズ面を研削試験を経て、製品化されました。得意様方に愛用されるのをおまちしております。

本機の特長

①ベースの機械精度をこわさずに従来の仕上面精度の良質の面が研削加工されます。
②各種のレンズ形状にあわせて面取度が容易に出来ます。
③ダイヤ軸の回転が高速のため、ダイヤホイルが長期間使用でき経済的です。
　スピンドルには良質のグリスをつけ密封し、長期間注油を要しません。またベアリングは超精密アンギュラーコンタクトベアリングにより、なめらかな高精度な回転軸の永続性を保つことが出来ます。
④面巾との研削加工に微調整が容易に出来ます。
⑤雰除カバーは特に面取機用に設計されレンズの脱着時においても雰除カバーにはふれずにレンズの出し入れが出来ます。又研削油による機械のよごれなどがないように考慮されていますから機械がいつも清潔に保たれます。

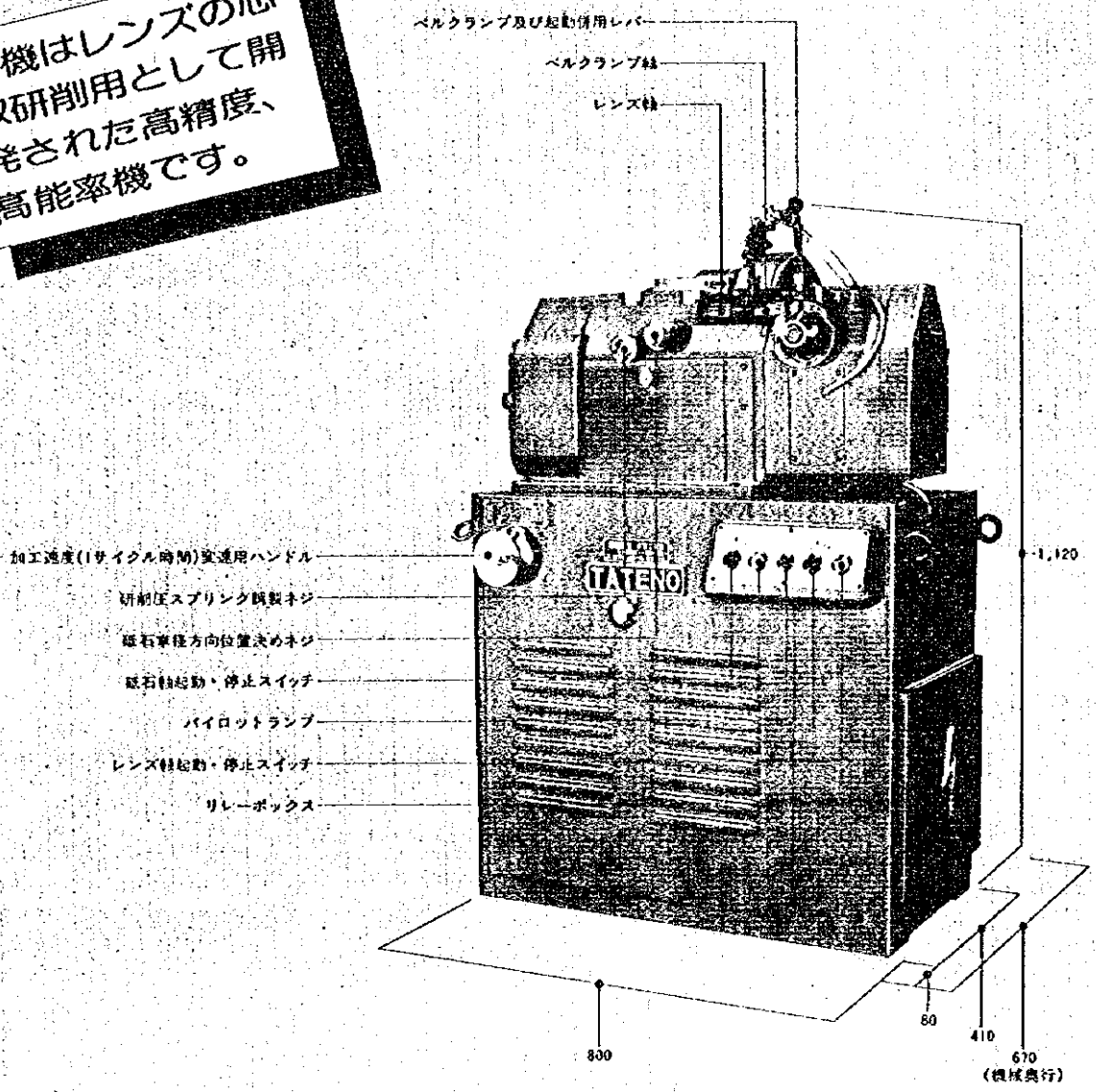
株式会社 紫光社　大宮市三橋２－５０３　電話 大宮 0486（24）5136～7

TATENO

ベルチャック式 PC-2型 自動芯取機

〈実用新案出願中〉

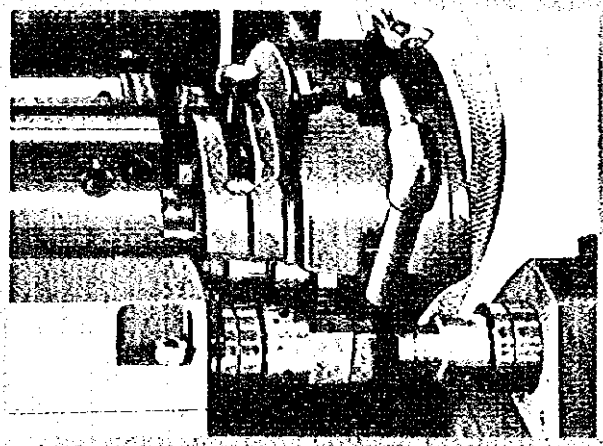
本機はレンズの芯取研削用として開発された高精度、高能率機です。



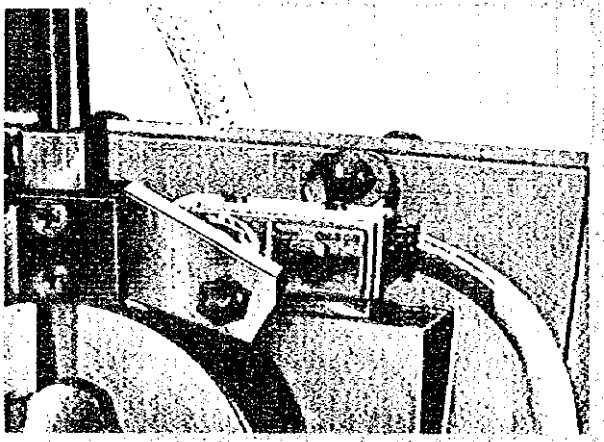
特徴

- 摺動部は焼入研削し、ベアリングを併用していますので、高精度と耐久性を著しく向上させています。
- 変形物(多角形・楕円)でも倣装置により、短時間に高精度加工ができます。
- 加工時間を10～150秒まで無段選定できますので、最高条件で加工できます。
- 切込み用カムの交換が簡単にできます。
- 砥石切込み方向、左右移動方向の動きを手回しハンドルでも操作できます。

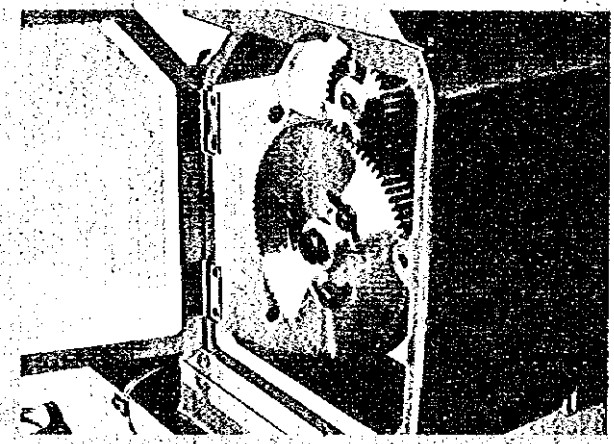
■各部の特徴■



■倣寸法(変形物)を容易に調製できます。



■ワーク着脱、起動がワンタッチでできます。



■レンズ軸回転はチェンジギヤーで変換できます。

■仕様■

		PC－2型
研削し得るレンズ直径	丸もの	最大 85φ
	角・楕円もの	最大40mm 最大最小の差19mm
使用砥石の直径		160φ
砥石軸の回転数		3,700r.p.m
倣ローラー前後微調整量		0～0.75mm
レンズ軸の回転数(1サイクル)		6・9・12回転選定可
砥石軸方向の移動量		最大 15mm
砥石軸前後動カムのリード		最大 22mm
レンズ1個の加工時間(サイクルタイム)		10～150秒(2.5分)(無段変速)
電動機	レンズ軸	200V 200W
	砥石軸	200V 400W 2P
	ポンプ	200V 80W
所要床面積		800×670mm
機械の高さ		1,120mm
機械重量		350kg

製造元
㈱舘野機械製作所
本社 115 東京都北区浮間3-13-17 TEL 03(966)8731(代) FAX 03(965)6101
八王子工場 192 東京都八王子市明神町1-5-1 TEL 0426(46)2121(代) FAX 0426(45)6332

総発売元
㈱八紘エンジニアリング
193 東京都八王子市散田町5-2-9 TEL 0426(65)1572(代) FAX 0426(66)7826

添付資料5　ワークサンプリング法による稼働分析

添付資料５　ワークサンプリング法による稼働分析

(1)　観測項目の内容

観測項目の内容については以下の通りである。

(a) 稼働

主作業のみが稼働である。主作業とは作業者がおこなっている作業自体が付加価値をうむ作業である。例えば、ケースにカバーを組み付けている瞬間やドライバーでねじを回している状態をいう。

しかし組立作業のように主作業と付随作業の区分が出来ない場合があるので、今回の調査では主作業と付随作業をあわせて稼働とした。

(b) 段取り作業

機械設備使用して生産する場合、品種が変わるとき必ず切り替えが発生する。例えば、プレスでは型替え、材料供給、機械調整、食品工場では洗浄作業などがその代表例であり、主体作業をやるための準備・後始末である。

(c) 作業余裕

主作業を行なうことによって時々発生する余裕で、予測できない場合が多い。

1. 製品処理：完成品の並び替え、箱入れ、清掃など
2. 工具扱い：段取り作業は含まず、時々工具を使用して、その他作業中に見ている状態など
3. 機械調整：注油、安全点検、作業中の調整
4. 作業中の掃除：切り粉の掃除、油などによるヨゴレの掃除
5. 検査：検査具の手入れ、検査具を取りに行く、数量を数えるなど

(d) 職場余裕

管理をするため、あるいは管理が悪いため発生している余裕である。

1. 管理をするため発生しているもの：連絡打ち合わせ、報告、会議、伝票記入、故障、図面検討、不良手直しなど

その他：朝夕の掃除、あいさつ

(e) 用達余裕

人の生理に関する余裕であり、トイレ、水のみ、汗ふきなど

(f) 除外

本来あってはならないものであり、雑談、手やすめ、作業中の喫煙など

(2) ワークサンプリングによる稼働分析

「日常自分達の職場の稼働率はどの程度か？」に答えられる管理者はどの程度いるでしょうか。通常機械の稼働率は把握できても、労働集約的な職場における人の稼働率はなか

なか把握できないものである。真の稼働率を知ってこそ稼働率を下げている諸要因を分析できる。すなわち、仮に稼働率が低ければ不稼働の中身を把握し、それらを削減することが可能となる。

(a) ワークサンプリングとは

ワークサンプリングとは、統計的な考え方を利用して、瞬間的に作業者が何をしているか又は機械が動いているのか止まっているのかを判断するために、必要最小限の試料を収集し、試料にもとづいて現象の全体の姿を実用上満足な信頼度と精度で推定する方法である。

簡単にいえば次のようなものである．大きな集団のなかから無作為に試料を抜き出し、もしそれが十分な数であれば，サンプルの傾向から全体の姿がどのようであるか推定することができる。この試料を「サンプリング」といい、もとの大きな集団を「母集団」とよび、母集団のなかから試料を抽出することを「サンプリング」という。サンプリングの方法には、系統サンプリングとランダム・サンプリングとがある。系統サンプリングとは母集団より試料を選びだす場合、母集団を代表するにふさわしいと考えられるものを選び、積極的な指名で選び出す方法をいう。ランダムサンプリングとは、選択者の積極的な意思は全くまじえず、母集団の構成単位すべてが、同じ確率で抜き取られるような無作為な抽出による選び出し方をいう。

例えば，ある会社の従業員5,000人についてある調査をおこないたい場合、年令や勤続年数などのいくつかの要素を考え、この従業員が全体を代表するにふさわしいと考える100名を選び出した場合が、系統サンプリングである。一方、5,000人の名前を記入したカードを作って、これをよくかきまぜ、この中から100枚のカードを抜き取ると言う方法により、選び出せればこれがランダムサンプリングとなる。系統サンプリングによるサンプルの方が、ランダムサンプリングによるサンプルより、バラツキは小さくなる。しかし、反面、系統サンプリングはカタヨリが出る危険性を持ている。したがって、統計的見地からは、一般的にランダムサンプリングがすぐれた方法といえる。

(b) ワークサンプリングによる稼働分析の特長

1. 人ならびに機械の不稼働要因を分析し、軽減又は削除する。
2. 作業の中から価値ある作業部分を選択する。
3. 工場における作業者の行動を分類し、適正な作業割当を行なう。
4. 原価の基礎をなしている標準時間に占める余裕率を算出する。
5. 標準時間を概略設定する。

(c) ワークサンプリングの方法

ワークサンプリングによる稼働分析と、確率の法則を活用して、観測者がランダムに定めた時間に現場で瞬間観測を行ない稼働状況を把握する方法である。ワークサンプリングの原理としては、読者の方が日頃頭の中で行なっていることである。例えば「新潟は美人

が多い」といわれているが、それは新潟に行って新潟駅を降りたとき女性を見て頭の中でサンプリングする。

表A3.4.3のように美人を稼働、その他を不稼働と置き換えたのが、単純なワークサンプリング法である。

表 A3.4.3　ワークサンプリングの例

	サンプル数	計	%
美　人	正　正　正　正	20	80
その他	正	5	20

従って、稼働率は次のように表す。

$$稼働率 = \frac{稼働のサンプリング数}{総サンプリング数} \times 100$$

(d) ワークサンプリング法の長所と短所

1) 長所

1. 観測が容易であり、データの整理が容易である。
2. 1人で10人位の人を観測できる。
3. 作業者が余り意識しなくてもすむので実態に近い値になる。人の稼働率を測定する際、作業中ずっとそばにいて観察した場合には、通常より稼働率が高くなる傾向がある。

2) 短所

1. 瞬間的な観測であるので、深い研究には不向きである。
2. 職場を離席した場合の行動が分からない。
3. サンプル数が少ないと誤差が大きい。

表A3.4.4に作業ならびに余裕の種類とその性質を、また表A3.4.5にワークサンプリング観測用紙の例を示す。

表 A3.4.4　作業ならびに余裕の種類とその性質

種類			性質
作業	主体作業		一作業命令中に繰り返し、規則的に発生する作業動作の集まりであり、生産ならびに本来の作業任務の遂行に直接必要となる要素
		主作業	作業の目的である対象物の変化そのものの進行ならびに任務の遂行に直接的に寄与し、価値形成もしくは目的達成に役立つ要素
		付随作業	規則的に行われる作業であるが、主作業に該当せず、価値形成もしくは目的達成に間接的にのみ役立つ要素
	準備後始末作業		命令の意図する本来の作業のための準備段取り・後始末・運搬などの作業で、加工ロットに対して1回だけ発生する要素
余裕	作業余裕		不規則、偶発的に発生する作業で、その原因が機械、工具、材料などの物的要素にあるかもしくは目的とする作業の遂行に直接の関連をもつ要素
	職場余裕		本来の作業とは無関係に発生する作業で、各種の手持ちや管理上から起こる、作業動作に対する遅れとなる要素
	用達余裕		作業の種類に関係なく、人間として普通に発生する生理的欲求から必要となる要素
	疲労余裕		作業による疲労を回復するために特別の時間を要する場合に発生する遅れの要素
除外作業（非作業）			作業者の個人的理由や怠惰のため発生する不必要な作業動作

表 A3.4.5　ワークサンプリング観測用紙

No.＿＿＿＿＿＿

職場名：鋳鉄職場　　対象：機械＿＿＿＿　　観測者：＿＿＿＿＿＿　観測日日：＿＿＿＿＿＿

機械番号	機械名および対象作業者	観測時刻	観測値	不稼働		作業余裕に該当するもの									機械余裕に該当するもの									用達余裕		休憩		原因不明多発	原因不明不良
				材料作業	段取り作業	製品処理	工具扱い	図面検み	機械調整	切り粉取り	処理スクラップ	注油	作業場中の休	検査	運搬打ち合わせ	治具工具し	図面検討	材料製品運	伝票扱い	機械整備	手待ち	機械故障	疲労金属	手洗い	水飲みとり	疲労休	疲労休		
1	MD 301　秋野																												
2	MD 702　藤田																												
3	MD-703　芦山																												
4	MD 033　鹿嶋																												
5	MD 001　山本																												
6	MD-708　杉山																												
7	MD 711　竹田																												
8	MD 101　小柳																												
9	ホーニング　林																												
10	ホーニング　白井																												
11	DM-706　佐藤																												
12	MD-712　倉田																												
13	MD 026　内山																												
合計			826	370	250	82	78	90	50			29		106	204	156	100	116			87	96	41	30	21	66	52	150	0
百分率（%）			27.5	12.3	8.3	2.7	2.6	3.0	1.7			1.0		3.5	6.8	5.2	3.3	3.9			2.9	3.2	1.4	1.0	0.7	2.2	1.7	5.0	0
大区分合計			828	370	250	435									800									51		118		150	0
百分率（%）			27.5	12.3	8.3	14.5									26.7									1.7		3.9		5.0	0
備考	MD……ボール盤																												

渡辺錬一郎，『工程管理と生産現場の組織』，日刊工業新聞社（1985）より

(e) ランダム時刻表使い方

（表A3.4.6 参照）

ランダム時刻表に示されている左1桁は「時」を表し，右2桁は「分」を表している。すなわち、次のようになる。

0：9時　　4：13時

1：10時　5：14時

2：11時　6：15時

3：12時　7：16時

1日の観測数が25回よりも少ない場合には、(40)から逆番に外す。もし35回必要ならば(40)、(39)、(38)、(37)、(36)の時刻を減らす。

表 A3.4.6 ランダム時刻表

1	2	3	4	5
0:10	0:05	0:15	0:05	(37) 0:00
0:30	0:15	0:20	(32) 0:25	0:10
0:45	0:30	(36) 0:30	0:40	0:25
0:50	(39) 0:50	0:35	0:45	0:40
1:10	1:05	(38) 0:55	1:00	0:55
1:15	1:20	1:05	1:20	(35) 1:15
(38) 1:25	1:40	1:15	1:25	1:25
1:35	1:55	1:25	1:40	(34) 1:30
(35) 1:40	2:10	1:45	1:55	1:40
1:55	2:30	(34) 1:55	(38) 2:05	1:55
2:05	(38) 2:35	2:10	2:15	2:15
2:20	2:45	2:30	(36) 2:30	2:25
2:30	(37) 2:55	2:45	2:40	(31) 2:35
(31) 2:45	3:05	2:55	3:00	2:55
2:50	(37) 3:15	(39) 3:05	(35) 3:15	3:15
3:00	3:20	3:15	(31) 3:20	3:30
(32) 3:15	3:40	(35) 3:30	3:35	3:45
3:35	(35) 3:55	3:40	3:50	3:55
(34) 3:50	4:00	3:55	(40) 4:05	4:00
4:00	4:05	(37) 4:15	4:10	4:10
4:15	4:15	4:30	4:20	4:20
4:35	4:35	4:45	4:30	(40) 4:35
4:50	4:45	5:05	(33) 4:45	(38) 4:55
(39) 5:05	(40) 5:0	5:15	5:00	5:10
(33) 5:15	5:15	5:25	5:05	5:20
5:25	5:30	5:40	5:25	5:40
5:30	5:45	(33) 5:45	5:40	5:50
(37) 5:50	(32) 5:55	6:00	5:50	6:10
6:10	6:15	6:20	0:05	6:20
6:15	6:25	6:40	6:20	(36) 6:30
6:35	6:45	(40) 6:55	6:40	6:45
6:50	6:55	7:10	(39) 7:00	6:55
7:05	(36) 7:05	7:20	7:15	7:10
7:15	7:25	7:40	(34) 7:20	7:20
7:30	(34) 7:35	(31) 7:55	7:30	7:25
(40) 7:40	7:45	8:00	(37) 7:45	7:40
7:55	7:50	(32) 8:15	7:55	(33) 7:50
8:15	(31) 8:05	8:30	8:05	8:10
(36) 8:20	8:15	8:40	8:10	(39) 8:30
8:30	8:35	8:55	8:25	(32) 8:50

(f) ワークサンプリング法の観測数

必要な観測数は次の式により求められる。

$$N=\frac{\alpha^2(1-P)}{S^2P}=\frac{\alpha^2P(1-P)}{e^2}$$

ここで、N：必要な観測数、α：結果の信頼度、S：相対誤差、P：推定稼働率
e：絶対誤差(S×P)

表A3.4.7に結果の信頼度と確率について示した。

表 A3.4.7 結果の信頼度と確率について

α	確率
1	68.27%
1.96	95%
2	95.45%
2.58	99%
3	99.73%

絶対誤差と相対誤差の2つを考慮する理由は次のとおりである。例えば、稼働率が15%と45%の2つがあったとする。このとき、両者の絶対精度が±3%だったとする。相対誤差を見ると

一方は、3÷15×100=20（%）
他方は、3÷45×100=6.67（%）

となり、サンプル数を決めるときは絶対誤差だけでなく、相対誤差も考慮にいれる必要がある。

(g) ワークサンプリング法の手順

1) 観測対象の明確化を図る。

2) 観測事項の内容を決定する。

機械職場の場合にはどの機械を観察するのかを決めておく。また、機械に番号をふればデータを取りやすい。作業者を主体とする場合には稼働内容の項目を決めておく。通常の場合は観測数に対する主作業の比率を稼働率とする。手作業による組立作業などでは主作業と付随作業の区別がつきにくいので、主作業と付随作業を区別しないで主体作業として一本化してもよい。標準時間の余裕率を算出するときは職場余裕と作業余裕の項目を決め

ておく。

3) 観測対象となる職場の管理者や監督者の承認を得ておく。

職場の管理者や監督者から職場へ趣旨を説明してもらう。とくに個人個人の観測ではなく、職場全体の状況を把握することが目的であることを十分に理解させる。

4) 結果に期待する信頼度・許容誤差を決める。

5) 測定しようとする稼働率を予測する。

半日程度かけて予備データをとり、実施計画に役立てる。

例えば、ある機械メーカーの部品加工職場におけるマシニング・センター5台を25回巡回して調査した結果、稼働していたのは延べ50回であった。

この結果から稼働率を算出すると次のようになる。

$$稼働率 = \frac{50}{5 \times 25} \times 100 = 40(\%)$$

6) 観測実施計画を立てる。

必要なサンプル数を次のように決定した。

$$N = \frac{4P(1-P)}{e^2} = \frac{40 \times 40 \times 6}{0.04^2} = 600\ (回)$$

ここで、P=0.4, e=0.04とした。

7) 観測時間をランダム時刻表により求める。

8) 観測項目をあらかじめ設定し、観測用紙に記入しておく。

観測にあたっては作業者に意識されないように行なう。観測対象としては機械主体か人主体かを明確にする。例えば、機械を中心とした場合、機械が稼働していれば作業者の稼働にかかわらず稼働とする。

添付資料6　近代化計画の5要素の実現方法

添付資料６　近代化計画の５要素の実現方法

近代化計画の５つの要素は図A6.2.1に示すような相互関係がある。

何れの要素も調和のとれた形で連携されて個々の計画が実現し、近代化計画の実現開花に繋がる。

この相互関係図の中で、経営方針は今回蘇州医用器機工場で策定された近代化計画に当たるものであり、場当たりでなく、予め総合的なの計画をつくり、それを実行することで近代化計画が達成される。特に重要な計画は製品の開発計画であり、開発製品を生産するための生産管理システムとそれを生産する生産形態つくり、販売体制が、それぞれバランス良く構築され、その結果として近代化計画が実現する。従って、製品開発、工場生産活動の基になる生産管理システム、生産形態に対し、個々の基本的戦略を提案するものである。

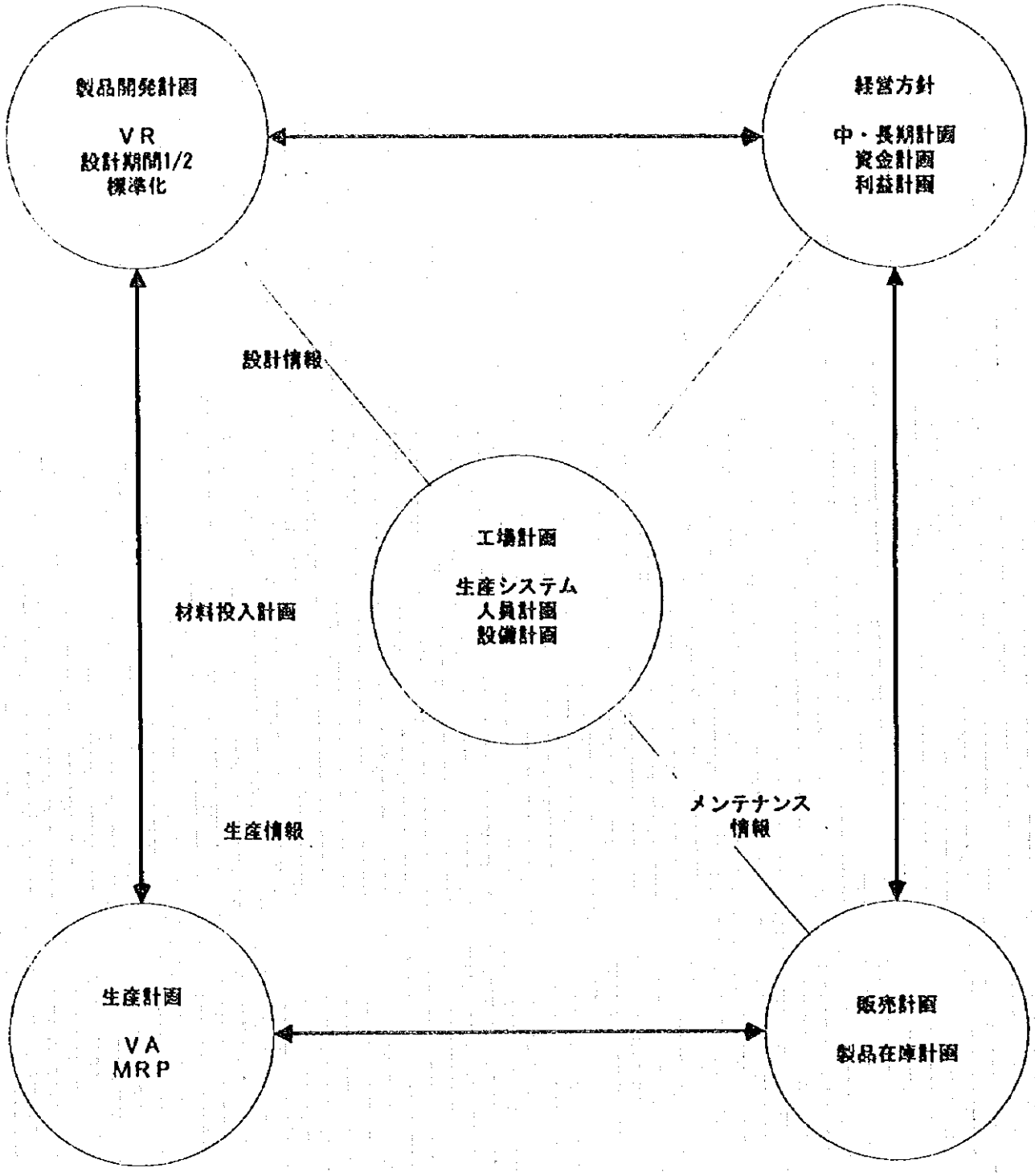


図 A6.2.1　工場計画の相互関係

(1) 製品開発計画

製品開発計画は、工場での生産する製品構成の基本的考え方示すもので、将来計画を含め、どのような新製品を開発付加し、どのような旧製品を廃棄するかを計画するものである。

一般に製品化の過程は、企画、研究、開発設計、製品設計、生産技術、製造、販売の流れとなり、その内、企画、研究、開発設計、製品設計の「川上」は製品開発担当の業務となる。製品には、この部分が最も重要になると認識する。つまり、開発研究や商品企画の段階で方向を誤ると、悪影響は大きく、反面設計の基本構造や市場性の悪い製品は、その後の工場側の努力では良く成らず、製造方式、設備を含めた製造の努力では大幅に低減することは期待できない。言い換えれば、製造コストは設計段階で大半は決まる。特に蘇州医療器機工場の場合、多品種少量の製品群であるので、設計段階から短期間の開発と経済性ある製品設計を狙うべきである。それにより如何に量産効果を出すかが製品開発での思考の鍵となる。その為に製品開発の機種にとらわれず、「バラエティリダクション、VR」「設計期間 1/2 化」の手法を開発段階から、この「編集設計」の考え方と系列化の思想を導入し、新製品開発の期間短縮と総部品数削減を提案するものである。

概要は次の通りである。

・「バラエティリダクション、VR」：製品に共通し使える固定部分と製品毎の専用部分を分け、製品系列での主体を固定部分で、独自部分のみ専用部品による構成にする設計手法。

・「設計期間 1/2 化」：過去の類似開発過程を分析参考にし、それを基にパラレルの開発設計をする設計期間短縮法。

特に、これらの柱のなかで成功の鍵 (Key Factor for Success) 握るのは製品開発であり、これが計画通りに開発されることが条件となる。それには、開発の指令塔的機能の技術管理の任務は重要で先に指摘したが、マーケッテイング調査を含め、具体的開発戦略をはじめ製品開発の企画力が全体の命運を握るといえるので、強力な企画スタツフの育成強化を前提とした推進体制をつくるべきである。次に開発部門には、製品開発の設計技術者の志気をいかに喚起するかの環境作りで、職場環境整備は当然、設計実務を支援する技術情報収集及び CAD システムも最適設計 CAE (Conputer-Aided Engineering) まで発展したコンピュータ・ネットワークの整備を意図して是非成功させたい。その他に標準化の完備等、課題は多くあるが、特に、そのなかの製品設計段階でほぼ製品原価の大半は決まる。従って、設計当初でコストの削減を設計手段とし多品種の開発に有効な実績がある、強力なツールとし VR (Variety Reduction) 手法の導入を推薦提案する。

(a)VR (Variety Reduction) 手法

1) バラエティリダクションとは

製品が開発されてから衰退するまでの一連の動きをライフ・サイクルというが、製品の開発初期は図A6.2.1のように製品の持つべき機能の向上に重点がある。やがて、その製品の機能が認められると、それが普及するか否かは製品価格になり、コストダウンが最重要な課題となる。この時期には標準化を行い、より量産体制を確保しながら、コストダウンをはかる。やがて製品が成熟期に入ると、製品の多様化が始まる。すなわち売り上げの鈍化をカバーするため、少しでも特徴のある製品で、新規の顧客を開拓しようとする。またモデルチェンジによつて優位性を確保しようとし、製品の多様化がはじまる。これが作り手は並級から高級までの品揃えが必要になつてくる理由である。また、当然ながら製品の開発された時代の技術的、社会経済的な影響を受けている。一度基本モデルが設定されると、どんなにモデル・チェンジしても、伝統ともいえる前の設計の影響を受ける反面、別グループに設計させるとかなり異なるモデルになる。

このために多くの製品は、仕向先による必然的なバラエテイ以上に複雑で不必要なバラエチィを内在したままになつている。このことは、製品をつくる生産方式にも影響を与え、生産方式そのものが必要以上のバラエティを持つことになる。製品の生まれた時代と次の時代のモデルの差による生産方式の違いは勿論、担当者の違い、採用設備が異なるなど、本来その生産が持つべきものより、遥かに複雑で不必要なバラエティを含むのが現実の生産工場の実態であり、この実態が現実のコストを発生させている。

VRはこうした無駄なバラエティを取り除くこと、すなわち、製品・生産環境の簡素化をはかることができれば、損益分岐点を引き下げることが出来るはずで、これを狙つた手法である。

2) 部品半減の効果

製品に要求される機能、すなわち働きは、その製品を構成するユニツトとか、部品によつて受持たれる。従つて、製品を設計するということは、どんなユニツトとか部品を採用するかということになる。製品のコストは、構成するユニツトとか部品から発生する。逆説的には部品があるから材料費が必要で、加工工程が必要になり工数があかかる。また部品とかユニツトを製品として組み立ても必要になり、管理する手数がかかる。

もし製品に要求される機能を満足させ、それを構成するユニツトとか部品を削減することが出来れば、コストダウンの効果ははかりしれない。VRはまずこれを狙つている。

部品半減の効果は図A6.2.2に示すように広い範囲にわたる。

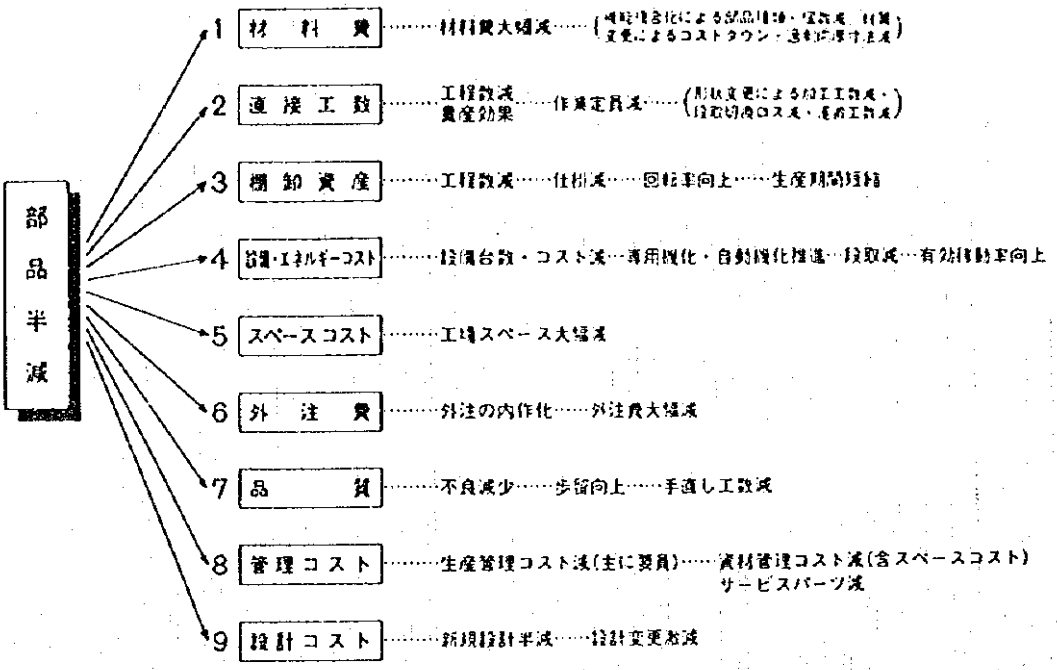


図 A6.2.2　部品半減の広範な波及効果

3)VR の基本的な考え方

製品種類、部品種類増加はの対応策について、多様化、多種化の要因を認識した上で、製品の「固定・変動」化をはかる。バラエティには、工場側のポリシーとして自由に設定できる「任意のバラエティ」と、市場の要請する「必然のバラエティ」とを如何にうまく製品や生産のしくみの中で区分し、評価・対応するかが多品種・多様性に対処するためのポイントになる。VR はこの点に焦点をあて、製品を構成するユニットや部品に「固定・変動」という考えを展開する。各製品に共通して使える部分と、各製品毎に専用となる部分に分けて設計を行う、これによつて、製品種類が増加しても変動部品を構成する部品種類の増加で対応することで、総部品点数は削減される。

4)VR の 5 つのコンセプト

次の 5 つのコンセプトによりバラエティの削減をはかる。

1. 固定・変動
   - 固定部分と変動部分をわけてみる。
   - 顧客に対応した変動部分のみふやす。
2. モジュール化
   - レベルの下の要素の組合せで上の機能を作る。

・多様な製品を組合せてふやす。

3. 多機能化

・排　除：なくてもすむ機能の除去

・結　合：2つ以上の機能を1つの部品で果たす

・交　換：構成組付順序の入れ替え

・簡素化：構造単純化

4. レンジ

・1つの部品がカバーする性能の範囲（レンジ）を段取コストがミニマムになるようにする。

5. 系列

・変動のさせ方をある系列にのせる。

・性能、寸法数値の等比化・等差化

以上のコンセプトで、現状の多品種の実態解析から明日の設計・生産システムを構築する。

(b) 設計期間 1/2 化手法

製品開発には設計期間の短縮は不可欠で、その方法の1つとして以下を提案する。

未経験の新商品開発は、山登り似て初登頂の山に挑戦するようなものである。たとえば他社で開発された新商品でも、未経験である。設計期間 1/2 には次の手順により進める。

手順1：まず必要なものは、情報収集であるが、情報収集の優れた人を選定し前段取りをする。誰に会えば必要な技術情報が得られるか、対象、目的、ターゲット（何を聞き出せばよいのか）、場所、担当者、窓口（どこにゆけば必要とする情報が得られるか）、量（どれだけの技術情報の量、または人員が必要か）、方針、方策、方法（どのような方法を用いれば得られるか）、予定月日（いつまでに必要な情報を得たらよいか）

手順2：過去の設計開発の実績日程から設計工程表に作り替える。

手順3：過去の実績工程表の停滞工程をリストアップし、整理、解決方策を立てる。

手順4：過去の実績工程表を利用して、パラレル設計工程表につくりかえ、設計トラブルについて解決方針を決めておく。

手順5：設計組織、開発プロジェクト組織をつくり、可能な限り縦待ちにする。

手順6：パラレル設計工程表に仕事の分担を割付け、基準日程表に基ずき、目標納期を決める。

手順7：設計差立板を中心に管理者が予定の消し込みを行い、目で見てわかる管理を実施する。

製品開発を以上の手法を活用して組織的に展開することで、計画された製品開発を実現したい。

(2) 生産計画

生産計画の広義の意味は、経営の方針の基ずいてそれぞれ物を作る面、財務の面から、生産の数量および品質などを時期的に決めることであり、経営管理の第一歩はその目標を明確にすることが必要である。生産計画は、その目標を示すもので企業における活動の基本であつて、慎重にきめられなければならないものである。経営の上からみれば生産高目標は損益分岐点を上回ることが望ましい。次に、狭義の生産計画では、なにを・どれだけ・いつ・どれだけの人が・どんな材料や、どんな機械や設備を使つて生産するかを予定することである。この生産計画を実施し、統制する業務を生産管理という。素材から完成品までの物の流れを時間ベースで管理する管理技術に革新的生産管理システムとしてＭＲＰがあり、既に蘇州医療器機で導入されシステムの整備が逐次進められているが、全社をあげた体制で早期の立ち上げを推進し成果に繋げる必要がある。

(a)MRP(Material Requirement Planning) 「資材所要量計画」

多品種少量の製品が生産量を増加することは、事務作業の繁雑さ、管理の複雑さは、それ以上のスピードで増加する。規模の拡大は従来の有能な人の管理範囲をはるかに越えるようになる、情報伝達機能に障害が発生する事は明白であり、この方策にはコンピュータの活用は不可欠である。そこで革新的生産管理システムとしてMRPの驚異的な効果が挙げられるといわれている。既に、当工場では生産関係の基礎資料は組み込まれ、第一段階は順調にスタートし実践展開していて、数個の主要倉庫の在庫管理と出入りは、これにより管理されているようである。一般に、導入による期待効果は在庫削減効果、事務生産性の向上、現場での直・間比率の生産性向上、計画統制機能統一、責任・権限・役割の明確化、情報の共有化、伝達の迅速化、正確性の向上と幅広く大きく期待されるものであるが、基本となるデータベース(database)の正確性、基本生産計画の実行可能性などの要点があり、工場の全体にかかわる非常に大きく複雑なシステムであるので、周到な計画のもとに作業を進めなければならない。膨大なシステムの全部を同時に必要とするものではない。当面どこまでのシステム化すべきかという範囲の決定が必要で、システムをブロツク化し、実際に現場で稼働させながら、逐次システムの充足拡大をはかるのが現実的な方法のように思える。さらに、昨今のコンピュータシステムはダウンサイズの時代であり、何でも大掛かりな電算システムよりか、比較的に簡単にシステムに対応するパソコンの活用を大いに取り込んだシステム作りが最善の方法と考える。何れにせよ、現業の管理者に計画機能を受け持たせず生産に専念できるように生産管理システムをレベルアツプすべきである。

(b)VE(Value Engineering) 技法

1)VE とは

企業には、企業基盤となる独自の固有技術と管理技術(VA,IE,QC)があり、それがバランスよく企業を支えることが必要である。企業の成長には必要な固有技術と管理技術の成長

も併せ、実現するものである。先に 2.1.2 で問題点とし指摘したように、現行の製品原価分析では原材料・購入部品・外注加工が占める比率は高く、製造原価を抑える為には、これの削減は緊急に取り組むべき課題である。しかしこの部分は自社とその購入先である工場が持つ総資源を有効に活用することから糸口を見出すことが出来るので、この活動を速やかに着手すべきである。この解決方法で有効な手法として、双方の"共存・共栄"の精神を基本理念とし成功させている購買 VE 活動があり、その VE 活動につき紹介する。

VA の誕生は米国の電機メーカ GE 社のローレンス・D・マイルズが 1949 年に VA を開発し発表したもので、この VA が今日の VE の基本となつている手法である。1954 年に至りアメリカ国防省は国防関係の製品の調達に VE と名ずけて適用した。その後、大幅なコストダウンを効果的に実現していくためには VE を生産化以前の設計段階から適用しなければならないという考えが強くなり、普及し大きな成果が報告されるようになり、製品だけでなく製造工程、管理システム、組織、業務、サービスなど多様な分野への適用が試みられるようになつてきた。

VE は、価値を研究し、最適価値の実現をねらいとした管理技術である。

「VE とは、最低のライフサイクルコストで必要な機能を確実に達成する為に、製品とかサービスの機能的研究に注ぐ組織的な努力である」

2)VE の考え方

顧客が金を払うのは物自体に対してでなく、その物の持つている働き（機能）に対してであり、工場は物を作つて売るのではなく機能を作り込み、それを売るつているのである。そこで VE 活動の大切な点は、対象として物の機能を的確に把握し、有効な手段をいかに見出すかである。

具体的には機能について分析、評価し価値を高めようとするものである。

価値 (value)、機能 (function)、コスト (cost) の関係を式で表すと次の様になる。

$$V = F/C$$

この式から解るように機能を高め、コストを下げることにより価値は高まる。

VE 活動の対象は図A6.2.3 の適用分野で、製品への適用に図A6.2.4 を用いる。

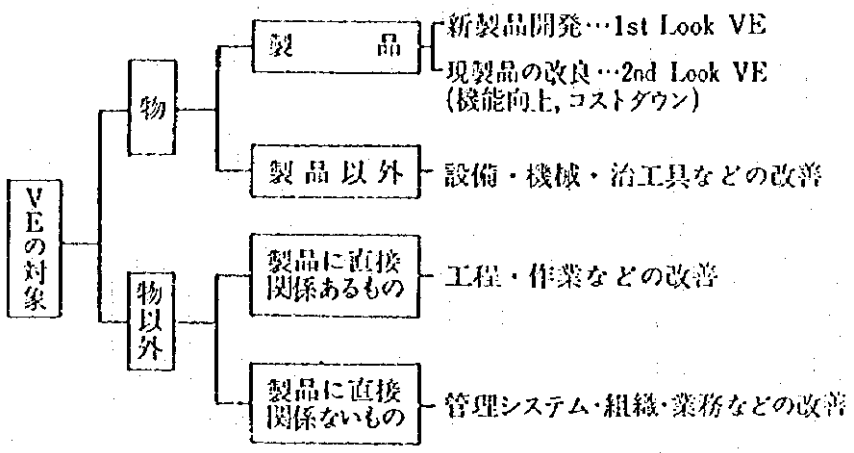


図 A6.2.3　VE の適用分野

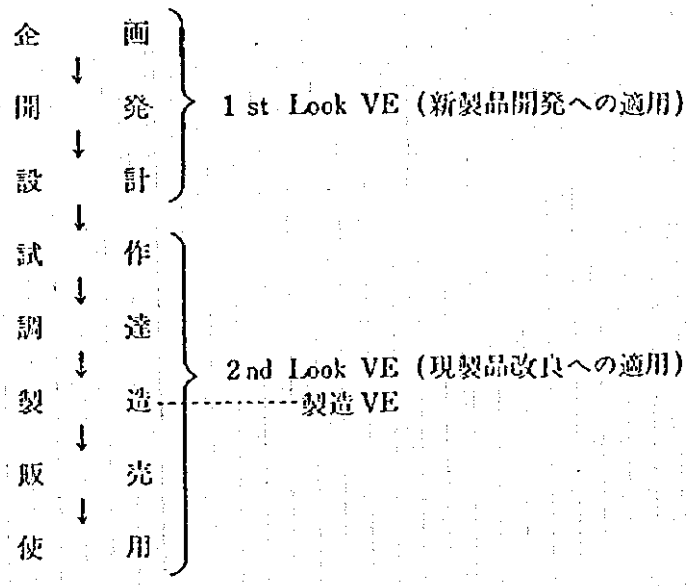


図 A6.2.4　製品への VE の適用

VE では、一連のジョブプラン (job plan) と呼ばれる基本のステップが設定されていて、VE 活動はこの決められた図A6.2.5 及び図A6.2.6 のステップを順次踏んで行くことにより活動の成果が得られるしくみになつている。手法 1 は 2nd look VE に適し、手法 2 は 1st look VE に適している。

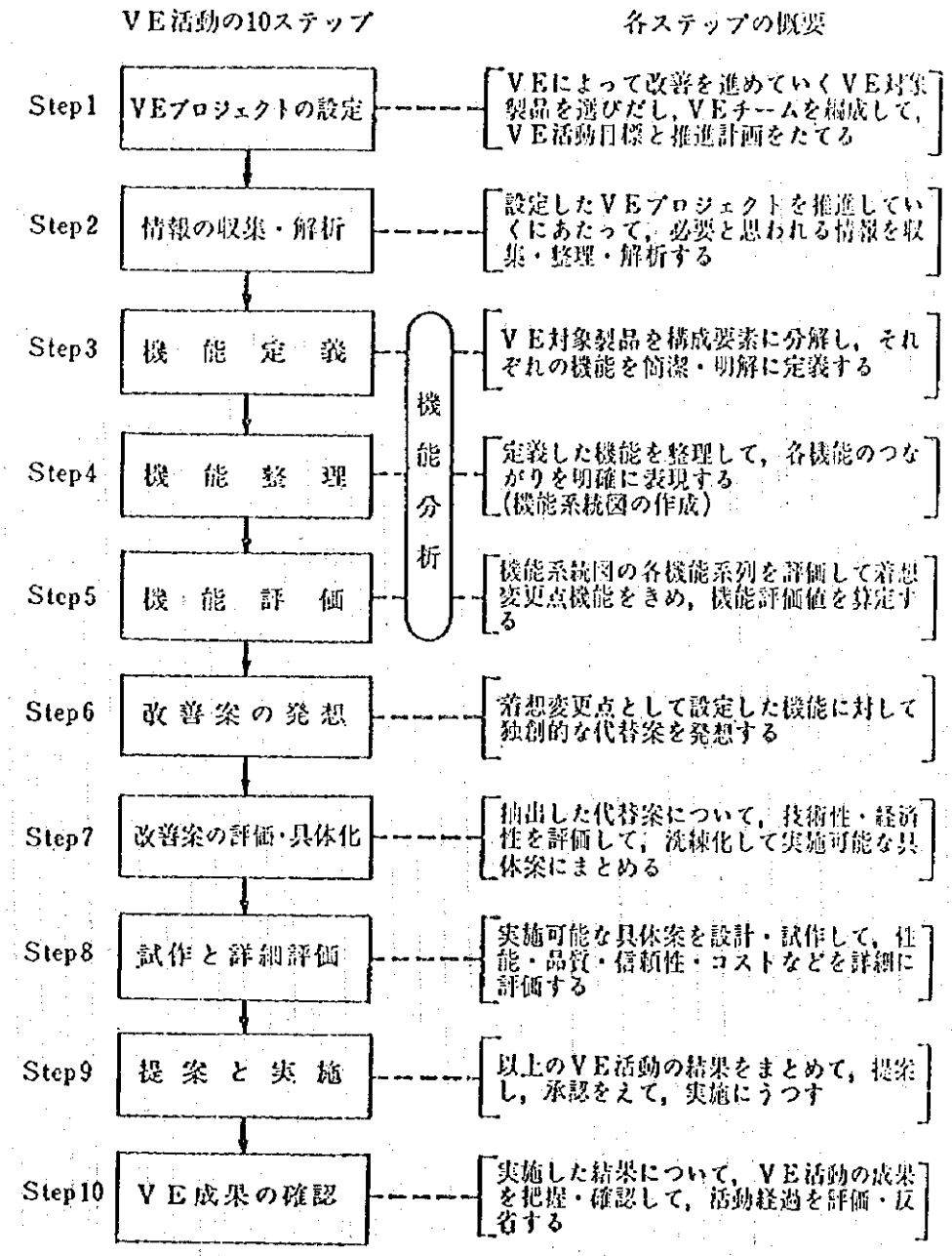


図 A6.2.5　製造 VE 手法（その 1）

・特徴

（１）機能設計法：ＶＥ対象の真の目的（基本機能）と要求される条件かれスタートして、最良の方式を選択しながら必要な機能を上位から順に展開していく。
（２）指向性の決定：すぐにアイデアの発想に入らないで、まずあらゆる観点から改善の方向性のあるテーマを発掘し、評価の上改善の方向性を決定する。

・推進上のポイント

（１）機能構造の明確化：現製品または類似製品の機能分野別のコストを分析することにより、改善案のキッカケを掴むと同時に着手の順位を決める。
（２）アイデアツリーの作成：アイデアの発展連想をするためデザインインデックスを抽出して更にアイデアを拡大しる。その後構想案を作成する際に容易にするため、デザインインデックスとアイデアをツリー状に整理する。
（３）適合性フィルター：アイデアから設計仕様までの選択、評価、検討すること適合フィルターにかけるという。第１次から第４次まだの４段階から構成されている。

図 A6.2.6　製造 VE 手法 (その 2)

問題を解決するために既知の経験・知識をときほぐしアイデァの種となる情報の質と量から改善案をまとめ上げるテクニックが重要となる。アイデァの発想法についてはブレーンストーミング、問題点発見の技法、チェックリスト法、KJ法、NM法がある。改善案は設計に移し、試作品をつくって品質、信頼性、コストなどについて詳細に評価する。VE活動の締めくくりは、VEを実施に移した結果の成果を確認することと共に、今後のVE活動のレベル向上のため経過をまとめ反省を加えておく、以上一過性のVE活動に終わることなく中・長期的な視野でのVE活動を展開することで企業体質の改善を最終目的とするようにする。

VEを成功に導く5つの条件は次の通りである。

1. VE導入の成否は、TOPの熱意と強力なバックアップによって決まる。
2. VE推進者の熱意と根気
3. VEの普及活動と教育
4. 知恵と情報を集めるには関連部門の強力が不可欠
5. 関係取引先の協力が必要である。

(3) 工場計画

工場は建屋に人、原材料、そして管理が付加され、生産活動が開始され工場とし機能する動態的なものである。従って、一般的に工場計画には生産活動に関わる多岐の項目がの計画が、その対象となるが、ここでは、主に、近代化計画に関わる製品作りの、金属部品加工、光学部品加工、製品組立での、各部の生産システム（生産方式、設備、人）と、今回の調査報告で指摘の問題点について、その方法と改善案を提案するものである。

概要は次の通りである。

金属部品加工

組立中心のABC区分による部品生産方式で、特に主要部品をA部品としGT技法による。

GT技法：製品主要部品の類似性による集約化により加工に要する仕掛かり期間の短縮と加工の効率化を狙う方式

改善点

- 完成部品の加工精度
- 部品加工工程での移動距離短縮と停滞の削減
- 実稼働率の向上
- 部品加工での進捗ハ行の防止
- 部品完成品の品質保証

光学部品加工

新レンズ加工方式：固定砥粒（ダイヤモンドペレト）を使う高速研磨の一コ加工方式

改善点

・洗浄装置導入による準備工数削減

・加工工場の環境改善

・検査装置類の整備

・工程管理の改善

・排水処理の改善

製品組立

モジュール型生産方式：製品在庫を少なくする組立の生産投入方式

改善点

・工程管理：生産指示の徹底、仕掛かり削減、完成予測の精度向上、特急品の対応、ネツク工程に対する調整機能、フレキシビリテイ、

・工場環境：医用器機に相応したクリーンな組立工場

・作業標準：作業標準の整備、明確な作業指示

・ビジュアル化された工具による光学調整：TVモニターによる調整

・品質アクションと総合精度保証：品質履歴の記録、互換性部の品質

製造改善のためのアプローチ技法は数多くあるが、現在一般的に活用されているのは分析的アプローチと演繹的なデザインアプローチ技法がある。分析的アプローチは、人、材料、設備の効率を悪くしているものは何であるかを、現状のシステム（作業、工程、管理）をIE的に分析し、分析の結果を手掛かりに問題を見つける出し、改善案を導くという帰納的な方法であるが、今回は工場の現状を、この方法で調査し、調査報告と問題点の指摘をしているので、それを含めて近代化計画につき考察をする。まず計画の中核は工場計画であるので、生産システムおよび設備計画の面から検討をしてみる。

(a) 生産システム

生産システムとは、生産に関係する1つ1つの個に対して、部分一要素などが集まり全体を有機的に構成しているもので、体制、仕組みなどに相当するものを総称して生産システムという。システムの根本的な重要性は、それを構成する部分を良くしても、全体は必ずしも良くならない、つまり全体的最適化は部分的最適化の集合以上のものであることである。

システムの属性は次の通り分類できる。

集合性　：いくつかの識別可能な物の集まりである。

関連性　：システムを構成する物の間に相互関連がある。

有目的性：システムには目的がある。

合環境性：システムはそれを取り巻く環境のもとで存在する。

1) 生産システムの構造的意義

生産システムは生産要素、具体的には工作機械、治工具、運搬設備、材料、作業者などのハード・ユニットが有機的に連結した集りであり、それに生産方法や生産技術などのソフトウェアが付加されて、需要を伴う市場環境のもとで有用な機能と品質を有する製品をつくり、価値を増殖して効用を生み出す目的を達成するもので、"物の流れ"一工程システムと"情報の流れ"一管理システムが有機的に結合されて、はじめて効率的な運営がなされる。

蘇州医療器機工場の多くの製品は連続で大量に生産するものはなく、規定の生産期間において、生産の対象となる製品の種類が多く、それぞれの生産数量が少ないものである。したがつて、いわゆる典型的な多種少量を見込み生産の形態で作る生産システムである。

2) 多種少量生産の特徴

多種少量生産の特徴は次の通り。

- 生産品目の多様性　生産の対象となる製品の品種が多く、生産数量や納期が多様である。
- 生産工程の多様性　素材から製品をつくる手順が多様で、生産工程が個々のジョブによって異なり、交錯する。
- 生産能力の複雑性　多様化製品の需要量の如何によつて生産設備に過不足が生じ、残業が必要となる。
- 交替制などの稼働時間の延長、操業短縮をもたらす。
- 環境条件の不確実性　受注品の仕様・数量・納期の変更、特急仕事の発生、外部購入品の納期遅れなどが起こりやすい。
- 生産の工程・日程計画の困難性　設計変更・生産工程の変更や複雑・多様な物の流れのために、工程計画や日程計画の最適化が難しい。
- 生産の実施と統制の動態性　生産工場における作業実施が複雑多岐で、設備故障、作業者欠勤、習熟効果の欠如、不良品の出現などが多発しやすく、したがって経験と勘に頼る現場中心の場当たり的管理に陥りやすく、合理的な生産管理がやりにくい等。

このように多種少量生産は、前述のように技術的に厄介な問題を多く有している。しかし、このような条件が前提となる近代化計画を効果的に実現する為に、工場計画として次の生産システムを提案する。