

切削用合金ウイデア (Widia) に關する研究

川 上 義 弘

(I) 研究の目的

合金ウイデアの本體を明にし其切削能力に就き研究し以て同合金の應用範圍を決定するにあり。

(II) 合金ウイデアの本體

合金ウイデア (此名は獨逸語 Wie Diamant より起る) は獨逸クルツプ會社所屬製鋼所の製品なるも同様の合金はミラマン (Miramant) 又はカーボロイ (Carboloy) 等として佛國又は米國に於ても發賣せられつゝあり、同合金は化學分析の結果下記の成分よりなり。

W=86.1%, C=5.75%, Co=5.58%, Fe=2.47%

硬き炭化タングステン (WC) を主として之にコバルトを添加せしものと言ふべく、本合金の組織より判斷するにコバルトの含有は上記炭化タングステンの粒子を粗大ならしめざる(靱性を増す)爲にして鐵分は上記炭化物中の不純物と見るを得べきか。

寫眞第一は 1,000 倍に擴大せし本合金の組織にして黑色なる部分 (研磨の儘の寫眞に於て一層明瞭なり) は粒子間の小孔なるものゝ如く本合金は特殊なる方法により炭化タングステンを固めたるものならん。〔特殊の方法により WC 粒子を得其の粒子を集め(文献の最後に参考書を示しあり)〕

又腐蝕せる場合の組織に於て見ゆる稍々大なる結晶は炭化物粒子の發達せしものにして上記化學成分より判斷し炭化タングステンよりなるは明かなり。

之を以て鍛造も焼入も不可能にして所要の寸度に切斷の後双鐸に鐵付けして使用せらるべきものなり。

但し其本質は炭化タングステンなるを以て焼入を行はざるも其硬度大にしてダイヤモンドに次ぎ (其の硬度カーボランダムより稍々低くアランダムより稍高し) 且つ軟化點高きを以て後掲切削試験の結果に見るが如き、硬き材料又はエポナイト、ベークライトの如く熱の傳導不良にして切削間に熱を發生する材料の切削に適するも其質稍々脆きを以て鉋削等の衝動的作業には不適當なるものと認めらる。

(III) 切 斷

合金ウイデアは黃銅、磷青銅、又は軟鋼の帶板(無齒)を弦鋸の體に取付けカーボランダム粒子(本研究にては篩目 90 のもの)を使用して之を切斷する事を得、本研究にありては硝子切斷機を應用し軟鋼製圓双 (徑 350 mm) に約 280 回轉(毎分)を與へ(線速度 300 米/分) 双部をカーボランダム槽を通して以て其面にカーボランダム粒を附着せしめ之に依りウイデアを切斷せしものにして其所要時間長邊 10 mm 短邊 5 mm の斷面のものに對し約 10 分を以て切斷し得たり。

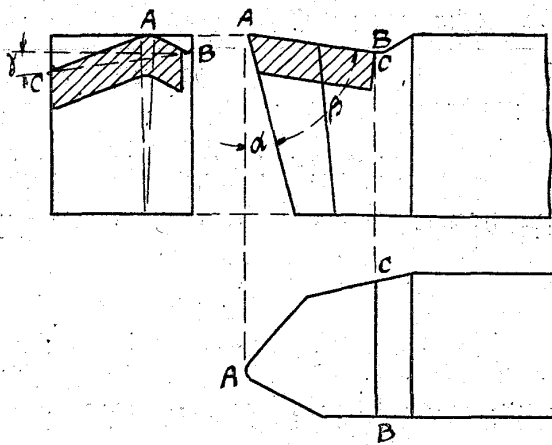
(IV) 鑢 付

合金ウイデアと之を保持(鑢付けにより)すべき双鋸(本研究にありては硬鋼を使用せり)の接面は共に良く研磨し以て鑢付けを容易ならしめ普通の方法により容易に鑢付けする事を得たり、而して本研究に於ては黄銅鑢又は銅粉により鑢付けを施行せり黄銅鑢の場合には上記兩部を軟鋼線にて軽く結束し鑢劑を焼研砂の粉末に混じたるものを接合すべき周圍に塗着し之を瓦斯爐中の鋼筒中(直接火焰に接せしめざる様)に於て 700°C~800°C に加熱し鑢付けを終り藁灰中にて徐々に冷却せるものなり。黄銅鑢を以て鑢付する場合には切削速度甚だ大にして切削部高温に達せる時稀に鑢付部を損する事あり、斯る場合には銅粉を以て鑢付するを適當と認めたり。

(V) 切 削 試 験

切削試験に際しては従來の工具鋼に依る切削不可能なりしもの及び稍々困難なりしものに就き切削を實施し其結果に就き本合金の切削能力を判定し最後に工作普通のものをも切削し其の能力を高速度鋼のものと比較せり其結果次の如し。

i) 双先の形状 研究の當初にありては止むを得ず型録により双角(β)及び間隙角(α)横掬角(γ)を次の如く定めたり。



切 削 材 料	α	β	γ
エポナイト 輕合金類	2°~4°	82°~86°	3°~5°
硬き鋼、鑄鋼等	8°	60°~65°	3°~5°
堅鑄鐵、耐銷鋼等	6°~8°	60°~75°	3°~5°

本形状を附する爲にはカーボラダム圓砥を使用し約1時間を要し其目的を達成せり。

尙上記双角は切削せらるべき材料の種類並に切削速度により差異あるべく且つ双先の傾斜にも關係すべきを以て次表の如き角度を以て各種材料に對し實

驗せり、今其結果に就き一例を示せば寫眞圖第1に示す如し。

双 具 番 號	α	β	γ
1	9°	73°	8°
2	9°	76°	5°
3	9°	78°	2°
4	12°	70°	4°
5	12°	76°	3°
6	12°	78°	0°
7	9°	80°	7°

ii) 切削不可能なりし材料に對する場合

(a) クラウン硝子(硬度モール 4.5)

本材料は従來之が旋削困難にして最近ダイヤモンド粒を應用し漸く其目的を達しつゝあるものなり、然るにウイデア合金を用ひ切削を試みたるに次表の如く旋削の目的を達成せり。

刃具の種類	旋削線速度 米/分	切込みの深さ (耗)	1回轉に對する 送り (耗)	摘 要
ウイディア	初 6.95~1.49	2.0	0.05	刃先の磨耗を認めず 刃先稍々磨耗す 同 上 刃先の磨耗を認めず 同 上
//	12.75~3.25	2.0	0.05	
//	23.65~13.25	2.0	0.05	
//	13.25~5.30	2.0	0.03	
//	20.00~10.00	1.0	0.03	

更に上記適當なる切削速度により寫眞圖第3に示す如き對物稜鏡(クラウン硝子)圓形突出部を旋削し其の効果をダイヤモンド刃具と比較せしに次の如き結果を得たり。

加工方法	所要時間	所要消耗品	1個仕上ぐるに要する工金及び雜費
ウイディアによるもの	時分 1:30	0	円 銭 0:80
ダイヤモンド粒子によるもの	1:00	円 銭 1:50	2:10

(註) 表中ダイヤモンド粒子とあるは黃銅製刃具に同粉を押付け刃具として使用するものにして所要消耗品とは同粉の損失を意味するものなり。

本結果によるにウイディアを日常作業に應用し製品1個に就き約 1円30銭の利益あるを知るなり。

(b) 白鉄(硬度ブリネル 494) 從來白鉄の切削は頗る困難と認められ分析試料の採取、試験片の加工は難事とせられしものなるも本合金に依り次表の如く旋削し得たり。

刃具の種類	旋削線速度米/分	切込みの深さ(耗)	1回轉に對する送り(耗)	摘 要
ウイディア	8.187	1.0	0.2	刃先に異状なし

(c) クローム鋼(焼入の儘、硬度ブリネル 665) 本鋼材に對してはウイディア刃具を用ふるも旋削するを得ざりき、之を以て本合金の加工上にも制限あり縱令硬度ブリネル 600以上の鋼材に對しては旋削不可能なりと見るを得べきか。(iiiのa参照)

金 質	焼入溫度	焼戻溫度	硬度ブリネル
クローム鋼	1 800°	—	665
	2 800°	700°	272
	3 800°	300°	506
	4 800°	150°	682

尙ほ理化學研究所に於てはウイディアを以て同鋼を旋削し得るとの報あり調査せしに焼戻したるものにして此際其硬度は次表の如く從つて上記結論の如く一定硬度以上のものは切削不可能なるにあ

らざるか爾後の研究により解明せんとす。

iii) 切削困難なる材料に對する場合

(a) 火造りの儘の耐鑄鋼(耐鑄鋼は此の状態に於て焼入効果あるものなり)(硬度ブリネル 579)

次表に示す如く本鋼に對し高速度鋼を以てする旋削は困難なりしもウイディア刃具を以てすれば旋削困難ならざるを見る。

双具の種類	旋削線速度(米/分)	切込の深さ(耗)	1回轉に對する送り(耗)	摘 要
高速度鋼	7.45	1.0	0.15	最初の5耗(線距離2.6米)を旋削せるに双先磨耗を開始工作不能となる
ウイディア	11.70	1.0	0.34	双先に異状なきも旋削面稍とむしり氣味なり
同上	20.70	1.0	0.15	双先少しく磨耗せるも旋削面良好なり

(b) エポナイト 次表に示す如く高速度鋼を以てすれば旋削間に發生する熱により双尖の金質を軟化せられ700耗の旋削即ち行程線距離 510 米に對し双先約 0.2 耗磨耗を見たり、ウイディアに於ては此不利なく被削物に正確なる寸度を與ふるを得たり。

双具の種類	旋削線速度米/分	切込の深さ(耗)	1回轉に對する送り(耗)	摘 要
高速度鋼	40.20	1.5	0.13	徑42.5耗のものを750耗旋削せしに其兩端に於て徑0.4耗の差を生ず
ウイディア	40.20	1.1	0.18	兩端等徑

(c) 硬質護膜に黄銅を鑄込たるもの(磁石發電機用配電盤)寫眞第3の(2) 本材料の加工は從來最も困難と認められつゝありしものなるも、ウイディア双具を使用すれば次表に示す如く其成績良好にして同双具の特色を充分に發揮せるものと言ふべし。

双具の種類	旋削線速度米/分	切込の深さ(耗)	1回轉に對する送り(耗)	摘 要
高速度鋼	2.20	0.1	0.15	完成までに双先の研磨回數約 40 回製作能力1日1個
同上	18.40	0.4	0.15	双先磨滅の爲削面圓錐形となり鑄込の黄銅部突出し使用に耐えず
ウイディア	18.40	0.4	0.15	双部の異状を認めず成品極めて良好

(註) 高速度鋼による製品の仕上面を精査するに容易に其の切味の不良なるを知る尙實際の作業に就き兩者の比較を行ひたるに次表に示す如くウイディアを使用せる場合良好なる結果を得たり。

双具の種類	旋削線速度	所要時間	摘 要
ウイディア	60.00 米/分	1時10分	双先に異状なく削面平滑
高速度鋼	5.00 "	2時35分	双先研磨回數 8 回削面黄銅部 0.25 耗突出す

(d) 防楯鋼(硬度ブリネル392)

本防楯鋼はC=0.33%、Ni=3.25%、Cr=0.75%、Mn=0.2%なる化學成分を有し從來旋削困難と認められし

ものなるも次表に示す如く高速度鋼に比し大速度を以て容易に之を旋削し得たり。

双具の種類	旋削線速度(米/分)	切込の深さ(耗)	1回轉に對する送り(耗)	摘 要
高速度鋼	9.00	0.7	0.2	双先に異状なし
ウイディア	70.65	0.5	0.2	同上

(e) 鑄鐵彈(金型鑄造の儘、硬度ブリネル 381) 從來高速度鋼を以てするも旋削困難と認められしものなるも、ウイディア双具を使用して次表の如く容易に旋削し得たり。

双具の種類	旋削線速度(米/分)	切込の深さ(耗)	1 回轉に對する送り (耗)	摘 要
高速度鋼	3.67	1.0	0.2	幅員約5耗の旋削により尖端磨耗し工作不能となれり
ウイディア	8.60	1.25	0.2	異狀を認めず
同上	14.70	1.26	0.2	速度速き爲振動により尖端破碎し加工不能となる

(f) 鑄鐵投下彈 (金型鑄造後調質せるもの、硬度ブリネル 200-180) 從來高速度鋼を以てし割合に緩徐なる速度にて旋削せしに拘らず度々双具の研磨を要せしもウイディアにありては次表に示す如く高速度を以て切削し得るのみならず日常の作業に應用し3倍の効果を擧ぐる事を得たり。

双具の種類	旋削線速度	1 個仕上所要時間	摘 要
ウイディア	67.50 米/分	1時30分	1 回にて仕上げ得、双先の異狀なし
高速度鋼	16.60 "	4.30	粗削及び仕上削の2回削にして5個毎に研磨を要す

尙鑄物の氣泡及び鑄巢等はウイディア双具の双先を損ずるの害あるも其の軟化せしものに對しては割合に高速度に對しても此の害少きを知れり。 [(iv)の(c)項参照]

iv) 工作普通の材料に對する場合

(a) 半硬鋼 (硬度ブリネル 226) 此種の材料に對してはウイディア双具は其双先に適當なる傾斜を附する事困難にして次表に示す如く從來の双具に比し切削能力稍々劣れるの感あり。

双具の種類	旋削線速度(米/分)	切込の深さ(耗)	1 回轉に對する送り (耗)	摘 要
高速度鋼	46.04	1.0	0.2	最大能力を發揮せる場合なり
ウイディア	28.00	1.0	0.2	削面稍滑ならず

(b) 調質せる耐鑄鋼 (硬度ブリネル 200) 本鋼材に對しては次表に示す如く兩双具の切削能力大差なきもウイディア双具にて切削せし場合は切削面稍々不良なるを見たり。

双具の種類	旋削線速度(米/分)	切込の深さ(耗)	1 回轉に對する送り (耗)	摘 要
高速度鋼	18.80	1.0	0.15	双先變色し僅かにまくれを生ず
ウイディア	18.80	1.0	0.15	双先に異狀なし

以上(a) (b) の場合に於て高速度鋼にありては其双先を必要なる方向にシャクリを附し以て切削を容易ならしむる事を得るも、ウイディアにありては其性稍々脆き爲此事困難なるが如し。

(c) 鑄鋼 (硬度ブリネル約 200 ショア-28~35) 鑄鋼には往々氣孔或は鑄巢を有するを以てウイディア双具は時として双先を破碎する事あり従つて旋削速度を大ならしめざるを可とす次表は旋削結果を示すものとす。

刃具の種類	旋削線速度(米/分)	切込の深さ(耗)	1回轉に對する送り(耗)	摘	要
高速度鋼	初 終 14.50 ~ 6.90	1.0	0.2	刃先稍々磨耗	
ウイディア	32.60 ~ 15.20	1.0	0.2	刃先少しく破碎	

ⅴ) 試験結果の判定

上記切削試験の結果より判定するに刃具の硬度被削物の其れより小なるか、又は切削間發生する熱により刃具鋼の變態作用を受け切味の不良となる事は硬度大なる材料又はエポナイト等熱傳導の不良なるものゝ切削困難なる原因と見る事を得、此點に關しては其硬度高く且つ軟化點高きウイディアは實に理想的のものと言ふ事を得、然れ共其性質稍々脆きを以て鉋削等の衝動的作業には不適當にして猶之が取扱も困難なり、之を以て工作普通の材料に對しては高速度鋼の代用たらしむべきものにあらざして高速度鋼を以て不可能とする特殊の場合に應用せらるべきものなり、然れども切込の深さ及び送りは高速度鋼のものに比し大なる變化なきも切削速度をして著しく大らしむる事を得るを以て其價格低下さるゝに至らば研究の結果切削能力をして一層増大せしむると相俟つて其用途更に大なるものあらん。

(VI) 價 格

本合金の價格は其大小により多少の差違あり今 10×5×30(耗)の短冊形のものに就き其價格を高速度鋼のものに比すれば次表に示す如く現在に於ける價格は銀の約4倍に相當し高速度鋼のものに比す

材 料	單 價(每疋)	ウイディア刃先 10×5×30mmと同 容積のもの重量	前項のもの價	摘	要
ウイディア	円 120.000	22.0 gr	円 2.640	円 2.64 は獨逸に於ける價格にして送料、 關稅等を加ふれば約5.00 となる見込 なるも多量を輸入するに至れば其値 は低下することとなるべし	
高速度鋼	5.000	11.8 "	0.059		
金	1,333.000 (1匁5.000)	28.5 "	37.990		
銀	43.000 (1匁0.161)	15.7 "	0.675		

れば頗る高價なるも高速度鋼刃具に比し刃先の磨耗少きを以て此價格は必ずしも一概に頗る高價なりと言ふを得ず殊に高速度鋼を以て切削し得ざる光學用硝子等の切削に際しダイヤモンド粒と比するに於ては價格の點に於ても使用上の便宜よりも有利なるものと認むるを得。

但し高速度鋼を以て容易に切削し得べき材料に對しては現在の所次項に示す如き強力工作機械の出現を見るに非ざれば工作上に就きても價格の點に於ても有利なりとは認め得ず。

(VII) 應 用 の 範 圍

上記研究試験の結果より判断し本合金應用の範圍は概ね次の如くなるべし。

- i) 硬度大にして従來の刃具を以てしては切削不可能なる材料、例へば光學用硝子、白銑及び堅鑄鐵の切削並焼入後猶極めて正確の寸度を必要とする工具及び容器の仕上げ

ii) エポナイト、ベークライト、硬質護膜等の如く熱傳導率小にして切削の際の發熱に依り双具の双尖の變質を蒙るものの切削

iii) 徹甲彈の彈頭、防楯鋼、金型鑄物等普通工具を以てしては切削困難なる材料の切削

iv) 普通工具を以て容易に切削し得る材料に對しては双具の加工仕上面の状態竝に本合金の價格未だ高きを以て普通工具に代り直ちに利用するの見込なきも近き將來に於て能率増進等の關係上高速度に於て所要の切削能力を備ふべき強力工作機械の出現に際し強力双具として切削速度並に切込の深さを大にして使用し得るの時期或は到達するに非ざるか。

(VIII) Widia に関する文獻

最近著者の着讀せし文獻次の如し

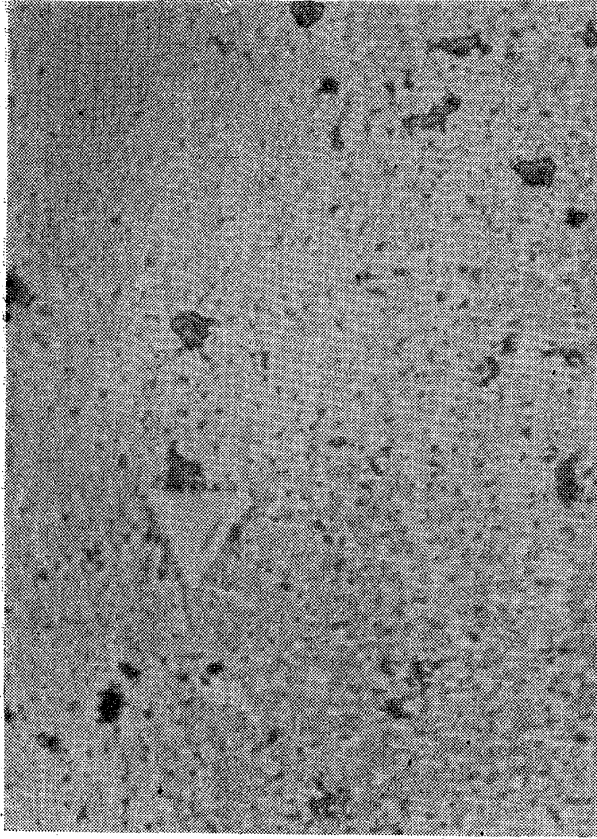
- (1) 理化學研究所彙報、第八輯、第三號、昭和四年三月 pp. 255~256
- (2) 機械學會誌、昭和四年四月 pp. 152~153
- (3) 科學知識、昭和四年五月、p. 31~33
- (4) Journal of the Optical Society of America and Review of Scientific Instruments. Vol. 18 No. 1. Jan. 1929, p. 52.
- (5) The Iron Age. Feb. 1929 pp. 429.
- (6) " " " " " pp. 599.
- (7) Scientific American. march, 1929 p. 241
- (8) Machinery. Jan. 1929 pp. 353~354
- (9) " march, 1929 pp. 241
- (10) Metal Industry. march, 1929 pp. 254~255
- (11) Machinery. march, 1929 pp. 536
- (12) " April 1929 pp. 613~614
- (13) " " " pp. 621~622
- (14) American Machinist. April, 1929, pp. 587~589
- (15) 炭化タングステンに關しては Stahl und Eisen, 1925, Nr. 16 S. 583 及び金屬工業談話會々誌第一卷第三號に參考となるべき記述あり。

〔附記〕

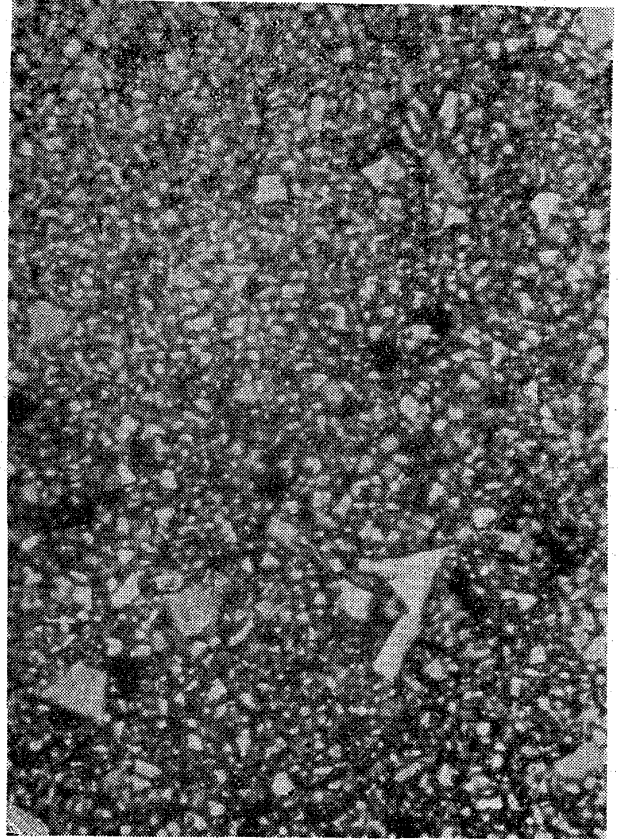
本研究は東京工廠砲具製造所に於て實施せるものにして研究開始に當りウイディア材料の入手等理學博士長岡半太郎先生の御配慮を蒙りたる事多く尙實驗に關しては大木富治君、宇垣秀之君、山田隼之助君竝に山口昇君夫々分擔せられ研究期間短少（昭和四年四月十五日至四年五月二十九日）なりしに拘らず所望の目的を達成せし事に關し本誌を通じ深甚の謝意を表す（昭和四年五月三十日）

寫真第1. ウイディアの顯微鏡的組織 (×1000)

(陸軍科學研究所第一部 高島德三郎氏撮影)

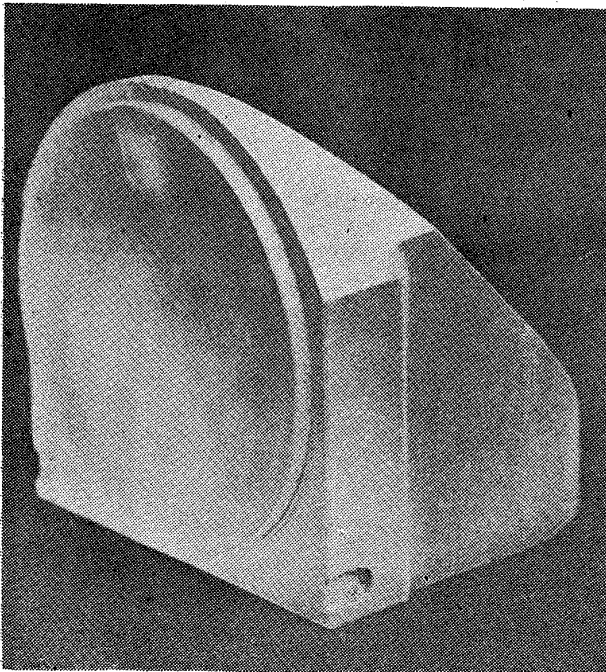


(1) 研磨の儘

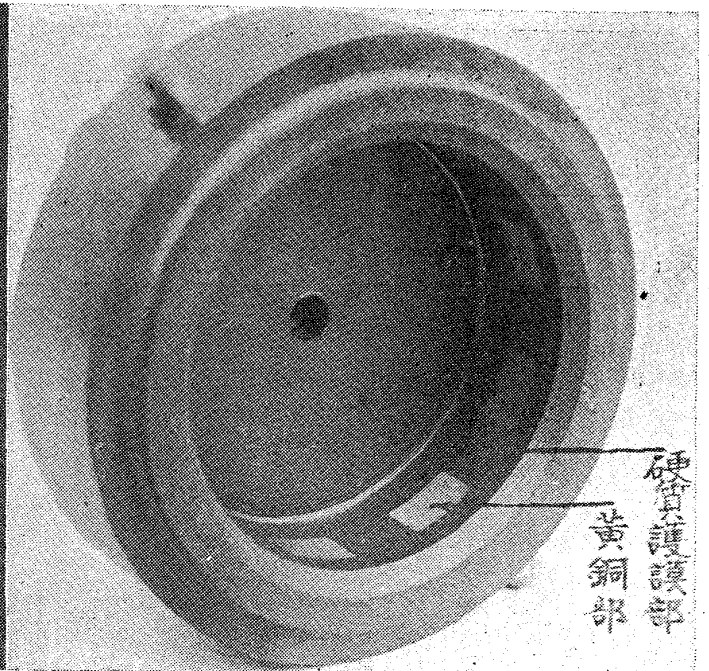


(2) 王水腐蝕

寫真第3の(1)
對物稜鏡



寫真第3の(2)
磁石發電機配電盤

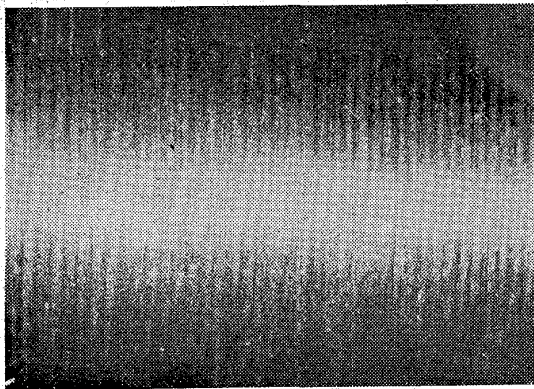


硬質保護部
黄銅部

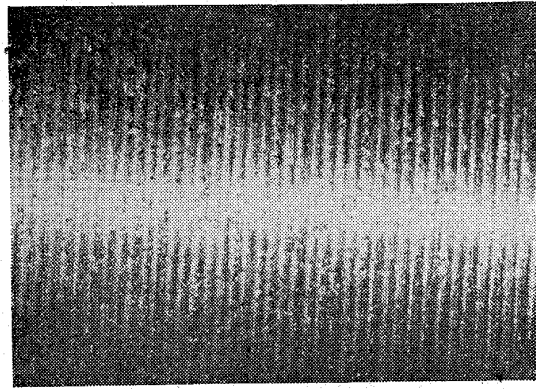
寫眞第2 剖面之圖

双角の研究 (材料、硬鋼、水焼入、硬度ブルネル534)

使用 双角	α	9°	9°
	β	73°	76°
	γ	8°	
線 速 度	2,433 米/分		3,406 米/分
双角による順位	3		2
速度による順位			
摘 要	所磨仕上には適するも模範仕上には適せず		同 前

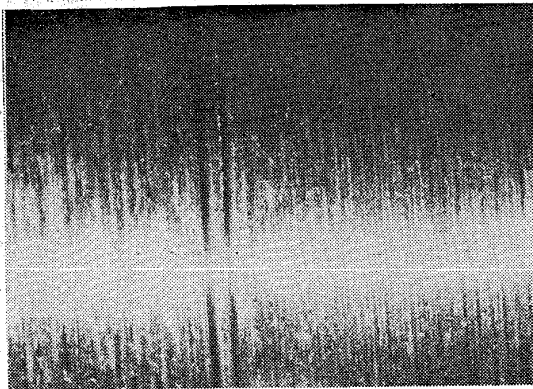


a

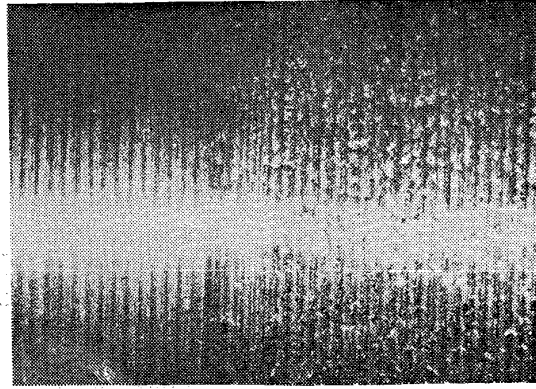


b

使用 双角	α	9°			
	β	78°			
	γ	2°			
線 速 度	1,460 米/分	2,433 米/分	3,406 米/分	5,840 米/分	
双角による順位	1				
速度による順位	1	2	3	4	
摘 要	荒削には寸度正確	研磨仕上には可 模範仕上には不可	同 前	同 前	



c



d