U.D.C. 537.312.5: 546.48'221 621.383.49:546.48'221

# 硫化カドミウム光導電セル

Cadmium Sulphide Photoconductive Cell

夫\*\*\* 中村純之助\* 充\*\* 岡 部 忠 及 Tadao Okabe Junnosuke Nakamura Mitsuru Oikawa

#### 概 梗 内 容

硫化カドミウムは一種の光導電性半導体で、その電気抵抗は暗時には絶縁体のそれに近く、光照射時には光 の強弱に応じ変化し、その光に対する感度はほかの光導電材料に比べ特に大きい。

硫化カドミウムの上記の特性を応用し, 最近 RCA, Philips などで硫化カドミウム光導電セルの商品化が行 われた。

日立製作所でもかねて、この研究開発を行い、セルの試作研究を完成し、現在日立ランプ株式会社で量産を 行っている。本セルは,光導電感度高く,大容量形であるため,大きな負荷電流を取り出すことができ,した がって増幅操作なしに直接リレーなどを光で制御することができ、その応用の将来性が期待されている。

本稿はに硫化カドミウムセルの構造,動作特性,仕様について概説している。

### 言 1. 緒

硫化カドミウムなど,ある種の半導体に光が照射されると,その 電気抵抗が減少する,いわゆる光導電現象を示す。この種光導電材 料については、その製作技術の進歩と、固体電子理論の発展にとも ない、各種の応用が開発されている。たとえば三硫化アンチモンは 工業テレビ撮像管に,酸化亜鉛は固体電子写真に,硫化カドミウム は光増幅板、光導電セルに応用されるといった具合である。



硫化カドミウムは暗抵抗値高く, X線, β線, 赤外線などの可視 光以外の放射線にも感度があるのみでなく,可視光に対する感度が ほかの光導電材料にくらべ特に高いため,光導電セルとしての応用 が注目され、すでに RCA, Philips などで商品化された。

日立製作所においてもこの点に着目し、すでに昭和32年より硫化 カドミウム単結晶の製造ならびに光導電機構の研究を開始し、つい で硫化カドミウム微結晶の焼結による受光面積の拡大、したがって 電流容量の増大を計画し、34年はじめ高感度、大電流容量の硫化カ ドミウム光導電セルの試作研究を完成し、現在日立ランプ株式会社 で量産を行っている。

ここに概説する硫化カドミウムセルは,光導電感度高く,また大 電流を取り出しうるので、今まで光電管、光電池などで行われてき た光学的諸測定、光電制御方式ならびに光電的計数装置などに光電 管に代り応用される将来性高く、特に増幅操作なしにリレーを動作 させることができる点から光電管,光電池を用いる場合より回路が 簡易化される。

焼結形硫化カドミウムセルは、その構造において微細な硫化カド ミウム単結晶が互に緊密に結合された形のものである。したがって 以下にその特性を単結晶の特性に対比しつつ光導電性の模様を説明 し、セルの構造、仕様などについて紹介する。

### 2. 硫化カドミウム光導電セルの構造

硫化カドミウム光導電セルは光により抵抗値の変化する一種の抵 抗体であり,原理的には一対の相対する電極の間に硫化カドミウム

光導電面は径25mmの磁製板面に硫化カドミウムの微結晶を焼結 配置し、その面上に一対のくし形対向電極を電極間隙約0.5~1mm をもって付したもので, 有効受光面積は1~1.5 cm<sup>2</sup> である。硫化カ ドミウムにはハロゲン塩を融剤とし、熱処理により銅・銀などの活 性化不純物を導入して光導電性を付与する。 セルの光導電感度, 暗 抵抗値,分光感度,光に対する応答時間などの諸特性は導入する活 性化不純物の量, 種類により左右され, また導入量を適当にえらぶ ことにより定った範囲内でセルの特性を任意に変えることも可能で ある。

#### 3. 諸 特 性

### 3.1 光電流特性

\_\_\_\_\_ 29 \_\_\_\_\_

試作セルにおいて光導電面に対する照度を媒介変数とし、光電流 対直流印加電圧の関係を求めた結果の例を第3図に,また直流印加

を配置し,外部より電圧を印加し,光による硫化カドミウムの抵抗変 化を電流変化として外部回路に取り出せるようにしたものである。 試作研究をおわったセルの外観を第1図に示す。またその幾何学 的寸法を第2図に示す。

日立製作所本社 工博 \* 日立製作所中央研究所 工博 \*\* 日立製作所中央研究所 \*\*\*

10

¥

電圧を媒介変数とした場合の照度と光電流との関係の一例を第4図 に示す。ただし光源には 2,700°kの白熱電球を用い, 光源と光導電 面との距離を加減して照度を変化した。第3,4図からもわかるよう に、光電流  $(i_L)$ の直流印加電E(V),ならびに照g(L)に対する関 係は多くの試作セルについて測定した結果

30 昭和35年2月

日

立 評

言命

第 42 巻 第 2 号





(1)式に示されるような関係となる。

ここにkは常数である。

また n' は最初アクセプタ準位が占められている数で, 最初これと同数の正孔が充満帯に存在している。



230

(1)式において光電流の電圧,照度指数はともに1に近い値をとる。

今回試作したセルは硫化カドミウム微結晶を焼結した形のもので あるので微結晶同志互に緊密に結合されており、そのため微結晶界 面における抵抗は少なく、電圧指数は1に近い値となる。これに比 べ、硫化カドミウムの微結晶を合成樹脂中に充てんして製造した光 導電面の光電流特性も測定してみたが、この場合には微結晶界面に 高抵抗の樹脂薄膜が存在するのでその界面ポテンシャルのために電 圧指数は2~3乗となる。

光電流の電圧指数が大きいと、電源電圧の変動による光電流の変 動も大きくなり、光継電器などの誤動作の原因ともなる。この点か ら考え、試作した焼結形セルの電圧指数が1に近いことは応用面か ら見て有利な点が多い。

また光電流の照度指数が1に近いことは測光用セルとしての使用 の可能性が大きいことを示している。

照度指数が1に近いことは硫化カドミウム単結晶の照度特性と対 比して興味深い。すなわち Frerichs<sup>(1)</sup> らの行った気相法により硫 化カドミウムの単結晶(大きさ,約4×2×0.3 mm<sup>3</sup> 程度のもの)を 製造し,この針状結晶の両端にインジウム電極を付し,一定印加電 圧のもとに照度を変化して光電流を測定すると,照度の低い間は光 電流は照度の1±0.2 乗に,照度が高くなると 0.5±0.2 乗に比例す る。

このような実験結果はほかの多くの実験者によっても認められて おり<sup>(2)</sup>, Moss<sup>(3)</sup> により次のように説明されている。

単結晶形の光導電物質において,毎秒光導電体の1 cm<sup>3</sup> 当りにつ き光刺激により充満帯から伝導帯にあげられる光電子の数をQ,充 満帯近くに存在している不純物アクセプタ準位の数を1 cm<sup>3</sup> 当りMとすると,伝導帯中の光電子の濃度 n は次式にしたがい増加する。  $dn/dt = Q - B \underline{n} (\underline{n+n'+M-n'}) \dots (2)$ 伝導帯中の  $\checkmark \qquad \downarrow \qquad \searrow 2079 + 2^{\circ}$ 自由電子濃度 正孔濃度 タ準位濃度 毎秒光によって生成される光電子の数Qと,毎秒正孔やアクセプ タ準位と再結合して消滅してゆく電子の数((2)式右辺第2項)とが 等しくなると,光電流は平衡に達し,定常電流値に到達する。

定常電流値は上述の平衡状態における伝導帯中の光電子の濃度 n1に比例する。

平衡状態では dn/dt = 0 ゆえ,  $dn/dt = 0 = Q - Bn_1(n_1 + M)$  よって

 $n_1(n_1+M) = Q/B$ .....(3) したがって照射光が弱く、 $n_1 \ll M$  である場合は、(3)式より  $n_1 \simeq Q/BM$  となり、 $n_1 \ge Q$ とは比例する。

Qすなわち毎秒生成される光電子の量は入射光の強さに比例し、 また光電流は定常状態における伝導帯中の光電子の濃度 $n_1$ に比例 するから、結局 $n_1 \ll M$ の成立するような入射光信号の弱い範囲で は、

(光電流)=(入射光量)<sup>1</sup>.....(4) となり,

また入射光が強く n1≫M となる範囲では、(3)式より、

 $n_1 \simeq \sqrt{Q/B} \geq t_2 b$ 

(光電流)=(入射光量)<sup>2</sup> .....(5)

となる。

\_\_\_\_\_ 30 \_\_\_\_\_

この理論から、光電流の照度指数が $1\pm0.2$ から $0.5\pm0.2$ に移る折 点は $n_1=M$ となる位置に相当している。

すなわち結晶が純粋で不純物アクセプタ準位の濃度 M の小さい ほど,光電流対照度の曲線は低照度で屈折する。

第5図に一例として気相法によって製造した特に不純物を導入していない硫化カドミウム単結晶試料につき実測した光電流対照度曲線の屈折の模様を示す。

これにくらべ硫化カドミウムの微結晶を焼結してつくった本試作

ただし, Bは再結合係数で, この場合光電子と正孔との再結合確 率ならびに光電子が空のアクセプタ準位に落ち込む確率を等しいと おき,同じ係数値Bを用いる。 セルにおいては光電流対照度の関係は 3,000 ルクス程度の高照度まで屈折を示さず, 第5図の単結晶の場合のごとき数百ルクス程度の 照度で屈折を示す現象はみられず,かつその照度指数は多くの場合 1に近い。

これは、焼結形セルにおいては単結晶にくらべ、互に焼結されている硫化カドミウムの微結晶間に界面トラップを多く含み、(3)式のMの値が大きくなり、したがって光電流対照度曲線に屈折点を生





第6図 硫化カドミウムセルの暗電流の周囲温度特性

じないものと考えられる。実用上は光電流が照度に比例して増加す る範囲が広いほど望ましく, 焼結形のごとく折点をもたないものが 理想的である。

3.2 暗電流特性

300

光導電物質を暗中に置き光をまったくあてていない場合、光導電 物質に付した電極間に外部電圧によって流れる電流を暗電流(ip)と よぶ。

暗電流はエネルギー準位的に浅い準位に存在する電子, あるいは 捕獲準位につかまっている電子が熱エネルギーによって伝導帯に励 起されることによって生ずるものである。したがって暗電流の値は 当然,温度,印加電圧の大きさ、ならびに暗電流測定前に硫化カド ミウム試料に光をあてたか否かの前歴によって異なる。

あらかじめ光を照射した試料を暗中におき, 電圧を印加して暗電 流を測定すると,光を照射していた間に生じた光電子が捕獲準位に 多くつかまっているので最初暗電流は大きな値を示し、捕獲電子が 電場により運び去られるとともに次第に減少する。したがって光照 射の前歴をのぞいて暗電流を測定するためには, 試料に電圧を印加 したままで暗中にしばらく保ち,暗電流値の減少率が少なくなり安 定してから値をとるのがよい。

試作光導電セルの暗電流値は暗中で300Vの直流印加電圧を印加 し1分間放置した場合, 25℃において 30 µA 以下である。また暗電 流値は直流印加電圧の1.6~1.7乗で変化し の関係にある。 またセルの暗電流値が温度に対しいかに変化するかの一例を第6 図に示す。第6図よりセルの暗電流値は温度150°Cまでの測定範囲 において連続的に増大する。



セルの光電流の温度特性 第8図

暗電流の温度特性は硫化カドミウムの単結晶の場合には焼結形セ ルの場合と様子を大分異にし,第7図に示したような温度70℃付近 に極大を有する。

第7図で曲線(a)はあらかじめ単結晶に光を照射しておいてから 暗中で周囲温度をあげつつ暗電流値を測定した結果を示し(b)は (a)にひきつづき暗いままで温度を高温から室温まで低下させた場 合, (c)は(b)にひきつづき, 光の照射を前もって行わず, 暗中の ままでふたたび温度を上昇せしめて暗電流を測定した結果を示す。 この結果から硫化カドミウム単結晶では温度約70°Cに相当するエ ネルギー値の深さに電子の捕獲準位が高濃度に存在していることが わかる。これに相違し焼結形セルの場合,硫化カドミウムの微結晶 の結合体であるにもかかわらず第6図のように極大を示さず連続的 に暗電流が増加する。これは, 焼結形の場合には, 単結晶単独の場 合と異なり, 微結晶界面に異なる深さの捕獲準位が多く分布し, ま た界面ポテンシャルの温度による変化の効果も加わり, 暗電流の温 度特性が連続増大の様子を示すものと考えられる。 3.3 光電流に及ぼす温度の効果 温度変化に対しセルの暗電流値がいかに変化するかを上述したの で,次に光電流値の温度変化につき紹介する。 第8図に光電流値の温度変化に対する模様を示す。 測定においてはセルを周囲温度と十分平衡に達せしめ,特定温度 における光電流値の測定は短時間中に行い、セルの電力消費による

温度の不均衡が生じないよう十分注意して行った。

\_\_\_\_\_ 31 \_\_\_\_\_



活性化不純物の増加に従い長波長側に移動する。

これは純粋な硫化カドミウムの禁制帯中に導入活性化不純物の準 位が位し、この準位に存在する電子が純粋な硫化カドミウムの充満 帯上部に位する電子より低いエネルギーの光、すなわち長波長の光 で伝導帯中にあげられ光導電現象を示すからである。

光導電性を示す純粋な硫化カドミウムは六方晶系で、その禁制帯 幅は約2.3 eVで、約510 mµ付近に分光感度の極大を示す。

日立製作所製のものは RCA, Philips のものに比べ, その製造過 程の特異性にもとづき,純粋な硫化カドミウムと,活性化不純物を 導入した硫化カドミウムの両方の分光特性を合成した広帯域のもの となっている。

すなわち、日立製作所製のセルは 530 mµ 付近の光に対し分光感 度の極大を示し, 510 mµから 700 mµ付近まで感度はほぼ平坦であ り,850 mµ までの近赤外領域にまでおよんでいる。

なお本セルはX線にも感度を有している。

3.5 時 定 数

硫化カドミウムセルに光を照射した場合,ならびに光の照射を停

周波数特性

で、の値は硫化カドミウムに照射する光の強さにより異なり、たと えば第11図のように光の強いほど、すなわち定常電流値の大きいほ ど短くなる。これは照射強度の大きいほど存在する自由電子,正孔 の数が多く、光照射停止後の再結合速度が大きくなるからである。

光電流の立ち上りの時定数は減衰の時定数より照度の影響を受け やすい。

第10図に示したとおり,100ルクス程度の照度ではセルの光電流 の立ち上り、減衰の時定数 て」は、ともに百分の数秒程度で、普通 の計数装置に用いる光電素子としては支障はない。

3.6 周波数特性

試作セルは極性による電流値の変化はないから直流のみならず交 流にも使用可能である。

しかし周波数をあげると、硫化カドミウムの荷電粒子(硫化カド ミウムはn形であるから,電子)の易動度により電流が制限されるた め光電流は一般に低下する。また逆にセルの暗電流はその容量のた

止した場合の光電流の立ち上り,減衰の模様を電磁オシログラフ, あるいは回転セクタにより光を断続しブラウン管オシログラフに現 し観測すると、第10図に示すような曲線をうる。 これから光電流が立ち上るに要するまでの時間、あるいは減衰す るに要する時間を知ることができる。 定常電流値の半分にまで立ち上る時間,および減衰する時間を第 10図のように て, で現わす。 

め増加する。 光電流値は50サイクルの交流電源に対し、直流の場合の約60%に まで低下する。これより高い周波数に対しては光電流の値はあまり 変化しない。 光電流・暗電流の周波数特性を第12図に示す。 3.7 使用条件·寿命 セルは周囲温度が上昇すると暗電流が増加し、逆に光電流が減少

形	式	焼粘形
大き	さ	$32 \phi  imes 54$
受 光	面 積	25 <i>\phi</i>
印加電圧(	最大定格)	300 V
冰曲原土	連続定格	1/2 W
伯 貫 电 刀	瞬間定格	1 W
	連続定格	70°C
向	低負荷定格	90°C
感	度 (25°C)	15~25 mA (100 lx, 30 V において) 3,500 mA/lm
暗電	充 (25°C)	30 µA 以下 (100 V において)
時 定	数	1/20 秒以下
分 光	感度	530 mµ 極大 510~700 mµ 平坦

硫

化

力

ドミ

ウ

するから使用最高温度としては連続使用の場合,70℃までが適当で ある。セルの消費電力を低いところで使用する場合には若干高い周 囲温度でも使用可能である。

最大印加電圧は、セルの絶縁耐力と見合わせ 300 V であり、光電 流はセルの消費電力が1 W 以下となるようにおさえ、電力消費の過 大にもとづく、セルの温度上昇を防ぐ必要がある。連続使用の場合 は消費電力は ½ W で使用するのが望ましい。

1. 構造が堅固で,防湿形である。

電

導

2. 光感度が非常に高く 3.5 Amp/lm 程度である。

セ

3. 許容消費電力が大きく,大きな光電流を取り出すことができ, 増幅操作なしにリレーを動作させることができる。

ル

- 4. 分光分布が広帯域で,近赤外,X線にも感度を有している。
- 5. 交流にも使用可能。

光

4

- 6. 時定数は光電管にくらべ長いが、一般の計数装置には十分使 用可能。
- 7. 暗抵抗高く,最大分極電圧(直流および交流尖頭値)は300 V である。
- 8. 長寿命形である。
- 周囲温度の変動に対し光電流特性はフォトトランジスタより はるかに安定で、変化の割合は -40°~+60℃ の範囲で約 -0.3%/℃である。

以上の特長のために硫化カドミウムセルは将来,照明の自動点滅 はもちろん,自動計数器,自動とびら,煙道監視器,火災警報器な どの光電制御に応用性が高く,特に照明の自動点滅器はすでに日立 ランプ株式会社で製品化している。

なおセルの時定数の短縮については現在さらに検討を進めている。

終りにのぞみ終始ご鞭撻を賜わった日立製作所中央研究所菊田多 利男名誉所長,浜田秀則副所長,高田昇平部長,ならびに研究者派

第1表にセルの定格,特性をまとめて示す。

セルを長時間使用する場合の安定性と再現性については,条件を 一定とすれば温度による影響の差以上の変動はなくきわめて安定で ある。約4,000時間にわたる長時間寿命試験の結果,セルの特性変化 はほとんどなく,½W定格の使用条件下で数年の寿命が期待される。

4. 結 言

結言として試作セルの特長を列記すると

遣を快諾された日立ランプ株式会社木村社長,試作に協力された日 立ランプの山田知生氏,太田誠氏に深謝の意を表する。

### 参考文献

- (1) R. Frerichs: Phys. Rev. 72, 594 (1947)
- (2) R. W. Smith: RCA. Rev. 12, 350 (1951)
- (3) T. S. Moss: Photoconductivity in the Elements p. 37
   (1952) London Butterworths Scientific Publications

(その1)



## 最近登録された日立製作所の特許および実用新案

許	254714 254719 254720 254709 254723 254715 254715 254718 254718	タ特ロ標可 油 食 粒	動い違	- 殊 一 糞 い	し 記 た 日まり	ビネラ示ポ 王 たは	ンド	ノシー プ	調 面 の 制	运 接灯 運	<b> 起 に                                  </b>	装作 触 :: 装	置法子箱式 置	雪 去 子 省 式 雪	日日国国	立立立分分 有		場場場場場場	加鈴宮金森大若鈴	藤木沢井井音森木	正 好 俊輝	敏隆浄延進透郎彦-	34.	9. 16 '' '' '' ''
	254719 254720 254709 254723 254715 254715 254718 254726 254726	特口標可 油 食 粒	動い違	殊 二 巽 気 い	尾 「 日まり	ネラ示ポ 王 たは	シア	シープ式	面 の 制	接灯運	亡 車 功	作触、気装	注 子 箱 式 置	去 子 育 犬 量	日国国	立立分分 有		場場場場場	鈴 宮 金 森大 若鈴	木沢井井音森木	好 俊輝	隆净延進透郎彦-		" " " " " " " "
	254720 254709 254723 254715 254718 254718 254726	口標可 油 食 粒	動い違	一翼気い斬	関 上 由まり	ラ示ポモには	ンチ	- プ 式	の 制	接灯 運	転 动	触 い 装	子 箱 式 置	子 首 く 量	日国日	立分分 有	工 <sup>#</sup> 工 <sup>#</sup> 工 <sup>#</sup>	場場場場	宮 金 森大 若鈴	沢 井 井音 森木	好後輝	浄延進透郎彦-		" " "
	254709 254723 254715 254718 254718 254726	標可 油 食 粒	動い違	翼 気 い 軻	夏 ア E 由まり	示 ポ 王 たは	ア	プ 式	の 制	灯 運 重	車 动	、支		育 犬 畳	国 国 亀	分分 有	工 <sup>#</sup> 工 <sup>#</sup> 工 <sup>#</sup>	場場場	金森大若鈴	井 井音 森木	好俊輝	延進透郎彦.		" " "
	254723 254715 254718 254726 254727	可油 食粒	動い違	翼 気 い朝	夏 ァ 上 由まり	ポ 王 たは	ア	プ 犬	の 制	運	軙	装	大 ī 置	关 量	国	分二有二	Т ‡ Т ‡	場場	森大 若鈴	井音 森木	俊輝	進透 郎彦・		" "
	254715 254718 254726 254727	油食粒	い違	気い朝	E h ま t	王 たは	F	\$	制	ŧ	勆	装	置	至	亀	有	Τł	場	若鈴	森木	俊輝	郎彦·		"
,	254718 254726 254727	食粒	い違	い朝	hま†	たは	1	0.1222										-	大	谷		大		
	254726	粒	4.				交君	き軸 の	の円の	弧菌	形ね	じオ	い 歯 車	Ē	亀	有	ΤJ	場	保市	延丸		誠彰		"
· · ·	954797		14	を	含せ	ts t	<b>充</b> 存	本の	l	8	きり	弁	装置	Ē	龟	有	Ľŧ	場	細	田	益	Ξ		11
1	204121	粒	体	を	含れ	ts ð	<b>充</b> 存	本の	L	8	きり	弁	装置	д 1.	龟	有二	ΤJ	場	細	田	益	≘		11
	254728	巻	F	装		置	Ø	速	度	制	御	] ½	き 置	д 1	龟	有	Τţ	場	桧 富 大	垣田島	忠昭	登二二		//
·	254730	荷				役				機			械	戌	亀	有	Τţ	場	赤渋宮	木谷内	喜	進義清		"
,	254702	="		° F	ドレ	ッ	2	+ 0	、掘	削系	泉指	示	装置	<u> </u>	龟	有	ΤJ	場	安	河内	春	雄		//
,	254708	電		复	ā.		応		動		装	ŧ	置	E E	多	賀	T +	場	矢	内		博		//
	254710	誘			導			形			計		器	묽	多	賀	Τţ	場	木宗	内像	勝晋	造介		<i>11</i>
		1									_	•										(	第39頁	ヽ続く)
,		254730 254702 254708 254710	254730 荷 254702 ジ 254708 電 254710 誘	254730 荷 254702 ジッ・ 254708 電 254710 誘	254730 荷 254702 ジッパト 254708 電 タ 254710 誘	254730 荷 254702 ジッパドレ 254708 電 気 254710 誘 導	254730 荷 役 254702 ジッパドレッ 254708 電 気 254710 誘 導	254730荷役254702ジッパドレッジ254708電気応254710誘	254730 荷 役 254702 ジッパドレッジャの 254708 電 気 応 254710 誘 導 形	254730荷 役254702ジッパドレッジャの掘 気 気 10254708電 気 気 第 予	254730荷役機254702ジッパドレッジャの掘削系254708電気定<54710	254730     荷     役     機       254702     ジッパドレッジャの掘削線指 254708     電     気     応     動     装       254710     誘     導     形     計	254730     荷     役     機       254702     ジッパドレッジャの掘削線指示       254708     電     気     応     動     装       254708     電     気     応     動     装       254710     誘     導     形     計	254730     荷     役     機     村       254702     ジッパドレッジャの掘削線指示装置       254708     電     気     応     動     装     計       254710     誘     導     形     計     割	254730     荷     役     機     械       254702     ジッパドレッジャの掘削線指示装置       254708     電     気     応     動     装     置       254710     誘     導     形     計     器	254730     荷     役     機     械     角       254702     ジッパドレッジャの掘削線指示装置     角       254708     電     気     応     動     装     置     多       254710     誘     導     形     計     器     多	254730     荷     役     機     械     亀有       254702     ジッパドレッジャの掘削線指示装置     亀有       254708     電     気     応     動     装     置     多賀       254710     誘     導     形     計     器     多賀	254730     荷     役     機     械     亀有工       254702     ジッペドレッジャの掘削線指示装置     亀有工       254708     電     気     応     動     装     置     多賀工       254710     誘     導     形     計     器     多賀工	254730     荷     役     機     械     亀有工場       254702     ジッパドレッジャの掘削線指示装置     亀有工場       254708     電     気     応     動     装     置     多賀工場       254710     誘     導     形     計     器     多賀工場	254730     荷     役     機     械     亀有工場     赤       254702     ジッパドレッジャの掘削線指示装置     亀有工場     安       254708     電     気     応     動     装     置     多賀工場     矢       254710     誘     導     形     計     器     多賀工場     朱	254730     荷     役     機     械     亀有工場     赤     木       254702     ジッパドレッジャの掘削線指示装置     亀有工場     安河内       254708     電     気     応     動     装     置     多賀工場     矢     内       254710     誘     導     形     計     器     多賀工場     大     内       254710     誘     導     形     計     器     多賀工場     木     内       完     像	254730     荷     役     機     械     亀有工場     赤     木       254702     ジッパドレッジャの掘削線指示装置     亀有工場     安河内     春       254708     電     気     応     動     装     置     多賀工場     矢     内       254710     誘     導     形     計     器     多賀工場     木     内     勝       254710     誘     導     形     計     器     多賀工場     木     内     勝       二     33      33      33	254730     荷     役     機     械     亀有工場     売     市     進       254730     荷     役     機     械     亀有工場     赤     木     進       254702     ジッパドレッジャの掘削線指示装置     亀有工場     安河内     春     雄       254708     電     気     応     動     装     置     多賀工場     矢     内     博       254710     誘     導     形     計     器     多賀工場     木     内     勝     造       254710     誘     導     形     計     器     多賀工場     木     内     勝     造        33      33	254730     荷     役     機     械     亀有工場     売     二       254702     ジッパドレッジャの掘削線指示装置     亀有工場     安河内春     進       254708     電     気     応     動     装     置     多賀工場     矢内     博       254710     誘     導     形     計     器     多賀工場     木内     勝     造       254710     誘     導     形     計     器     多賀工場     木内     勝     造       (第39頁~     一     33     —     33     —     33     —