CdS 単結晶-無定形半導体ヘテロ接合 の特性と撮像管への応用

静岡大学工学部 野 上 稔
静岡大学電子工学研究所 岡 本 忍
西 田 亮 三

CdS 単結晶と無定形半導体—特に As_2Se_3 —との接合を形成したサンドイッチセルの光電特性を検討した。接合には整流性が観察され、逆バイアスでは光応答が非常に速い。セルの特性は単結晶から無定形への担体注入が支配していると考えられ、CdS 表面の効果も大きい。この接合を用いた光導電形撮像管は、暗電流が小さく、ガンマはほぼ 1 で、解像度も良く、残像が非常に小さい。試作管は as-grown 単結晶で接合を形成しているので、画面にすじ、きずが多い。単結晶の処理、doping 等の研究により画質、感度等の向上が期待できる。

1. ま え が き

異なった半導体材料を接合して種々の半導体電子装置を作ろうとする試みが近年盛んに行なわれている。このような研究は 1951 年、Shockley による wide-gap-emitter transistor の特許¹⁾に始まったが、R. L. Anderson による Ge-GaAs 異種接合の考案²⁾以来ますます盛んになった。

光導電形撮像管のターゲットにも接合を適用する研究が進められ、特性の向上がはかられている。PbO 蒸着膜の *pin* 接合³⁾や、Si 単結晶板を使用した *pn* ダイオードアレイ⁴⁾⁵⁾等が開発され、ますます関心が高められた。

光導電材料としてすぐれた性質をもつ II-VI 族化合物半導体は、テルル化合物を除けば一般に *n* 形で、*p* 形を作成することはかなり困難である。その中で CdS は可視領域にすぐれた光導電性をもつ半導体で、単結晶製作技術も比較的確立されたものをもっているが、伝導性は *n* 形または *i* 形しかもっていない。したがって、CdS を用いた半導体装置として *pn* 接合を作成するためには、他の *p* 形半導体との異種接合を作らなければならない。

一方、光導電形撮像管の光導電材料として関心がもた

れている As_2Se_3 は、カルコゲナイドガラスの一種で、近年盛んに研究されるようになってきた。しかし、その物性は結晶性半導体にくらべて不明な点が多い。この種のガラス半導体の多くは、熱起電力の測定から *p* 形である⁶⁾とされている。

これらの結晶性 CdS と無定形 As_2Se_3 とを接合した場合、双方のすぐれた光電特性を兼有した接合となりうるかどうか、また、このような結晶-無定形接合の特徴は何であるか。これらの疑問を明らかにし、さらに光導電形撮像管のターゲット材料として利用される可能性があるかどうかを検討することがこの研究の出発点であった。

筆者らは、CdS 単結晶-無定形 As_2Se_3 の接合の光電特性を調べるためサンドイッチセルを製作し、整流性、接合容量、光起電力、光応答速度等の諸特性を中心に測定を行なった。その結果、この接合の光電特性は CdS 単結晶によって支配され、特に CdS 表面の影響が大きいこと、光応答が速いことなどが明らかになった。現在この接合の性質の解明はまだ不十分であるが、その *pn* 接合に似た性質や特異な特性について検討し、一応定性的な解釈を与えることができた。

さらに、CdS 単結晶と As_2Se_3 蒸着膜との異種接合を利用した光導電形撮像管を試作した。試作管は残像、焼付きが少なく解像度も良好で、新しいターゲットとして興味ある特性を示したので、異種接合の特性と合わせて報告する。

“Characteristics of CdS Single Crystal-Amorphous Semiconductor Heterojunctions and its Application to Pick-up Tube” by Minoru Nogami (Department of Engineering, Shizuoka University, Hamamatsu), Shinobu Okamoto and Ryōzo Nishida (Research Institute of Electronics, Shizuoka University, Hamamatsu). 電子管研究委員会発表 (昭 44.11)

2. CdS 単結晶-無定形半導体ヘテロ接合の特性の測定

サンドイッチセルによる実験で、CdS単結晶-無定形半導体ヘテロ接合の特性を測定した。この実験に用いたCdS板状単結晶はすべて昇華法のうちの気流法⁷⁾を用いて作成した。すなわち横形電気炉を高温、低温の2つの部分に分け、高温部で粉末の原料CdSを加熱して、昇華したCdS蒸気をアルゴンガスで低温部に送り、そこで結晶成長させる方法である。CdS単結晶は、 $10 \times 15 \text{ mm}^2$ の大きさのものが割合容易に得られ、表面も比較的平坦なものがある。写真1にその例を示す。写真は透過光によって撮影したもので、右側の結晶は比較的平坦なものである。

サンドイッチセルの実験に用いたCdS単結晶の面積はだいたい $5 \times 5 \text{ mm}^2$ で、厚さ $20 \sim 100 \mu\text{m}$ 、比抵抗 $10^6 \sim 10^9 \Omega \text{ cm}$ 程度である。as-grown単結晶の板面は $(1\bar{2}10)$ 面に平行であることが知られており、この面を受光面として用いる。この板の片面に半透明Al膜を真空蒸着法によって付け、他方の面に無定形半導体、さらにその上にAuの半透明膜を、やはり真空蒸着法によって付け、サンドイッチセルを作った。このセルを、孔をあけたベークライト板またはガラス板にシリコン樹脂でつけ、シルバーペイントで電極と導線とを結合させた。無定形半導体として As_2Se_3 、 $\text{As}_2\text{Se}_{2.4}\text{Te}_{0.6}$ といった物質を用いた。

$\text{As}_2\text{Se}_{2.4}\text{Te}_{0.6}$ を用いた理由は、光電特性を長波長側にずらして検討するためである。無定形蒸着膜の厚さはいずれの場合も $1.5 \mu\text{m}$ 程度である。 $\text{As}_2\text{Se}_{2.4}\text{Te}_{0.6}$ を用いたセルで無定形側を照射して光電特性を検討する実験では、可視領域をほとんど透過しないために、光電特性が検出されなかった。またこのCdS単結晶の界面についての知識を得るために、光導電性無定形半導体の代りに光導電性のない SiO_2 蒸着膜を用いた場合もある。 SiO_2 蒸着膜の厚さは $50 \sim 60 \text{ nm}$ である。Al電極がCdS単結晶に、Au電極が無定形半導体に、non-ohmic contact

写真1 as-grown CdS 単結晶
As-grown CdS single crystal.

図1 サンドイッチセルのI-VおよびC-V特性
I-V and C-V characteristics of a typical sandwich cell.

をしないことは別の実験で確かめた。

サンドイッチセルの実験は整流性、接合容量、分光感度特性、光起電力、光応答速度などの諸特性を中心に測定を行ない、CdS単結晶-無定形半導体ヘテロ接合の特性を検討した。

3. サンドイッチセルの実験結果とその考察

3.1 整流特性

図1に無定形半導体として As_2Se_3 をつけた場合の電流-電圧特性（I-V特性）と接合容量の外部バイアス依存性（C-V特性）をdarkの場合とタングステン電球の光を照射した場合について示した。暗電流の値は試料によってかなりばらつきが認められた。図1は、比較的小さな値の測定例である。接合容量の測定には capacitance bridge を用い、 1 kHz の交流を使用した。

$\text{As}_2\text{Se}_{2.4}\text{Te}_{0.6}$ を用いた場合にも、同じような整流性とC-V曲線の光照射による変化がみられる。電流の整流性の順方向はAu電極に電池の正の極を、Al電極に負の極を接続した場合となる。この場合だけを考えれば、CdSをn形、無定形半導体をp形とみなしたpn接合の整流性と合致する。

また、順方向では印加電圧が増加するにしたがって電流は指数関数的に増加する。接合容量はdarkの場合には逆方向での印加電圧依存性は少ないが、光照射によってその依存性が生じてくる。

図2に、順方向での電流の増加の指数関数性を検討した。外部電圧の低いあいだは $\ln I$ と V との関係に直線性が成立している。整流性を検討するために、よく知られたShockleyの式 $I = I_0[\exp(qV/nkT) - 1]$ を図

図2 サンドイッチセルの $\ln I$ と V との関係
Applied voltage dependence of $\ln I$ for the sandwich cell shown in Fig. 1.

2に適用してみた。整流性の良さを示す実験的因子 n の値として、われわれの接合の場合 $n=2\sim 5$ という数値が得られる。これは Si, Ge の pn 接合がほとんど理想ダイオード則 ($n=1$) に従うのにくらべて、著しく悪い値となっている。

Grigorovici らは無定形 Ge- n 形 Ge の接合で、 $n\sim 1.9$ という値をえて、この値の大きいことを無定形 Ge 側から n 形 Ge への注入効率が悪いことと対応させている⁸⁾。彼は無定形 Ge での遷移領域における電子-正孔対の再結合速度が大きいことにこの原因を帰着させているが、われわれの場合には後述のように、CdS 表面に吸着された酸素その他の原因によって形成される界面単位を通じての再結合の影響も考慮に入れねばならないように思われる。

3.2 分光感度特性

図3に光電流の分光感度特性を示した。520nm 付近に鋭いピークと、700nm 付近に幅の広いバンドが見られる。セルの諸特性の分光感度の測定には、タングステン電球を光源とする島津製プリズムモノクロメーター QR-50 を用い、スリットの幅を 1mm に固定した。700nm 付近の特性をより明確に示すために、分光特性には光源のエネルギー分布に対する補正は行っていない。

比較のために実験に用いた CdS 単結晶および As_2Se_3 , $\text{As}_2\text{Se}_2.4\text{Te}_{0.6}$ 蒸着膜の光電流分光感度特性を示すと図4のようである。

図3での CdS 単結晶-無定形半導体ヘテロ接合セルに見られる 520nm 付近の鋭いピークは、CdS のエネルギーギャップを越えて励起される電子と正孔による電流に

図3 サンドイッチセルの光電流の分光感度特性
Spectral response of photocurrent for the heterojunction.

図4 CdS 単結晶、 As_2Se_3 および $\text{As}_2\text{Se}_2.4\text{Te}_{0.6}$ 蒸着膜の光電流の分光感度特性 (バイアス 1V)
Spectral sensitivity of relative photocurrent for CdS single crystal, As_2Se_3 and $\text{As}_2\text{Se}_2.4\text{Te}_{0.6}$ evaporated film.

よって発生していると推察される。また、700nm 付近にある幅の広いバンド構造は、 $\text{As}_2\text{Se}_2.4\text{Te}_{0.6}$ を用いて無定形半導体の光電特性を長波長側にずらせるを試みても、その位置は影響を受けないので As_2Se_3 等の無定形材料に起因するとは考えにくい。

このことや後述の接合容量の振舞いを考慮に入れるとこの 700nm 付近のバンドは CdS に不純物として混入した酸素によるか、あるいは結晶表面に吸着した酸素による界面単位の 2つの原因が考えられる。しかし、CdS 単結晶の分光感度に 700nm のピークがないことと、菊池らの測定⁹⁾ では酸素不純物によって生ずる光電流のピークの位置は 600nm であることから、著者らは界面吸着酸素によるものと推定している。

無定形半導体の寄与が見られないのは次のように考えている。Grigorovici らは無定形 Ge を用いたトランジスタの実験で、無定形 Ge から n 形 Ge への注入はほとんど測定できないが、 n 形 Ge から無定形 Ge への注入は 60~70% という値となり、かなり大きいことを示した⁸⁾。われわれの接合でも無定形 Ge と同様のことが起こっているとすれば、光電流に対する無定形半導体の寄与が見られないことは説明されると思う。

3.3 接合容量

図1で観測されるように、この接合には接合容量が光照射によって大きく増加する効果が存在する（以下、光容量効果という）。光照射した場合には接合容量に大き

図5 光容量効果の分光感度特性
Spectral distribution of the photocapacitance effect in the heterojunction.

図6 CdS-SiO MIS 構造での光容量効果の分光感度特性
Spectrum of the photocapacitance effect in CdS-SiO MIS structure.

図7 700 nm 単色光照射による C-V 特性の変化
C-V characteristics of the heterojunction with and without 700 nm monochromatic illumination.

なバイアス依存性がある。dark での接合容量にはほとんどバイアス依存性は認められないが、CdS 単結晶の厚さがかなり薄い場合には、dark でも零バイアス付近でわずかのバイアス依存性が認められることもある。

図5に光容量効果が入射光の波長によっていかに変化するかを示した。やはり 520 nm と 700 nm 付近に極大を示すバンド構造が存在する。また、図6に無定形半導体の代りに SiO₂ を用いた場合の光容量効果の分光感度特性を示した。520 nm と 700 nm 付近のバンド構造はさらに明らかなようである。

図7に 700 nm の単色光を照射したときの接合容量のバイアス依存性と、dark のときのそれとの比較を示す。dark の接合容量は零バイアス付近を除いて、印加電圧によって変化していない。700 nm の単色光を照射して逆バイアスを深くしてゆくと、最後には dark での接合容量と一致する。

セル全体の接合容量を測定する場合には、As₂Se₃ 膜の静電容量、およびその誘電損失分としての電気抵抗と、CdS のそれらとの直列接続を測定している。それゆえ光容量効果で 520 nm のピークには、CdS の光導電効果によって全体としての接合容量の値の増加を生ずる効果も当然含まれる。

このような効果は Myler-CdS 結晶接合を用いた Kallmann らの実験¹⁰⁾で観測された。しかし、この場合には図1に示されるような著しいバイアス依存性は存在していないようである。図7に示されるように、700 nm の単色光を照射していても、バイアスを深くしてゆくと最後には dark の静電容量の値に近づくという傾向は、Si-SiO₂ 界面に生ずる界面準位に捕えられた電子による静電容量の振舞い¹¹⁾によく似ている。

後述の CdS 単結晶の表面の検討の場合に見られるよ

うに, CdS 単結晶の表面処理によって光容量効果が著しく失われる事実を考えあわせて, 著者らはこの光容量効果のかかなりの部分はヘテロ接合の界面準位に捕えられた光電子によって生ずるものと考えている.

図 8 開回路光起電力の分光感度特性
Open-circuit-photovoltage spectra in the CdS-As₂Se_{2.4}Te_{0.6} heterojunction.

図 9 CdS 単結晶の真空熱処理による I - V 特性の変化
Effect of heat-treatment in vacuum on I - V characteristics of the heterojunction. CdS single crystal was heat-treated in vacuum before forming the junction.

図 10 CdS 単結晶の真空熱処理による C - V 特性の変化
Effect of heat-treatment in vacuum on C - V characteristics of the heterojunction. CdS single crystal is given the same heat-treatment as in Fig. 9.

3.4 光起電力

図 8 に, この接合の光起電力の分光感度特性を示す. 520nm にのみ極大をもち, 700nm 付近まで続く肩をもつバンド構造が見られる. 無定形側の寄与はこの場合にもみられないようである.

3.5 CdS 単結晶表面の検討

1 枚の CdS 単結晶を 2 つに割り, 1 つを無処理, 他の部分を約 2×10^{-6} Torr の真空中で約 250°C の温度で 10 分間熱処理をした後, 冷却して真空を破らずそのまま As₂Se₃ を蒸着した (真空熱処理と略する). そのセルの電流-電圧特性および接合容量の電圧依存性を真空熱処理していない部分を用いたセルのそれと比較して図 9 と図 10 に示す.

観察されるように, この真空熱処理によって光電流, 暗電流が減少し, その整流性も悪くなっている. また, 接合容量およびそのバイアス依存性もこの真空熱処理によって大幅に減少している.

Many らは CdS 単結晶の表面電界効果を研究して次の結論¹²⁾¹³⁾を得た. CdS 表面は真空中では, dangling bond による表面準位をもたず, 酸素吸着によって acceptor-like の表面準位が形成される. また, 窒素雰囲気は真空の場合と同様であることも示した. われわれの場合, 真空熱処理によって整流性や光容量効果が大幅に影響を受けることから, 表面吸着酸素による界面準位が大きな役割を演じていると推察される.

図 11 は CdS 単結晶の表面研磨が, 整流性や光容量効果にどのような影響を与えるかを検討したものである. 図に示したように, 電流-電圧特性はほぼ ohmic となって整流性を失い, また光容量効果も微弱となる. こ

図 11 表面研磨した CdS 単結晶を用いたセルの I - V および C - V 特性

I - V and C - V characteristics of a junction formed with the CdS single crystal polished mechanically.

こでも CdS 表面に形成される界面準位の大きな役割が考えられる。

3.6 光応答速度

写真 2 はアルゴン放電管を用いたストロボによって発生させた光パルスに対するこの接合の応答速度を示したものである。光パルスは CdS 側から入射した。写真 (a) (b) の上の波形は銀セシウム光電管による光パルスへの応答である。写真 (a) の下の波形は、逆バイアス -22.5 V を印加した場合の As_2Se_3 を無定形半導体として用いたこの接合の応答、写真 (b) の下の波形は、順バイアス $+1.5$ V を印加した同じセルの応答である。双方の写真とも横座標の単位は $50\mu\text{s}$ である。順バイアスを増加した場合もこの応答には変化は見られない。逆バイアスでは応答時間は $10\mu\text{s}$ 程度で、CdS 単結晶での正孔の寿命に対応していると思われる。また順バイアスでは 0.35 ms の order となり、逆バイアスの場合より減衰時間が長くなっている。

前者の場合には、バイアスは CdS から無定形半導体への正孔の注入の方向となり、後者では電子の注入方向となっているから、この実験結果は単結晶から無定形への電流担体の注入を示すものと考えられる。この実験のみでは断定できないが、やはり無定形から単結晶への担体の注入はみられないように思われる。

3.7 接合についての考察

以上のような実験から、次のようにこの接合の性質を解釈することができる。

(a) 逆バイアス -22.5 V, (b) 順バイアス $+1.5$ V, 時間軸の単位 $50\mu\text{s}$, (a) (b) とも上の波形は光電管によるもの (a) Reverse-biased at -22.5 V. (b) Forward-biased at $+1.5$ V. For both (a) and (b), upper trace: vacuum phototube response, lower trace: sandwich cell response. Time scale: $50\mu\text{sec}$.

写真 2 サンドイッチセルの光応答速度 (CdS 側照射)
Photoresponse of a typical sandwich cell when illuminated on the CdS side.

無定形半導体や CdS 表面に吸着された酸素等による表面準位の電子構造が現在まだ充分明らかであるといえる段階に到達していないので、GaAs-Ge ヘテロ接合などの解析で行なわれているような正確なバンド構造を描くことは、この接合では時期尚早であると思われる。しかし以上述べたように、この接合での整流性、光起電力、光容量効果には、CdS 表面に存在する吸着酸素その他に起因する界面準位が大きな役割を演じていると考えられる。

すでに Bardeen らは Schottky barrier が形成される条件を分析して、表面準位が 10^{13}cm^{-2} を越えるときは金属と半導体との仕事関数の差によって Schottky barrier が形成されるよりも、表面準位による表面電位が Schottky diode の特性を支配するとしている¹⁴⁾。この接合の場合にも Bardeen らの条件があてはまって、CdS 表面での吸着酸素その他による界面準位に起因する空乏層が、整流性、光起電力の原因になっていると考えられる。

無定形半導体の役割はまだ充分検討できていないが、高い暗抵抗を保持し、かつ逆バイアスでは正孔の注入のみを受けて、後述するようにこの接合を撮像管ターゲット

トに適用した場合には、良好な解像力や速い光応答などを實現させるのに特に寄与していると考えられる。

4. 試作光導電形撮像管の構造と特性

以上述べたように、CdS 単結晶と As_2Se_3 蒸着膜との異種接合セルの実験により、良好な整流性や速い光応答速度が得られることが明らかになったので、この異種接合をターゲットに適用した撮像管の試作を行なった。

4.1 試作管のターゲットおよび構造

平板状 CdS 単結晶の一面に Al を蒸着（透過率約 20%）して信号板とし、これをネサを塗布したガラス面板に導電ペーストではりつけて導通をとり、その上に As_2Se_3 を真空蒸着してターゲットを形成した。CdS 単結晶は約 $15\text{mm} \times 10\text{mm}$ 、厚さ $100\mu\text{m}$ で、as-grown 単結晶のままを用いた。 As_2Se_3 層の厚さは $1.5 \sim 2\mu\text{m}$ である。

面板は通常のビジコンのようにインジウムシールによってバルブに封着した。電子銃およびバルブの形状は 7038 形 1 インチビジコンと同じである。写真 3 に試作管のターゲットの外観を示す。

4.2 ターゲット電圧-電流特性

試作管の特性はすべて走査線 525 本の標準方式で、走

写真 3 試作撮像管
Experimental pickup tube.

図 12 ターゲット電圧-電流特性
Signal output current and dark current versus target voltage.

図 13 光電変換特性
Light transfer characteristics.

査面積 $9\text{mm} \times 12\text{mm}$ として測定した。図 12 にターゲット電圧に対する暗電流および一定照度の白色光を照射した場合の信号出力電流の特性を示す。ターゲットの電圧は接合に対して逆バイアス方向に加えられるので、暗電流は非常に小さく、 1nA 以下である。信号電流はターゲット電圧の増加とともに増すが、次第に飽和する傾向がある。

4.3 光電変換特性

白熱電球光に対する変換特性を図 13 に示す。特性はほとんど直線で、ガンマは約 $0.85 \sim 0.9$ である。白色光に対する感度は従来のビジコンに比較してあまり良くない。試作管では as-grown 単結晶のまま使用したので、導通を確実にするために信号板の Al 膜を厚く蒸着したため光の透過が悪くなった。感度が低いのは、主として Al 信号板の透過率の低いことと、後述の分光感度の急峻なピーク特性によるものと思われる。単結晶の表面を研磨すれば、Al 蒸着膜を使用しても 50% 以上の透過率とすることは容易である。

さらに適当な材料を探究して信号板の透過率を改善し、また単結晶の厚さおよび適当な不純物の doping など、今後の研究により感度を向上させることは充分期待

図 14 分光感度特性
Spectral sensitivity characteristics.

できるであろう。

4.4 分光感度特性

図 14 は試作管の分光感度特性である。525 nm 付近に特有の急峻なピークがあり、ほとんど CdS の特性と類似している。CdS の厚さや単結晶の成長条件によってピークの位置および長波長側の特性が若干変化するようである。

4.5 解像度

CdS 単結晶と As_2Se_3 のような高い比抵抗の無定形半導体蒸着膜との異種接合であるので解像度は良く、Si ターゲットの場合⁴⁾⁵⁾のようにモザイク構造によって解像度が支配されることはない。試作管で撮像したパターンの受像写真を写真 4 に示す。as-grown 単結晶のまま使用しても解像度は中心部で 400 本以上得られる。しかし as-grown 単結晶のままでは、画面にすじ、むら、点きず等が多く現われるのが目立つが、これは、結晶の厚みの不均一や表面のきず等により発生したものと考えられる。今後、結晶の表面仕上げを行なってこれらを減少させることは可能と思われる。

4.6 残像特性

ビジコンの特性の中で常に問題になるのは残像であるが、試作管では良好な結果が得られた。ことに光に対する応答で残像の減少につれて問題になってくる信号電流

の立上りも非常に良い特性を示した。

写真 5 は試作管の残像測定波形で、ターゲット電圧 25 V、信号出力電流 0.2 μA に設定し、光を 36 フィールド (600 ms) 間隔で断続して測定した。

写真の点の間隔は 1 フィールド (16.7 ms) に相当する。立上りは第 1 フィールドで約 90%、第 3 フィールド (50 ms) ではほとんど 100% になり、残像は第 1 フィールドで約 17%、第 3 フィールドで約 3% である。

また、同じ画面を長く撮像したときに残る焼付きも非常に少なく、普通の使用状態ではほとんど気にならない。

5. む す び

以上のように、CdS 単結晶と無定形半導体—特に As_2Se_3 —との接合の光電特性を述べた。この接合の性質の解明はまだ今後の研究に残された問題が多いが、光電特性は CdS 単結晶によって支配され、特に CdS 表面の影響が大きいに考えられる。

無定形半導体の役割は逆バイアスで CdS 側から正孔注入のみを受けることによって光応答を速くし、かつその高い比抵抗のために撮像管ターゲットとした場合に見られるように、良好な解像度を保持するのに寄与していると考えられる。

また、この接合を光導電ターゲットに用いて撮像管の試作を行なった。試作管は残像、焼付きなどに良好な特性を示したが、感度の上昇やきずの除去による画質の向上など、残された問題は多い。

しかし、この種の単結晶半導体と無定形半導体蒸着膜の異種接合は、光導電ターゲットの改良の一方法として期待がもたれるので、単結晶作成法の改良、結晶研磨ならびに表面処理法などの研究を推進して、今後その開発に努力したい。

この基礎研究は NHK よりの委嘱研究に関連して始めたもので、CdS 単結晶作製については中山忠久氏 (NHK 基礎研) のご指導を受けた。また、本学の三橋広二教授には種々有益な助言とご便宜をはかっていただき、電子工学研究所長 堀井隆教授には終始ご指導とごべんたつを受けた。あわせて感謝申し上げる。

(昭和 45 年 5 月 21 日受付・昭和 45 年 9 月 7 日再受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) W. Shockley: U.S. Patent, No. 2569347 (Sept. 25, 1951)
- 2) R. L. Anderson: Experiments on Ge-GaAs Heterojunctions, Solid-state Electronics, 5 (1962) 341
- 3) E. F. de Haan, A. van der Drift and P. P. M. Schampers: The "Plumbicon", A New Television Camera Tube, Philips Tech. Rev., 25, 6/7 (1963/1964) 133
- 4) 山戸利美: Si 単結晶をターゲットに用いた撮像管, テレビ誌, 22, 4 (1968) 280

写真 4 試作撮像管で撮像したテストパターン
Monitor display of RETMA test pattern.

写真 5 光応答特性測定波形
Photoresponse of experimental pickup tube.
(target voltage 25 V, signal output current 0.2 μA)

- 5) M. H. Crowell, et al: A Camera Tube with a Silicon Diode Array Target, Bell System Tech. J., **46**, 2 (1967) 491
- 6) B. T. Kolomiets: Vitreous Semiconductors (I), Phys. Stat. Sol., **7** (1964) 359; (II), *ibid.*, **7** (1964) 713
- 7) 中山忠久, 千川純一: 昇華法によるCdS結晶の作成, 単結晶作成法, 朝倉書店, 東京 (1966) 121-128
- 8) R. Grigorovici, N. Croitoru, L. Vescan and M. Marina: Hole Injection in the Junction between Amorphous Ge Layers and *n*-type Ge Single Crystals, Rev. Roum. Phys., **14**, 2 (1969) 199
- 9) 菊池 誠, 飯島 茂: 硫化カドミウムの単結晶を作る試み, 電試彙, **24**, 2 (1960) 100
- 10) H. Kallmann, B. Kramer and G. M. Spruch: Ac Impedance Measurements on Insulated CdS Crystals, Phys. Rev., **116**, 3 (1959) 628
- 11) R. Linder: Semiconductor Surface Varactor, Bell System Tech. J., **16**, 3 (1962) 803
- 12) A. Many, J. Shappir and U. Shaked: Field-Effect Studies of Oxygen Absorption on CdS Surfaces, Surface Science, **14** (1969) 156
- 13) J. Shappir and A. Many: The Effect of Oxygen Absorption on the Surface Barrier Height of CdS, *ibid.*, **14** (1969) 169
- 14) J. Bardeen: Surface States and Rectification at a Metal-Semiconductor Contact, Phys. Rev., **71**, 10 (1947) 717

テレビジョン6月号予定目次

【随 想】	なつかしの名著	NET 森本 重武
【展 望】	新サービス情報伝送方式.....	電電公社 南 敏
【連載解説】	光物性入門(第2回) 光の放射.....	東大 神谷 武志
【解 説】	イオン打込法によるシリコン素子製作技術.....	日立 徳山 巍
【論 文】	磁気記録理論におけるベクトル磁化とスカラ磁化の関連性.....	東北大 中村 慶久・岩崎 俊一
	テレビ電話の自動利得制御方式と回路.....	京工繊大 西村 武・竹下 正弘
	新クロスカラー除去方式.....	松下電器 長岡 良富・古橋 道夫・佐々木玲一
【講 座】	テレビ放送のソフトウェア——番組制作と運用技術——	
	(第5回) フィルム制作技術(Ⅱ).....	TBS 須山 英三