冷陰極 HARP 撮像板

Field-emitter Image Sensor with HARP Target

正会員 難波 正和[†], 正会員 山岸 敏郎[†], 正会員 岡崎 三郎[†],
正会員 江上 典文[†], 正会員 谷岡 健吉[†], 正会員 阿部 正英[†],
高山 勝己^{††}, 正会員 田中 満^{††} 伊藤 茂生^{††}

Masakazu Nanba[†], Toshio Yamagishi[†], Saburo Okazaki[†],
Norifumi Egami[†], Kenkichi Tanioka[†], Masahide Abe[†],
Katsumi Takayama^{††}, Mitsuru Tanaka^{††} and Shigeo Itoh^{††}

Abstract An image sensor has been developed that consists of an X-Y-matrix field emitter array (FEA), a mesh electrode, and a high-gain avalanche rushing amorphous photoconductor (HARP) target, each of which is set closely facing one another. Investigation of its fundamental driving characteristics in a vacuum chamber showed that TV images are produced when the matrix FEA consists of 50×50 elements, that images are picked up with high sensitivity due to the HARP target, and that the output signal current is not affected by fluctuations in the emission current from the FEA under ordinary lighting conditions. Applying appropriate voltages to the mesh electrode improved the resolution. This image sensor will enable the development of super-high-sensitivity and ultrahigh-definition TV cameras.

キーワード：撮像デバイス，コーン形冷陰極，冷陰極アレイ，HARP ターゲット，メッシュ電極，冷陰極 HARP 撮像板

1. ま え が き

地震等の自然災害に関する緊急報道では即応性が重視され、状況によっては十分な照明が施せない等、TV カメラにとって劣悪な環境下での撮影を余儀なくされるケースがある。そのため、特に報道用カメラには、より高い感度が要求されるとともに、小形軽量化による機動性の確保や、動作環境に影響されない安定性や高信頼性等が求められる。

現在、TV カメラに最も多く用いられている CCD は、小形軽量や安定性・信頼性の面では特に優れており、かつ HDTV にも対応できる高い画質を実現している^{1)~4)}。また感度に関しては、マイクロレンズによる光開口率の改善等が進んだ結果、例えば、2/3 インチサイズ CCD を用いた NTSC 用カメラで 2000 lx、F 8 である⁵⁾。一方、撮像管では、光生成電荷のアバランシェ増倍現象を利用した HARP(High-gain Avalanche Rushing amorphous

Photoconductor)ターゲット⁶⁾の開発を契機に、膜厚の増加による感度向上が進み、現在では厚さ 25 μm のターゲットで CCD の約 100 倍の高感度(カメラとして約 20 lx、F 8)を実現している⁷⁾。しかしながら、撮像管は CCD に比べてデバイスサイズが大きいため、特に小形軽量化が望まれていた。

そこで筆者らは、CCD と HARP 撮像管の両者の特長を兼ね備えたコンパクトな撮像デバイスの研究に着手した。本デバイスは、電界によって電子を引き出すことのできる微小な電界放射陰極⁸⁾⁹⁾(以後、冷陰極と略記)の 2 次元アレイ¹⁰⁾に HARP ターゲットを近接・対向させたもので、本論文では冷陰極 HARP 撮像板と呼称する。冷陰極を用いた撮像デバイスとしては、これまで NEA(Negative Electron Affinity)形冷陰極を電子銃に用いた撮像管の研究例が発表されているが¹¹⁾、筆者らの知る限り、微細加工技術を利用した微小冷陰極アレイの撮像デバイスへの適用例は報告されていない。

本論文では、まず、冷陰極 HARP 撮像板の構造、基本動作原理および真空チャンバ内での撮像実験によって得られた基本撮像特性について報告する。次に、メッシュ電極を用いた解像度の改善効果について述べた後、最後に、冷陰極 HARP 撮像板で今後期待される性能とその実現に向けての課題について論じる。

1997 年 7 月 23 日、1997 年映像情報メディア学会年次大会で発表
1999 年 8 月 11 日受付、10 月 14 日再受付、1999 年 11 月 5 日採録

† NHK 放送技術研究所

(〒157-8510 東京都世田谷区砧 1-10-11, TEL 03-5494-2251)

† NHK Science and Technical Research Laboratories
(1-10-11, Kinuta, Setagaya-ku, Tokyo 157-8510, Japan)

†† 双葉電子工業株式会社 商品開発センター

(〒299-4395 千葉県長生郡長生村藪塚 1080, TEL 0475-32-6000)

†† Product & Development Center, Futaba Corporation
(1080, Yabutsuka, Chosei, Chiba 299-4395, Japan)

2. 構造と基本動作原理

図1に冷陰極 HARP 撮像板の模式的構造を示す。電子源としての X-Y マトリクス冷陰極アレイ、冷陰極から放射された電子ビームを加速するメッシュ電極および入射光を電荷に変換し増倍する HARP ターゲットから構成される。

冷陰極として、円錐状の陰極と微小な開口を有するゲート電極から成るコーン形電界放射陰極¹⁰⁾ (以後、コーン形冷陰極と略記)を例にとると、直交する陰極電極配線とゲート電極配線の交差部分(以後、エレメントと略記)が撮像板の画素に相当する。通常、電子ビームの量をより多く確保するため、1エレメントには複数のコーン形冷陰極を配置する。HARP ターゲットへの電圧印加と出力信号の取

図1 冷陰極 HARP 撮像板の構造

Schematic configuration of HARP field-emitter image sensor.

り出しは、図2に示すように、フェースプレート(ガラス板)と光導電膜間に設けられた透明電極層を介して行われ、本ターゲットと冷陰極アレイの間には、空間を介して、電子ビームを透過させるための微小な開口を多数有するメッシュ電極が配置される。

図2に示すように、本撮像板では、まず HARP ターゲットに光が入射すると、フェースプレートに近い光導電膜内部に光量に応じた電子・正孔対が生成される。正孔は光導電膜に印加された強電界によって電子ビーム走査側に加速され、膜を構成する原子と次々に衝突することでアバランシェ増倍される。このような正孔が、1フィールドの期間内、蓄積され、入射光像に対応した電荷パターンが形成される。一方、X-Y アドレス形にエレメントをマトリクス配置した冷陰極アレイには、TV 規格に準じた駆動パルス電圧を印加する。各エレメントから順次、電子ビームを放射させることで、ターゲットに蓄積された正孔と再結合させ、このとき生じる電流を出力信号として取り出す。また、蓄積された正孔との再結合に寄与しない余剰電子は、冷陰極アレイ側に戻り、メッシュ電極および陰極近傍のゲート電極に吸収される。

3. 撮像実験による基本撮像動作の検証

2章で述べた冷陰極 HARP 撮像板を実現するには、HARP 撮像管で実証された高感度特性が撮像板構造でも同様に得られることや、冷陰極の問題点である放射電子ビーム量の変動が撮像板に与える影響等を明らかにする必要がある。そこで、これらの解明に必要な実験システムを構築し、撮像板の基本撮像動作を検証した。

3.1 実験に用いた撮像板およびシステムの構成

図3に撮像実験に用いたシステムの構成図を示す。冷陰極には、2章で述べたコーン形冷陰極を採用し、1エレメントには960個の冷陰極を配置した。エレメント数は水平50×垂直50の2500個で、各エレメントのサイズは約310 μm ×310 μm である。また、HARP ターゲットには膜厚2 μm のものを用いるとともに、冷陰極アレイと HARP

図2 冷陰極 HARP 撮像板の動作原理

Operating principle of HARP field-emitter image sensor.

図3 撮像実験システムの構成図

Schematic diagram of experimental evaluation system.

ターゲットとの間隔を 0.8 mm に設定し、その間に開口率約 50% のメッシュ電極を挿入した。

撮像実験に際しては、上記撮像板を真空度が約 2×10^{-6} Pa に保たれた真空チャンバ内に設置し、ビューイングポートからターゲットに光学像を入射させた。また、撮像板への電圧供給や出力信号の取り出しにはチャンバの電流導入端子を用い、アンプで増幅した後の出力信号をオシロスコープやモニタ等で観測した。

3.2 冷陰極アレイの駆動

図 4 に冷陰極アレイの 1 エLEMENT の電流-電圧特性を示す。駆動に際しては、電子ビームを放射するときの印加電圧を陰極電圧 (V_k) 0 V、ゲート電圧 (V_g) 80~120 V に設定した。このとき 1 エLEMENT から取り出せる電子ビームの量は電流値換算で 15~65 μ A である。

図 5 にゲート電極および陰極に印加した駆動パルスの波形を示す。本実験では、垂直方向の走査をゲート電極、水平方向の走査を陰極の選択で行うこととし、この 2 種類の電極には 0 V と V_g (正) からなるパルス電圧を印加した。電子ビームは陰極が 0 V で、かつ、ゲート電極に V_g が印加されたとき、各 ELEMENT より順次放射される。また、印加駆動パルスの周期と幅は、基本的に撮像板からの出力

図 4 冷陰極アレイの電流-電圧特性(1 ELEMENT)
Current-voltage characteristics of field-emitter array.

図 5 駆動パルス
Drive pulses.

信号を現行 NTSC 用モニタに表示(エレメント数が少ないため、画面の一部に表示)させることを考慮し決定した。具体的には、ゲート電極に印加される垂直ドライブパルスの周期は NTSC 方式のフィールド周波数に相当する約 60 Hz (約 1/60 s) に、パルス幅(ゲート電圧が V_g の期間)は 1 水平走査期間に相当する約 63.5 μ s に設定した。一方、陰極に印加される水平ドライブパルスに関しては、パルス周期は約 63.5 μ s としたが、パルス幅(陰極電圧が 0 V の期間)は NTSC 方式より長い約 0.75 μ s に設定した。これは、実験で用いた撮像板のエLEMENT 数が少ないため、駆動時間を長くして、モニタ表示画像を拡大し、観測をより容易にするためである。

3.3 撮像板の基本撮像特性

上述した撮像実験システムを用いて、冷陰極 HARP 撮像板の基本的な撮像動作特性を調べた。

図 6 に撮像板に一定量の光を入射させた場合の出力信号電流のターゲット電圧依存性を示す。ターゲット電圧を徐々に高めると、出力信号電流はいったん飽和した後、ターゲット電圧 180 V (電界強度約 10^8 V/m) 以上で急峻な上昇を示した。これは同じ膜厚の HARP ターゲットを用いた撮像管の特性と一致しており⁹⁾、本結果から撮像板でも HARP ターゲットの特長であるアバランシェ増倍現象に起因する高感度特性を実現できることがわかった。また、ターゲットの印加電圧は 180 V 以上と高いが、ターゲットとメッシュ電極および冷陰極アレイは各々真空中で絶縁されているため、高電圧を印加することによる放電等の影響は認められなかった。

図 7 には、冷陰極アレイの 1 ELEMENT から放射される電子ビーム量の変動と、その状況で一定の光量を入射させた場合の撮像板出力信号電流の変動比較を示す。出力信号電流の変動は放射電子ビーム量の変動に比べ格段に小さく安定であり、出力信号電流は放射電子ビーム量の変動に依

図 6 出力信号電流のターゲット電圧依存性
Output signal current and dark current versus target voltage.

存しないことがわかる。これは、電子ビームの電流量の最小値がターゲットに蓄積されている電荷の読出しに必要な値以上であれば、出力信号電流はターゲットに蓄積された電荷量によって決まるためである。冷陰極アレイのディスプレイ応用では、電子ビーム電流の時間的変動が輝度の変動の直接的な要因となり大きな問題とされるが、撮像板応用では上述の理由により電子ビーム電流の変動が出力信号にノイズとなって現れる問題はないと考えられる。

本撮像板に光学像(人形)を入射させ、出力信号をモニター表示させた撮像例を図8に示す。撮像板の駆動に際しては、パルス電圧の V_g を 100 V、メッシュ電圧を 350 V、ターゲット電圧をアバランシェ増倍効果が得られる 240 V に設定した。冷陰極アレイのエレメントサイズが大きく、かつ、その数も 50×50 と非常に少ないため、解像度等是不充分であるが、本結果は冷陰極 HARP 撮像板が撮像デバイスとして機能することを実証するものである。

4. メッシュ電極による解像度の改善検討

3章で述べた撮像実験ではコーン形冷陰極を採用したが、この形状の冷陰極では陰極から放射される電子ビームが $20 \sim 30^\circ$ の発散角を持って広がることが報告されている¹²⁾¹³⁾。これは撮像板では解像度を劣化させる大きな要因となる。さらに撮像板では、通常の撮像条件では、

図7 出力信号電流と放射電子ビーム量の時間的変動
Fluctuation of the output signal current and the emission current.

(a) 入射光学像

(b) 出力映像(50×50 画素)

図8 撮像例

Photographs of optical image and image produced by experimental HARP field-emitter image sensor.

HARP ターゲットに蓄積された電荷による電子ビーム走査面の電位は十数 V であり、例えば、今回撮像実験で用いたコーン形冷陰極のゲート電圧 (80~120 V) に比べ、はるかに低い電位となる。そのため、冷陰極アレイと HARP ターゲットのみで撮像板を構成した場合、両者の間に減速電界が形成され、電子ビームが発散角以上に広がることが予想される。この問題に対処するため、冷陰極 HARP 撮像板では、ゲート電極に比べて格段に高い電圧を印加したメッシュ電極を冷陰極アレイとターゲット間に配置した。これは冷陰極アレイとメッシュ電極間に加速電界を形成することで、電子ビームの広がり抑制による解像度の改善をねらったものである。

図9に、冷陰極アレイとメッシュ電極間の加速電界強度を変化させたときの解像度の改善効果を示す。加速電界強度 (E_{gm}) は、ゲート電極とメッシュ電極を平行平板と見なし、メッシュ電極とゲート電極間の電位差をゲート電極とメッシュ電極間の距離 (L_{gm}) で割った値で定義した。また、実験に際してはゲート電極電圧 (V_g)、メッシュ電極とターゲット間の距離 (L_{mt}) は一定とし、それぞれ 100 V、0.29 mm に設定した。一方、撮像板では解像度はターゲット上に投影される電子ビームのスポットの大きさで決まる。このスポットサイズが冷陰極アレイのエレメントサイズより大きくなると、スポットの重なり(クロストーク)が生じ、解像度が劣化する。そこで、この劣化を定量的に評価するため、図10に示すように、冷陰極アレイのエレメントサイズと等しい幅のスリット光をターゲットに入射させた(画面の垂直方向)ときの出力信号電流の振幅値 A と、ターゲットの半分に光を入射させたときの出力信号電流の振幅値 B を実測し、その比である振幅変調度 (A/B) で解像度を定義した。電子ビームが広がりビームスポットが大きくなるほど、スポットの重なり起因して振幅値 A は

図9 振幅変調度のゲート電極-メッシュ電極間の電界強度依存性
Amplitude response dependency on electric field strength.

図 10 振幅変調の定義
Definition of Amplitude Response

小さくなるが、振幅値 B はスポットサイズの影響をほとんど受けないため、振幅変調度は低下する。図 9 より、距離 L_{gm} が一定の場合、 E_{gm} を 0 V/mm (メッシュ電極とゲート電極の電位が等しい) から増加させると、振幅変調度は急激に高くなり、 $E_{gm}=200 \text{ V/mm}$ 以上で飽和傾向を示す。また距離 L_{gm} を変化させた場合、 E_{gm} による振幅変調度の改善は同様の傾向を示すが、 L_{gm} が小さくなるほど同一電界強度での振幅変調度は高くなる。前者の結果は、撮像板ではメッシュ電極を挿入することで解像度を改善できること、また、本改善効果が飽和に至るのは電子ビーム本来の発散角やメッシュ電極とターゲット間に形成される減速電界の影響によることを示唆している。また後者の結果は、 L_{gm} の値にかかわらずメッシュ電極による解像度の改善効果が認められること、 L_{gm} を小さくするほど冷陰極とターゲット間の距離が縮まり、ターゲット上に投影される電子ビームスポットが小さくなるため解像度劣化が抑制されることを示している。

これら実験結果より、撮像板の解像度改善にはメッシュ電極の適用が有効であり、また、さらなる解像度向上には、冷陰極構造に起因する電子ビームの広がりや減速電界領域の縮小が効果的であることがわかった。

5. 冷陰極 HARP 撮像板で期待できる性能と課題

上述したように、冷陰極 HARP 撮像板は原理実証レベルであるが、その特長より、将来、以下に示すような性能が期待できる。

(1) 超高感度

HARP ターゲットは膜を厚くするほど、より高い感度を得られるが、同時に高い印加電圧も必要となる。例えば、膜厚 $25 \mu\text{m}$ のターゲットでは、CCD の約 100 倍の感度を得られるが、必要な印加電圧は約 2.5 kV である⁷⁾。

撮像板は構造上、ターゲットが冷陰極アレイやメッシュ電極から空間的に分離されているため、ターゲットに印加された高電圧が他の電極に影響を及ぼすことがほとんどなく、上記のような厚膜 HARP の適用が可能で、超高感度特性が実現できる。

(2) 超高精細

冷陰極アレイは IC プロセスで使用するフォトリソグラフィ技術等を用いて作製されるため、冷陰極の微細化や高集積化が可能で、エレメントサイズを非常に小さくできる。現在、2 章および 3 章で述べたコーン形冷陰極のサイズ (ゲート電極の開口直径) は $0.1 \mu\text{m}$ 程度まで微細化が進むとともに $1 \mu\text{m}^2$ の領域に 25 個の冷陰極を集積化 (冷陰極間のピッチは $0.2 \mu\text{m}$) できる技術が開発されている¹⁴⁾。将来、このような超微細加工技術を用いてエレメントを微細化し、かつ、電子ビームの発散角を抑制できるビーム集束機能を付加することで、例えば、HDTV 用 2/3 インチ CCD の画素サイズである約 $5 \mu\text{m} \times 5 \mu\text{m}$ よりさらに高精細な撮像板を実現することが可能である。

(3) 広ダイナミックレンジ

冷陰極からの電子ビームの電流密度は撮像管に用いられている熱陰極の電流密度に比べて非常に大きく⁹⁾、また、HARP ターゲットには高輝度被写体に対して信号電流が飽和する効果があるため⁷⁾、広いダイナミックレンジ特性の実現が期待できる。

このように、冷陰極 HARP 撮像板は撮像デバイスとして潜在的に高い能力を有するが、その実現には多くの課題が残されている。撮像板では個々のエレメントを順次駆動させるため、低消費電力化の観点より、低電圧動作の冷陰極が求められる。また、電子ビームの広がりによる解像度劣化を抑制するため、ビーム集束機能の付加も必要である。さらに、撮像板に適した真空封止パッケージ化技術、特に HARP ターゲットは高温処理では結晶して動作しなくなる問題があるため、一般的な高温脱ガス処理にかわる新しい方法を開発する必要がある。

5. む す び

次世代高性能撮像デバイスの実現をめざし、冷陰極アレイにメッシュ電極、HARP ターゲットを組合せた冷陰極 HARP 撮像板の基礎検討を行った。

真空チャンバ内に設置した撮像板ではじめて TV 撮像に成功し、この種の撮像板が撮像デバイスとして機能することを実証した。また撮像板では、HARP ターゲットの持つ高感度特性を実現できること、冷陰極からの電子ビーム量の変動は出力信号に影響を及ぼさないこと、さらにメッシュ電極に冷陰極のゲート電圧より高い電圧を印加することで解像度特性を改善できることを明らかにした。

本冷陰極 HARP 撮像板では、将来、超高感度化や超高精細化が期待できるが、現状では多くの課題が残されている。今後、冷陰極の性能改善やパッケージ化技術等の確立

を軸に、より微細で多画素な冷陰極アレイを用いた高性能撮像板の開発に取り組む予定である。

本研究の機会を与えて頂いた、NHK 放送技術研究所山田所長、榎並次長に感謝します。また、撮像板研究について、有意義なご指導、ご助言を賜った滝沢主幹をはじめとする NHK 放送技術研究所の皆様へ感謝します。さらに、冷陰極アレイの開発や駆動等にご助言、ご尽力を賜った双葉電子工業株式会社、商品開発センターの川崎センタ一長をはじめとする皆様へ感謝致します。

〔文 献〕

- 1) K. Harada, M. Negishi, T. Ohgishi, S. Kubota, T. Oda and M. Yamagishi: "A 2/3-inch 2 M Pixel FET-CCD HDTV Image Sensor", ISSCC Digest of Technical Papers, pp. 170-171 (Feb. 1992)
- 2) Y. Toyoda, K. Itakura, T. Nobusada, Y. Saitoh, N. Kokusenya, R. Nagayoshi, H. Tanaka, M. Ozaki, M. Sugawara, K. Mitani, and Y. Fujita: "A 2/3-inch 2.0 M-Pixel M-FIT CCD with a Single Channel HCCD for HDTV Camera", ISSCC Digest of Technical Papers, pp. 220-221 (Feb. 1994)
- 3) M. Morimoto, K. Orihara, N. Mutoh, K. Minami, K. Hatano, M. Furumiyama, K. Arai, T. Nakano, Y. Kawakami, S. Kawai, I. Murakami, S. Suwazono, A. Tanabe, T. Tanaka, S. Katoh, Y. Urayama, A. Kohno, E. Takeuchi, N. Teranishi and Y. Hokari: "A 2/3-inch 2 M-Pixel IT-CCD Image Sensor with Individual p-Wells for Separate V-CCD and H-CCD Formation", ISSCC Digest of Technical Papers, pp. 222-223 (Feb. 1994)
- 4) H. Yamashita, M. Sasaki, S. Ohsawa, R. Miyagawa, E. Ohba, N. Nakamura, N. Endoh, I. Inoue, Y. Matsunaga, Y. Egawa, Y. Endo, T. Yamaguchi, Y. Iida, A. Furukawa, S. Manabe, Y. Ishizuka, H. Ichinose, T. Niiyama, H. Ihara, H. Nozaki, I. Yanase, N. Sakuma, T. Sakakubo, H. Honda, F. Masuoka and S. Sano: "A 2/3-inch 2 M-Pixel STACK CCD Imager", ISSCC Digest of Technical Papers, pp. 224-225 (Feb. 1994)
- 5) ソニー放送業務用機器 総合カタログ '98-'99
- 6) 谷岡, 山崎, 設楽, 竹歳, 河村, 平井, 高崎, 雲内: "アバランシェ増倍 a-Se 光導電膜を用いた高感度 HARP 撮像管", テレビ誌, **44**, 8, pp. 1074-1083 (1990)
- 7) 久保田, 鈴木, 丸山, 加藤, 谷岡, 鯨島, 辻, 牧島, 平井: "新 Super-HARP 撮像管", テレビ学技報, **19**, 72, pp. 25-30 (Dec. 1995)
- 8) C. A. Spindt, I. Brodie, L. Humphrey and E. R. Westerberg: "Physical Properties of Thin-film Field Emission Cathodes with Molybdenum Cones", Journal of Applied Physics, **47**, 12, pp. 5248-5263 (Dec. 1976)
- 9) C. A. Spindt, C. E. Holland, A. Rosengreen and I. Brodie: "Field-Emitter Arrays for Vacuum Microelectronics", IEEE Trans. Electron Devices, **38**, 10 (1991)
- 10) S. Itoh, T. Watanabe, T. Yamamura and K. Yano: "A challenge to Field Emission Displays", ASIA DISPLAY '95, S25-1, pp. 617-620 (1995)
- 11) Y. Hatanaka, T. Kawai, T. Sukegawa, T. Ando and R. Nishida: "A Camera Tube with NEA Cold Cathodes", IEEE Trans. Electron Devices, **ED-28**, 1, pp. 72-76 (1981)
- 12) 江上, 後藤, 平野, 佐藤, 難波, 山岸, 岡崎, 谷岡: "電界放出冷陰極撮像管", 信学技報, **94**, 405, pp. 1-6 (Dec. 1994)
- 13) S. Ito, T. Watanabe, K. Ohtsu, M. Taniguchi, S. Uzawa, N. Nishimura: "Experimental Study of Field Emission Properties of the Spindt-type Field Emitter", J. Vac. Sci. Technol. B **13**(2), Mar./Apr. pp. 487-490 (1995)
- 14) D. Pflug, M. Schattenburg, H. Smith and A. Akinwande: "100 nm

Aperture Field Emitter Arrays for Low Voltage Applications", IEDM Tech. Digest, 32.1, pp. 855-858 (1998)

なんば まさかず
難波 正和 1988 年, 東京電子専門学校電子技術課卒業。同年, NHK に入局。放送技術研究所に勤務し, 現在に至る。電界放射陰極および撮像デバイスの研究開発に従事。正会員。

やまぎし としお
山岸 敏郎 1984 年, 東京農工大学大学院電子工学専攻修士課程修了。同年, NHK に入局。松江放送局を経て, 1987 年より同放送技術研究所に勤務し, 現在に至る。撮像デバイスの電子光学系および高効率冷陰極の研究開発に従事。正会員。

おかざき さぶろう
岡崎 三郎 1970 年, 工学院大学機械工学科卒業。1966 年, NHK に入局。放送技術研究所に勤務し, 現在に至る。撮像デバイスの作製および高効率冷陰極の研究開発に従事。正会員。

えがみ のりふみ
江上 典文 1980 年, 九州工業大学工学研究科電気工学専攻修了。同年, NHK に入局。徳島放送局を経て, 1983 年より同放送技術研究所に勤務し, 現在に至る。撮像デバイスの電子光学系および高効率冷陰極の研究開発に従事。正会員。

たにおか けんきち
谷岡 健吉 1966 年, 高知工業高等学校電気科卒業。同年, NHK に入局。高知放送局を経て, 1976 年より同放送技術研究所に勤務し, 現在に至る。高感度光導電膜の研究開発に従事。工学博士。正会員。

あべ まさひで
阿部 正英 1969 年, 東京大学工学部電子工学科卒業。同年, NHK に入局。宮崎放送局を経て, 1976 年より同放送技術研究所に勤務し, MOS アナログ回路, 画像処理 LSI, MUSE 方式受信機用 LSI, CMOS 撮像デバイス等の研究開発に従事。現在, 同研究所撮像デバイス部長。正会員。

たかやま かつみ
高山 勝己 1994, 中央大学理工学部電気電子工学科卒業。同年, 双葉電子工業(株)に入社。電界放射陰極フラットパネルディスプレイの駆動回路系の研究開発に従事。現在, 同社商品開発センターに所属。

たなか みつる
田中 満 1987 年, 千葉工業大学工学部電子工学科卒業。同年, 双葉電子工業(株)に入社。電界放射陰極フラットパネルディスプレイの研究開発に従事。現在, 同社商品開発センターに所属。正会員。

いとう しげお
伊藤 茂生 1977 年, 京都大学工学部電子工学科卒業。同年, 双葉電子工業(株)に入社。蛍光体, 酸化物陰極等の蛍光表示管用材料, 蛍光表示管製造プロセスの開発を経て, 電界放射陰極および電界放射陰極フラットパネルディスプレイの研究開発に従事。工学博士。