

# SONY-Fairchild Patent War (1991-2000) on Pinned Photo Diode with Vertical OFD

電子機器の基幹部品であるCCD  
 荷役素子（CCD）の特許侵  
 害訴訟を審理していた米ニー  
 ヨーク東部地裁は、ソニー（社  
 長出井伸之氏）を訴えていた米  
 ローラル・フェアチャイルド社  
 の主張を退け、ソニー側の判  
 決を下した。同訴訟はソニーが  
 特許を侵害しているとの賠償  
 判決が二月に出たが、ソニ  
 ーが逆転勝訴した。フェアチャ  
 イルドは日立製作所、東芝など  
 日韓の大手電機メーカー二十社  
 以上を同様の被告として訴えてお  
 り、ソニーの勝訴は他社の審理  
 にも影響を与えかねない。

CCD特許侵害訴訟 日刊 7/16

## ソニー、逆転勝訴

NY東部地裁

From Japanese News Paper, July 16, 1996.

1996年7月 日刊工業新聞記事から  
 (2000年1月米国最高裁で最終決着ソニー勝訴)  
 In January 2000, the US supreme court made the  
 final judgement favoring Sony claims. And the  
 long SONY-Fairchild Patent War on the PDD with  
 the built-in vertical overflow drain (VOD) ended.

東部地裁は「ソニー製のCCD  
 はローラル・フェアチャイルド  
 社の三件の特許「被殺した」  
 との判決を下し、賠償金の評決  
 を強硬した。フェアチャイルド  
 は控訴するかどうかの態度をま  
 た表明していない。

CCDはカメラ一体型VTR  
 のワンストップの電子機器に使  
 われる光半導体で「電子の目」  
 と呼ばれる基幹部品。フェアチ  
 ャイルドは自社が保有するCCD  
 の製造プロセスを模倣し、同  
 三件の特許を侵害しているとい  
 う。一九九二年九月、ソニーのほ  
 か日立、東芝、仲研電工業、松  
 下など日韓の大手各社を訴えてい  
 た。ソニーは「当社のCCDは  
 フェアチャイルドの特許とは異  
 なる製造プロセスと構造を採用  
 している」と主張していたが、そ  
 の主張が認められなかったこと  
 がある。またフェアチャイルドが  
 控訴すれば、裁判は更に長期化  
 する可能性も残っている。

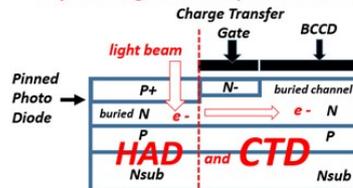
SONY 本社の大賀会長と出井社長が注目する中、1991年から2001年まで、Loral 社と SONY との特許戦争において、1975年萩原発明の、受光面がピン留め固定された P+NPN 接 Triple 接合型の HAD センサー（VOD 機付きの Pinned Photodiode）を、自己の発明でもあり、原良昭は半導体技術企画室の Staff とし守り通した。

## 米国 Fairchild 社と SONY との特許戦争(1991-2000)の真相

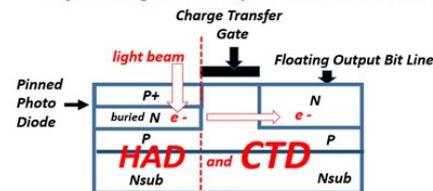


萩原が1975年発明した Pinned Photo Diode は、米国 Fairchild 社との特許戦争(1991-2000)に勝利し、また NEC 社との特許戦争にも勝利し、SONY 社内での評価も確立し、やっと萩原は特許褒賞を受けた。

Case(1) Hagiwara Diode 1975 (Sony HAD) Application with a Charge Transfer Device (a CCD type CTD case) defined in Hagiwara 1975 Japanese Patent 58-1215101



Case(2) Hagiwara Diode 1975 (Sony HAD) Application with a Charge Transfer Device (a CMOS type CTD case) defined in Hagiwara 1975 Japanese Patent 58-1215101



See Hagiwara Japanese Patent Application ( 50-134985, 1975 )

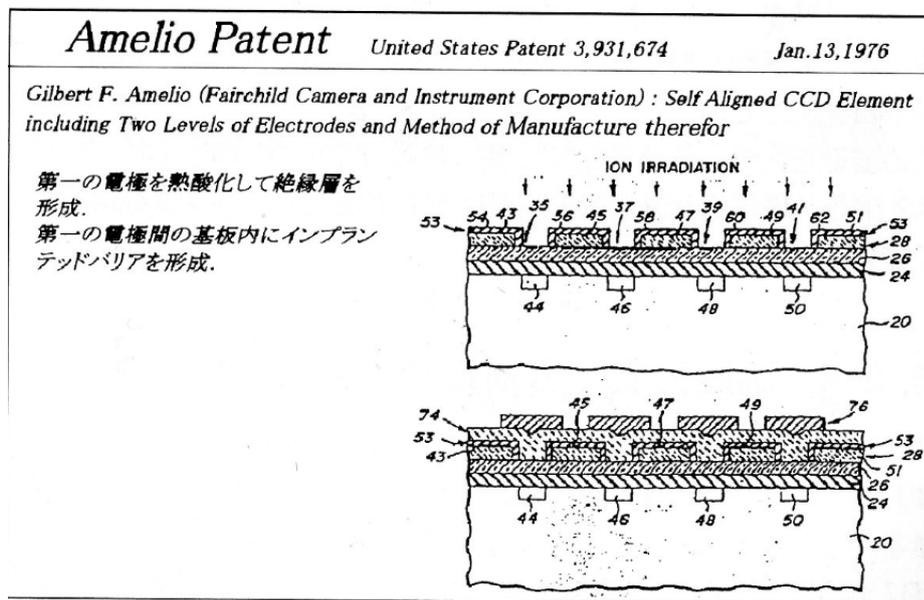
東北大学（法律事務所）の芹澤英明先生が SONY と Loral 社の特許戦争について WEB 掲載されています。

# <http://www.law.tohoku.ac.jp/~serizawa/Loral.html>

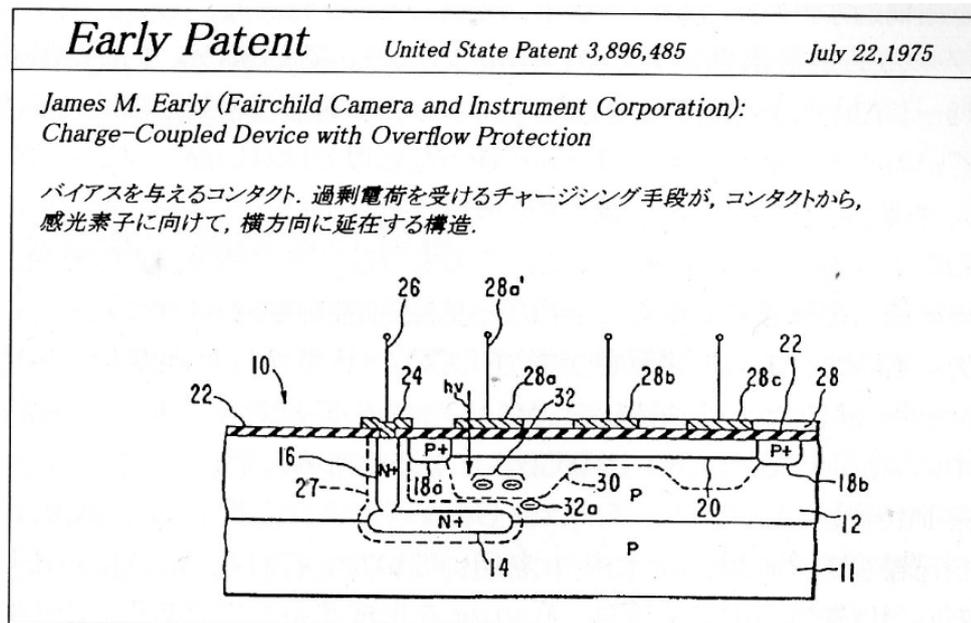
東北大学法律事務所の芹澤英明先生による、1996 年の米国連邦地裁での判決結果についての記載文です。連邦地裁は、Sony の法律問題判決(judgment as a matter of law)の申立、それが許されない場合の再審理(new trial)の選択的申立を受けた。連邦地裁は、法律問題判決の申立を認め、'674 特許権侵害は、prosecution history estoppel（審査手続過程の禁反言）により退けられた。'485 特許権侵害も、適切なクレームの解釈によると認められないと判示した。(Loral Fairchild Corp. v. Victor Co. of Japan, Ltd., 931 F.Supp. 1014 (E.D.N.Y. 1996))

<これは SONY の逆転勝訴となった。>

674 特許 第 1 電極下より第 2 電極の膜厚が大きい、第 1 電極を酸化してからイオン打ち込みを実施する。

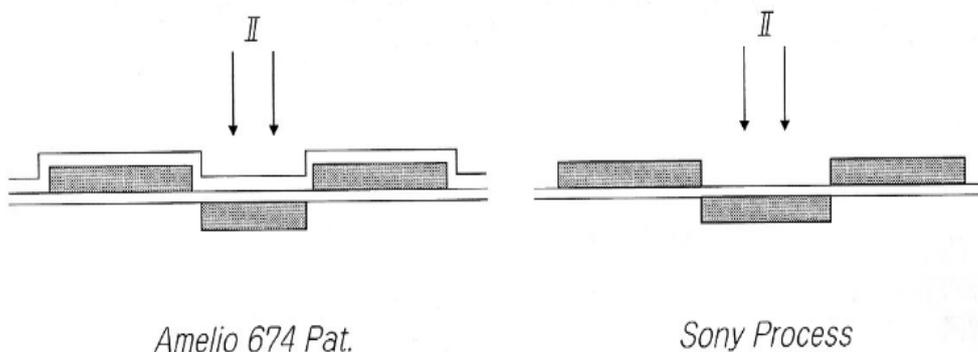


85 特許 : CCD/MOS 容量型受光素子に OFD 機能を持たせた構造であるが過剰電荷は上層部に掃き出す。



従来 Intel 社などが、Polysilicon Gate をマスクにする、Source, Drain への自己整合のイオン打ち込み技術を用いていた。Ion Implanted Barrier Buried Channel CCD の製法は、これを CCD に応用して転送方向付けを行うのに必要な、Barrier を形成するものである。

Loral 社の USP3931674 特許 (Amelio 特許、1976 年 1 月 13 日出願) と SONY のプロセスの相違点はイオン打ち込みをするシリコン表面形成のプロセスの製法順番による CCD 電極酸化膜の構造上の大きな違いにあった。



SONY のプロセスでは、第 1 電極を形成後、第 1 電極を酸化することなく、そのままの第 1 電極パターンが露出している。シリコン表面の露出部の酸化膜を Light Etching されたおり、完成後の第 2 電極下の酸化膜は 30Å から 60Å と薄くなる。もう一方の第 1 電極下のもの約 90Å のままとしていたことが大きな相違点となった。実際に TEM 写真と提示し、SONY の当時の社外秘の KNOWHOW だったが裁判において説明した。

更に、Ion Implanted Barrier Buried Channel CCD の製造方法は、1973 年 12 月に米国 Hughes Aircraft Company の Dr. S. C. Su のチームにより既に学会発表されている事が判明され、Loral 社の起訴は却下された。

D.M. Erb, W. Kotycka, S.C. Su, C. Wang and G. Clough, "An overlapped Electrode Buried Channel CCD", IEDM1973, Dec 3-5, 1973.

またもう一方の 2 件目の Loral 社の USP3896485 特許 (Early 特許、1975 年 7 月 22 日出願) は、「シリコン受光面の表面基板側に過剰電荷を吐き出す OFD 構造で受光素子は CCD/MOS 電極容量型の受光素子」であった。

SONY の OFD 機能付き PPD 受光素子 (HAD) の JPA1975-124985 特許 (1975 年 11 月 10 日出願) に基づく SONY の HAD 構造の受光素子構造は基本的に、「受光面と反対の基板の裏面に過剰電荷を吐き出す構造であり、受光素子も CCD/MOS 容量型ではない構造」であると裁判に立った SONY 側の弁護士に要請により裁判所が召喚した US Davis の教授の Prof. Bob Bower は説明証言をした。

その違いは簡単に理解されて、侵害しないことが認められ、SONY が勝訴した。1996 年のことである。

イメージセンサーの開発における事実に基づく歴史認識の事項として重要なご指摘だと理解しております。それに対して長文になりますが補足悦明させていただきます。

下記長文の結論を以下に記載します。

萩原良昭

++++++++  
結論として NEC の寺西さんは PPD を発明も開発もしていません。彼は埋め込み Photodiode を ILT 方式の CCD Image Sensor に世界で初めて採用したことが最大の功績です。しかし開発は一人で実現できる仕事ではありません。また、正確には、PPD の発明も開発もしていません。

残像特性の特性があるべきであると詳細な説明を理論式を提示して IEDM1982 の論文で発表し素人さんにわかりやすく説明して評価されました。

教材として非常に意義のある論文です。多くの方が読み学習しました。SONY の技術者も学習しました。しかし発明者ではありません。あくまで教育者です。

++++++++

川名さんも「pinned photodiode ではありません。」と下記のように、書いていただき、断定されています。

萩原のイメージセンサーにおける事実証拠に基づく歴史見解の結論をサポートしていただいております。

次ページ参照：

もと SONY 中央研究所の副所長を歴任されておられ SONY の半導体プロセス、特に Bipolar Process 技術の開発研究の第 1 人者である川名喜之様から以下のようなコメントをいただきました。

>次に(IEDM1982 で)寺西さんは P+NP 接合のフォトダイオードを採用し、  
>残像が減ったと報告しています。

>この P+NP ダイオードは論文を見る限り、  
>pinned photodiode ではありません。

>N+P ダイオードは pinned に出来ません。  
>その延長で P+NP ダイオードもこの論文では  
>pinned になっていないのではと思います。

>一方ソニーは 1975 年当時から MOS トランジスタを  
>photo-sensor として使っていたので  
>初めから pinned でした。

>こういう違いもあるのかなと思いました。

>川名喜之

はい、CCD 型受光素子は完全に Pinned 構造型の受光素子です。

また 1982 年当時はまだ NEC はピン留めの概念を理解していません。  
「P+NP 構造でありさえすれば残像はなくなる」と誤解していました。

実際は IEDM1982 の論文の論文では P+NP 構造でありながら残像を  
正直にあると NEC は DATA を明示していますが、その原因を理解  
していなかったようです。表面の P+が完全固定電位にピン留めされ  
る必要があるという条件が理解されていなかったと推察します。

埋め込みチャンネル型の CCD の埋め込みチャンネルの電位は、金属電極と  
基板の電位の両端で外部電圧端子により、電圧固定すなわちピン留め  
されています。

それで完全空乏化した埋め込みチャンネルの電位も一定値に固定と  
なります。ピン留めされ電位が決定され、固定されています。

固定され浮遊状態にはありません。だから完全電荷転送が可能です。

CCD には残像がありません。

この事実を、半導体のデバイス動作原理を、NEC の技術者は  
しっかりと理解していなかったのではないのでしょうか？

それで初めて、その NEC の論文に対応して、IEDM 1984 の論文で KODAK が表面電位が固定ピン留めされていることの重要性を一般学識経験者にもわかるように説明しました。そしてこの受光素子を Pinned Photodiode と名付けました。

Pinned Photodiode と名付けたのは KODAK ですが  
どうして歴史上は NEC になっているのでしょうか？

その理由は、萩原の重要な 1975 年の 3 件の発明も SSDM 1978 での重要な学会発表の存在も KODAK も NEC もライバル企業の SONY が憎いのかわざと自分たちの論文に Reference として引用しなかった事が最大の問題だったと理解しています。

学会に出席していた一般学識経験者の皆様には  
わかりやすい教材が提供されたことになり  
満足感を与える事に KODAK も NEC も成功しました。

しかし素人さんは 萩原の仕事の引用がないことで  
KODAK と NEC が Pinned Photodiode と埋め込み  
Photodiode を「発明」したと誤解したのが最大の  
問題だったと理解します。

萩原の 1975 年の 3 件の特許の存在も、英文で記載  
されている萩原の 1978 年の論文も非常に日本人ばかり  
の日本応用物理学会が主催する SSDM1978 の学会  
ですので、英語圏の方々にはその論文が簡単に入手  
できないのが最大の問題となりました。  
それが今の大きな誤解を招いていると理解しています。

しかし IEDM1984 の KODAK の受光素子は、構造的には、  
KODAK の Pinned Photodiode は、埋め込み Photodiode  
を改良したものと解釈されました。

すなわち、埋め込み Photodiode の一種が  
Pinned Photodiode であるという論理です。

かつ一般学識経験者にもわかるように 1982 年に NEC は残像の  
ない特徴を持つことを説明しています。実際の NEC の IEDM  
1982 の論文には残像を報告しています。

しかし、素人さんにはその詳細な意味は理解されていませんでした。

「残像のない素子が可能だ」と理解しました。

KODAKの主張を退けて、NECが優先してPinned Photodiodeの発明者としてIEEEの学会で認識されるようになりました。これは大きな誤解でした。英語圏の技術者には萩原の1975年出願の日本語特許の詳細を知る余地がありませんでした。

学会の存在意義は、一般学識経験者にもわかるように、人類の産業技術の発展に寄与することです。

萩原は1975年に特許出願しましたが学会でその詳細を説明したことは一度もありませんでした。それが大問題だったと、今は痛感しています。しかし発明者は発明者だと思っています。事実は事実ですから。

それには弁解になりますが、深い当時の日本の風潮を守り続けるSONYの苦い経験があります。

江崎さんがトンネルダイオードを発明した時、江崎さんが論文を発表し特許出願したとたん、外国企業が一瞬にして多くの派生特許や応用回路の特許を出願し、SONYは、江崎ダイオードを商品化する機会を失いビジネス的にはもはや魅力のない存在になりました。

萩原が1975年にSONYに入社した当時は、当時のSONYのTOPの方針は「特許出願でさえも他社の追従を招く」とされ、簡単には出願できる雰囲気ではありませんでした。

萩原も当時の越智課長に特許出願の承認をもらうのに苦勞しました。国際学会で報告して詳細に発明特許の内容を説明すること等は、到底、絶対に許されない状況でした。

それに比較してNECや日立は学会で積極的に日米半導体摩擦を避けるために尽力され積極的に学会発表を奨励していた時代でした。

以下に、さらに、イメージセンサーの歴史背景の正しい認識について説明します。

現在生存しているイメージセンサーの第1人者は萩原だと理解しています。もう萩原も7月4日で73歳になります。

ぼつぼつ遺言として残しておきたい、萩原の熱い思いが含まれる内容です。

埋め込がた型 CCD は電荷転送効率が 99.999%あります。

アナログ TV 時代の画素数は比較的少なく、水平 800 画素と垂直 500 画素でした。

合計で一番出力回路に遠い画素でも、最大 1300 回の電荷転送で済みます。

$0.001\% \times 1300 = 1.3\%$  の信号電荷の損失で済むわけです。

人間の目は 3%以下の損失（雑音）には認識できません。

それで CCD 型電荷転送装置はアナログ TV 時代は十分機能しました。しかしデジタル TV の時代では画素数が水平 8000 H、垂直 6000 V となると最大 14000 回の電荷転送が必要となります。

損失も  $0.001\% \times 14000$  では 14% にもなり、これは人間の目では完全に画質劣化を認識できるものです。

CCD 型電荷転送はデジタル TV 時代では全く機能しません。

また CCD は大容量を充放電駆動する必要があり消費電力がデジタル TV ではさらに大きくなりほぼ使用不可能となります。

一方の CMOS は、CMOS の微細加工技術が発達し 1969 年には、すでに Peter Noble により発明されていた「各画素に信号電荷を電流増幅する 3T 型の MOS Source Follower 回路を組み込むこと」が現在は実現し、かつ CCD の時代から採用されていた 1972 年に W. White が発明した、CDS 雑音除去回路が微細化の進歩で各垂直信号伝送線のカラムに組み込むことが可能となりました。SONY の技術陣がその開発成果を ISSCC2006 の学会で発表しています。それらの努力が結集して今の SONY の地位が気づかれています。

CMOS デジタル回路で構成された AD 変換器も Image sensor の各カラムに組み込むことが可能となりました。

最終段の CMOS デジタル出力回路も当然組み込むことが可能となり現在は低消費電力の CMOS 型電荷転送装置が採用されることになりました。

しかし受光素子は 1975 年の萩原の発明から現在もまったく同じものです。

残像のない、超感度で、低雑音で、VOD 機能を持ち、電子 shutter 機能を持つ、PNP double 接合型の Dynamic Photo Transistor または triple 接合型の Dynamic Photo Thyristor が採用されています。

正確な表現として、Thyristor や Transistor は Diode を含む構造です。

従って Thyristor や Transistor は Diode 機能を持ちます。

しかし、Diode に関しては、必ずしも逆は成立しません。

Diode は Transistor 機能を持つとは言えません。

特に、VOD 機能や電子 shutter 機能 は Photo Transistor の特有の機能ということが出来ます。

受光素子の発明開発史においては CCD が発明される前は単純な N+P 接合型の受光素子であり、残像が問題でした。

SONY は CCD 型受光素子には残像がないことに注目し CCD/MOS 型受光素子の開発に注力しました。

川名さんたちがわざわざ薄型電極の開発に注目した、根本的な理由は CCD 型受光素子には残像がない特徴があるからでした。

そうでないとわざわざ困難なプロセスを選択しなくても N+P 接合型の受光素子で十分でした。

しかし表面には金属電極があり感度が悪いので 他社は受光部に CCD 型の受光素子を採用することはありませんでした。

他社は残像よりも感度を優先していたので N+P 接合型受光素子を採用していました。

しかし 1975 年に萩原は double 接合型の Dynamic Photo Transistor を採用すれば、両端の Emitter 端子と Collector 端子の電位を外部電圧で固定、ピン留めすることが可能で、ベース領域の完全空乏化動作も可能であることを考案しました。

萩原の 1975 年の 3 件の特許には (1) NPN 接合型の受光素子と NPNP 接合型の受光素子の実施図があります。これは萩原が埋め込み Photodiode の発明者である証拠になります。現在、寺西さんが埋め込み Photodiode の発明者とされていますがこれは事実誤認です。

また萩原の 1975 年の 3 件の特許には (2) NPN 接合型の受光素子の両端の領域が外部端子で電圧固定、ピン留めされている実施図が明示されています。

これは受光面が外部電位で固定された、ピン留めされた Pinned Photodiode の発明の証拠になります。

従った、Pinned Photodiode は萩原の発明になります。現在、寺西さんが埋め込み Photodiode の発明者とされていますがこれは事実誤認です。

ここまでは牧本さんも向さんも青木さんも歴史館の皆さまも理解されています。

VOJIN さんは、まず萩原の出願特許は日本の出願特許なので日本で認知されることがまず第 1 だと論理的におっしゃっています。これには萩原と同意見です。

IEEE の日本支部が思惑は事実認識を正していただくために  
AD HOC 委員会を東京支部で活動をお願いしたいです。

まずは、日本語の理解できる技術者集団で  
設立して、日本国でまずは先行する特許  
出願資料を証拠として吟味をおねがひいた  
します。

日本語で日本人が日本語資料をまず吟味する必要を痛感します。まずは誤解のないように AD HOC 委員会の  
見解をまとめていただき、発明協会にも投げかけていただくことが先決です。事実だけの列記は重要です。

まず萩原の 1975 年の 3 件の出願特許が証拠です。1978 年の SSDM1978 での論文も証拠になります。  
それを証拠に Fairchild 社と SONY の特許戦争が 1991 年から 2001 年まで繰り返されていましたが  
SONY が勝訴しました。その判決文（英文）も公開資料のほうです。

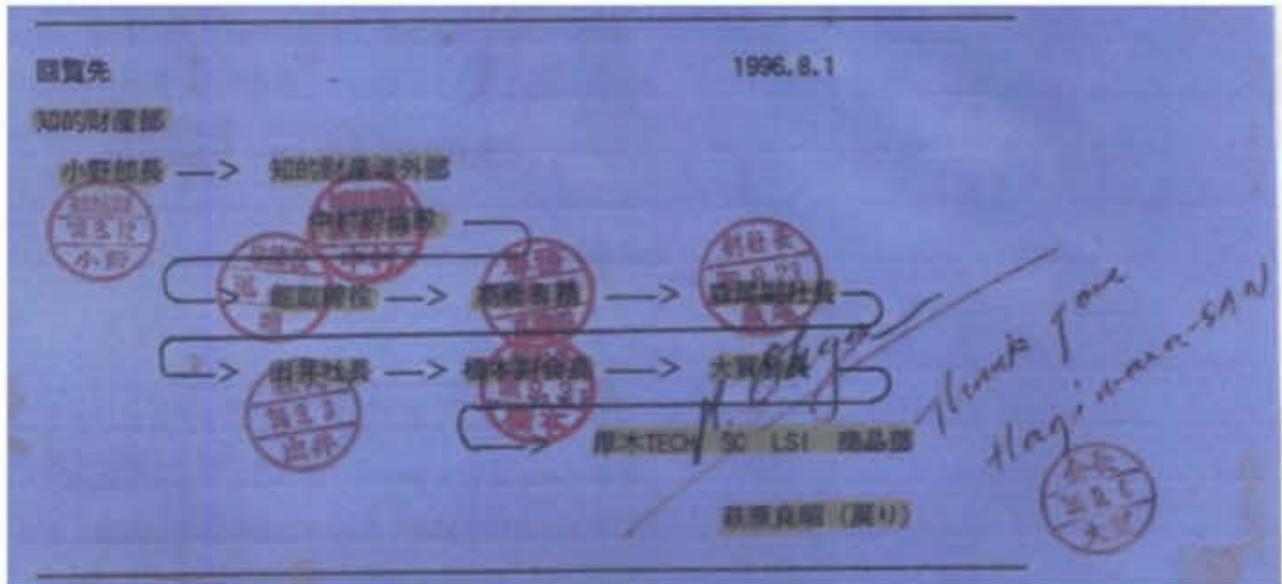
SONY に知的財産部に協力をいただき、COPY を入手し、それも、「萩原が VOD 付き PPD の発明者であるこ  
と」の証拠になります。Sony が裁判に萩原の特許 JPA 1975-134985 を発明の証拠に提出しています。

1996 年にソニー勝訴の判決が降りた時、ソニーの大賀会長を始め、出井社長から感謝の謝辞を受けています。



Fairchild 社との特許戦争の終結を祝って大賀さんと感謝の言葉を頂く。

After the US court favored Sony over the SONY-Fairchild Patent War on the **Pinned Photo Diode** , Hagiwara received a thanking signature from Sony Chairman (Mr. Ohga ) , with many other official stamps from Sony executives including Sony President Idei , Sony Vice President Morio , Sony Top Executives Takahashi-san and Hori-san and other .



日本歴史館の委員会はいまだに「萩原は、VOD 付き PPD の発明者ではない」との見解を示していますが、米国最高裁判所の判決は「Fairchild 社が VOD 付き PPD の発明者だ」との主張を退け、「SONY が考案した受光構造である」との SONY の説明を 100%認め反論の余地のない判決となっています。萩原が PPD の発明者であることは以下の事実の確認で明らかだと思っています。1975年の出願特許がその根拠です。

以下に事実に基づく、皆様の個人的な見解を列記します。

- (1) SONY は萩原が PPD の発明者だと公言しました。
- (2) 半導体歴史館も「最初の PPD の概念は萩原の提案である」とまわりくどい表現になっていますが、間接的に「PPD は萩原の発明だ」と解釈可能です。
- (3) 匿名の WEB 投稿者も「最初の PPD は萩原の発明だ」と断定しています
- (4) Image Sensor の権威者の Albert さんも IEDM2001 の国際学会で、次の様にコメントしています。

「萩原が SSDM1978 の国際学会で報告した受光素子は

- (a) NEC が IEDM1982 の学会で報告した埋め込み Photodiode (BPD) や
- (b) KODAK が IEDM1984 の学会で報告した Pinned Photodiode (PPD) や
- (c) SONY が 1987 年に開発商品化した Hole Accumulation Device (HAD)

の 3 つのすべて Mother (生みの親)ではないか」と称賛しています。

Mother (生みの親) とは考案者発明者に対する称賛です。

これに対して Father(育ての親)は開発者を意味します。

Father(育ての親)は川名さんもおっしゃっていますが岩間和夫さんを意味すると思っております。

SONY の多くのかわいい子供たちが萩原の後輩が今その夢を実現してくれています。

それがしっかりと事実として歴史認識されることを切に希望しています。

萩原良昭 2021.3.28

Image Sensor も太陽電池も超光感度特性が命です。光エネルギーを電気信号に効率よく変換する事が命です。太陽電池には紫外成分が豊富ですが、シリコンの結晶内を  $0.2\ \mu\text{m}$  以上は透過しません。そんな近傍に P+N 接合を形成することは不可能です。実際の表面の P+ は表面にピーク濃度を持つガウス関数分布となります。実際にはこれは表面濃度分布が P+ ではなく、P+P 分布となります。これは製造 Knowhow です。表面には濃度勾配 P+P によりバリア電界が生じ、minority carrier の光電子をすばやく正孔から電界分離する事が可能となります。これが実は Pinned Photodiode の短波長青色光感度の特性を著しく向上する事になります。このシリコン表面でバリア電界による光電変換は、将来の太陽電池の変換効率の向上にも期待することができます。

