法政大学学術機関リポジトリ

HOSEI UNIVERSITY REPOSITORY

PDF issue: 2025-07-16

金属装荷導波路型偏光子のビーム伝搬解析

KOMADA, Takaaki / 駒田, 隆明 / 山内, 潤治 / 中野, 久松 / NAKANO, Hisamatsu / YAMAUCHI, Junji

(出版者 / Publisher)
電子情報通信学会
(雑誌名 / Journal or Publication Title)
電子情報通信学会論文誌. C, エレクトロニクス / 電子情報通信学会論文誌. C, エレクトロニクス
(開始ページ / Start Page)
241

(終了ページ / End Page) 248

(発行年 / Year) 2009-07



金属装荷導波路型偏光子のビーム伝搬解析

山内 潤治[†] 駒田 隆明[†] 中野 久松[†]

Propagating Beam Analysis of a Metal-Clad Waveguide Polarizer

Junji YAMAUCHI[†], Takaaki KOMADA[†], and Hisamatsu NAKANO[†]

あらまし 完全埋込型誘電体導波路に金属膜を装荷した TE 透過型偏光子の特性をビーム伝搬法により検討す る.はじめに,等価屈折率法を用い,三次元構造の偏光子を二次元構造で近似し,動作の概要を明らかにする. 虚軸法を用いた固有モード解析を行い,二つの TM スーパモードの伝搬定数から結合長を求める.更に,ビー ム伝搬解析を行い,消光比を算出する.消光比が極大となるまでの偏光子長は,固有モード解析から得られた TM スーパモードの最小結合長に一致することを示す.次に,三次元構造の偏光子の検討を行う.構造の最適化 の後,偏光子の波長特性を評価する.結果として,偏光子長12 µm で,0.625 µm から 0.645 µm の帯域におい て 15 dB 以上の消光比が得られることを明示する.

キーワード ビーム伝搬法 (BPM), 導波路型偏光子, 消光比, Drude-Lorentz 分散

1. まえがき

導波路型偏光子は,光集積回路における基本的な素 子の一つである[1]. TE 透過型偏光子には, TM 波の 漏れモードを利用するもの [2], [3] や, 金属膜に励起さ れる表面プラズモンポラリトン (SPP) を利用するも のなどがある.SPP を利用する偏光子は,TM 波の スーパモードの干渉を利用することによって,短い偏 光子長で高い消光比が得られる.これまで,様々な金 属装荷導波路型偏光子が理論的に検討されてきた[4]~ [6]. 文献 [5], [6] では, 導波路の片側に金属を装荷し, 金属とコアの間隔を変化させた場合の消光比の評価が 行われた. 文献 [4] では, この種の偏光子をモデル化 する構造として,誘電体導波路の両側に金属膜を設置 した偏光子の消光比,挿入損が理論的に評価された. しかしながら、これらの理論検討は二次元構造に限定 されており,実際的な三次元構造での検討はなされて こなかった.

本論文では,誘電体導波路の片側に金属膜を装荷した TE 透過の偏光子を,三次元セミベクトルビーム伝搬法を用いて解析し[7],消光比の具体的な検討を行う.等価屈折率法を適用した二次元解析での結果と比

較を行い,三次元解析の必要性を示す.

はじめに,等価屈折率法を用いて,三次元構造の偏 光子を二次元構造で近似し,動作の概要を明らかにす る.固有モード特性を評価し[8],[9],TMスーパモー ドの伝搬定数から結合長を算出する.続いて,伝搬 ビーム解析を行い,消光比を評価する.消光比が極大 となるまでの偏光子長は,固有モード解析から得られ る二つのTMスーパモードの最小結合長に等しくなる ことを示す.

次に,三次元構造の偏光子を解析し,構造値の最適 化を行う.波長特性を評価するため,金属は Drude-Lorentz 分散性媒質として扱う.偏光子の波長特性を 評価し,結果として,偏光子長 12 µm で,0.625 µm から 0.645 µm の帯域において 15 dB 以上の消光比が 得られることを明示する.

2. 構造と計算手法

図1に,金属装荷導波路型偏光子の構造を示す.TE 波は金属の影響をほとんど受けず,導波路に沿って伝 搬する.これに対し,TM波では,二つのスーパモー ドの干渉が生じる[4]~[6].そこで,偏光子長Lをスー パモードの結合長に選ぶことで,TM波を基板に放射 させ,TE波のみを取り出すことを意図する.なお, 三次元導波路では,純粋なTE波,TM波は存在しな いが,本論文ではH^{*}モードをTM波,H^yモードを

[†] 法政大学工学部電子情報学科 , 小金井市

Faculty of Engineering, Hosei University, Koganei-shi, 184–8584 Japan



図 1 偏光子の構造 Fig.1 Configuration of a metal-clad waveguide polarizer.

TE 波と表記する.

文献 [6] で検討された構造を参考にして,コアと基 板の屈折率を $n_{co} = 1.585$, $n_s = 1.439$ にそれぞれ 固定する.金属と導波路の間に挿入するバッファ層 の屈折率は基板の屈折率 n_s と等しく選ぶ.コアの 高さを $d = 0.5 \mu m$ とし,バッファ層の厚さを T_b と 表記する.基本検討に用いる波長を $\lambda = 0.633 \mu m$ に選ぶ.金属にはAgを使用する.Agの屈折率は, $n_m = 0.130 - j3.99$ [10]とする.TM 波の結合長は, $d_m > 0.1 \mu m$ のとき,ほぼ一定である.したがって, 金属膜厚を $d_m = 0.2 \mu m$ に選ぶ.金属とバッファ層 の幅をwと定義する.

解析には,セミベクトル BPM を使用し,磁界成分 を扱う.磁界成分に関するセミベクトル波解析の式を 以下に示す.

$$2jkn_0\frac{\partial H_b}{\partial z} = \frac{\partial^2 H_b}{\partial b^2} + n^2\frac{\partial}{\partial a}\left(\frac{1}{n^2}\frac{\partial H_b}{\partial a}\right) + k^2(n^2 - n_0^2)H_b \tag{1}$$

ここで,TE 波の場合,a = x,b = yであり,TM 波 の場合,a = y,b = xである.kは自由空間波数,nは屈折率を表している.式(1)にクランク・ニコルソン 法を適用し,交互方向陰解法で離散化する.横方向 の微分の評価には,二次精度の改良型差分式を用い る[11].解析に用いる空間の刻み幅を $\Delta x = 0.01 \, \mu m$, $\Delta y = 0.005 \, \mu m$, $\Delta z = 0.05 \, \mu m$ に選ぶ.解析領域端 には,PML 吸収境界[12]を設置する.

参照屈折率 n₀ は,入射導波路の固有モードの実効 屈折率とする.ただし,金属領域には,参照屈折率を 複素化する手法を適用する[13]. 金属領域内での複素 参照屈折率 N₀を以下のように定義する.

$$N_0 = n_0 \exp\left(j\frac{\pi}{180}\theta\right) \tag{2}$$

本論文では, $\theta = -5^{\circ}$ に選び,式(1)の左辺の n_0 の み N_0 で置き換える.金属領域内の参照屈折率を複素 化することで,TM 波解析における計算不安定性が解 消される.なお,ここで選択した θ は敏感なパラメー タではなく, $\pm 4^{\circ}$ 程度変化させてもほとんど同じ計算 結果を与える.

固有モードの解析には,虚軸 BPM を用いる.固有 モードの複素伝搬定数は,以下の式から算出される.

$$\gamma^{2} = \frac{\iint \left[k^{2}n^{2} |H_{b}|^{2} + H_{b}^{*}\left(\frac{\partial^{2}H_{b}}{\partial b^{2}} + n^{2}\frac{\partial}{\partial a}\left(\frac{1}{n^{2}}\frac{\partial H_{b}}{\partial a}\right)\right)\right] dxdy}{\iint |H_{b}|^{2} dxdy}$$
(3)

ここで, γの実部は位相定数, 虚部は減衰定数に相当 する.*は複素共役を表している.

算出された固有モードから TM スーパモードの結合 長を評価する.結合長は,以下のように定義される.

$$L_{\pi} = \frac{\pi}{\beta_0 - \beta_1} \tag{4}$$

ここで, β_0 , β_1 はそれぞれ,最低次モード,一次モードの位相定数を表している.

3. 二次元解析

三次元構造の具体的な検討の前に,等価屈折率法を 用いて,三次元構造の偏光子を二次元構造で近似した 場合を取り上げ,動作の概要を明らかにする.

3.1 等価屈折率法

図 2 に,等価屈折率法の概念図を示す.領域 I, II, III, IV, Vの屈折率をそれぞれ n_{air} , n_m , n_s , n_4 , n_s とする.等価屈折率法では,はじめにx方向にのみ 屈折率変化のある二次元構造を固有モード解析し,等 価屈折率を算出する.次に,これにより求めた等価屈 折率を n_4 とし,y方向にのみ屈折率変化のある二次 元構造の解析を行う. H^y モードを考える場合,x方 向のモードを求めるときには二次元構造の TM モード を扱い,y方向のモードを求めるときには I, II 領域 も考慮し, TE モードを扱う.同様にして, H^x モー ドを考える場合,x方向のモードを求めるときには二 次元構造の TE モードを扱い,y方向のモードを求め



図 2 等価屈折率法による偏光子の分割

Fig. 2 Polarizer division based on the effective index method.



- 図 3 固有モード界分布 (a) TEg モード, (b) TM_s モー ド, (c) TM_g モード
- Fig. 3 Field distributions: (a) $\rm TE_g$ mode, (b) $\rm TM_s$ mode, (c) $\rm TM_g$ mode.

るときには TM モードを扱う.金属幅 w を有限の値 に選ぶと, H^x モードの近似において,領域 II での TE モードが存在せず,等価屈折率を求めることがで きない.そこで, w を無限大とし,等価屈折率法を適 用する.

はじめに, x 方向にのみ屈折率の変化をもつ二次元 構造の固有モード解析を,領域 IV について行い,等 価屈折率を算出する.その結果,領域 IV の等価屈折 率は, H^y モードでは $n_4 = 1.532$, H^x モードでは $n_4 = 1.538$ と算出される.次に,得られた等価屈折率 を用いて,y 方向にのみ屈折率の変化をもつ二次元構 造の解析を行う.これにより,三次元構造の偏光子を, 二次元構造で近似する.

3.2 解析結果

まず, 固有モード特性を評価する. 図3に, 固有





モード界分布の一例を示す. $T_{\rm b} = 0.1 \ \mu {\rm m}$ の結果である. TE 波には,一つの固有モード (TEg)が存在する. 他方,TM 波には,二つの固有スーパモード (TMs, TMg)が存在する.TM 波で存在する二つのモードは, 金属-誘電体境界で界が局在する SPP モードである. ここで,モードの名称は文献 [4]で使用されたものに従っている.文献 [4]では,TMc モードの存在も示されているが,本論文で扱う $T_{\rm b}$ の値においては,TMc モードはカットオフとなっている.

得られた TM 波スーパモードから結合長を算出する ため,位相定数を評価する.T_bに対する位相定数を 図4に示す.両モードの位相定数差は,T_bの減少に 伴い大きくなる.したがって,T_bが減少するにつれて 結合長は短くなる.

次に,TE 波とTM 波の伝搬損を比較する.図5に, T_b に対するTEg,TMs,TMgモードの伝搬損を示す. TMsモードとTMgモードの伝搬損は, $T_b = 0 \mu m m$ ら $T_b = 0.5 \mu m$ の範囲で26 dB/mm以上となる.これに対し,TEgモードの伝搬損は最大でも2 dB/mm であり,TMsモードとTMgモードの伝搬損に比べて,非常に小さい.

偏光子の固有モード特性が明らかになったので,次 に,伝搬ビーム解析を行う.図6に, $T_b = 0 \mu m$ の 場合のTM 波の伝搬界を示す.入射界は,誘電体導波 路の固有モードとしている.入射されたTM 波は,二 つのスーパモードの干渉により,金属表面と導波路間 で結合を繰り返し,基板へ放射しながら,かつ金属膜 での吸収により減衰しながら伝搬する.

伝搬距離に対する TE, TM 波の結合効率を図 7 に 示す.TM 波の結合効率は, 伝搬界から予想されるよ



Fig. 5 Propagation loss as a function of $T_{\rm b}$.





うに,界の伝搬に伴い減衰振動する.この振動の半周 期は,図4で示されたスーパモードの結合長と一致 する.

図 7 からは, TE 波の結合効率のわずかに減少する 様子が観察される.結合効率が減少するのは, 界が金





属膜にわずかに吸収されるためである.この損失は, 固有モード解析から得られる TEg モードの伝搬損と 一致する.

結合効率から消光比を算出する.消光比は,次式で 定義される.

$$ER = 10\log_{10}\frac{C_{\rm TE}}{C_{\rm TM}}\tag{5}$$

ここで,C は結合効率を表している.図 8(a) に, $T_{\rm b} = 0 \ \mu {\rm m}$, $0.1 \ \mu {\rm m}$ とした場合の消光比を示す. $T_{\rm b} = 0 \ \mu {\rm m}$ とすると,結合長が最短となるため,消光 比が極大となるまでの偏光子長は最短となる.このと き,7 dB の消光比が約 $1.3 \ \mu {\rm m}$ の偏光子長で得られる.

図 8 (b) に, $T_{\rm b} = 0.2 \ \mu {\rm m}$, $0.3 \ \mu {\rm m}$ とした場合の消光比を示す. $T_{\rm b}$ を大きくするに伴い,消光比の振動幅の小さくなる様子が観察される.

ここで, $T_{\rm b}$ によって消光比の振動幅が変化する理由 について考察する.TM スーパモードの界と,金属膜 がない入射導波路の固有モード界との重なり積分を評 価する.結果を図 9 に示す. $T_{\rm b} = 0 \ \mu {\rm m}$ で消光比の 振動幅が大きくなるのは,TM_sモードとTM_gモード の励振される量が近づき,モード干渉が強く生じるた めである.一方, $T_{\rm b} = 0 \ \mu {\rm m}$ から $T_{\rm b}$ の値が離れるに 従い,両モードの励振される量の差は大きくなる.こ のため,モード干渉が弱まり,消光比の振動幅は小さ



図 9 入射界と TM スーパモード界との重なり積分 Fig. 9 Overlap integral between the incident field and the TM-supermode fields.

くなると解せる.

本論文の構造では,図4から見られるように,T_bが十分に大きいとき TM_sモードと TM_gモードの位 相定数は一致せず,位相整合条件が完全には満たされ ていない.そのため,消光比の極大値は7dB程度に とどまっている.モード干渉を強くし,消光比の極大 値を大きくするには,位相整合条件を満たすように, 構造値を調整する必要がある.この調整には,後述す るように,金属幅 wの変化が有効であるが,wを無限 大とする二次元解析ではこれ以上検討を進めることが できない.そこで,次章では三次元構造を取り扱う.

4. 三次元解析

二次元構造において偏光子の動作の概要が明らかに なったので,次に,三次元構造の偏光子を解析する. コア幅を $d_w = 0.5 \mu m$ に選び,正方形コアとする.偏 光子の構造値 $w \ge T_b$ の最適化を行った後,消光比の 波長特性を評価する.

4.1 構造の最適化

はじめに,二次元解析では検討できなかった,金属 幅wの最適化を行う. $T_{\rm b} = \infty$ とし,位相整合条件を 満たすwの値を決定する.この場合,TM_sモードと TM_gモードは,金属及び誘電体コアがそれぞれ個別 に存在する場合のモードとみなすことができる.図10 に,wに対する,TM_sモードとTM_gモードの位相定 数を示す. $w = 0.6 \mu m$ 付近で,TM_s,TM_g両モー ドの位相定数はほぼ等しい値をとり,位相整合の満た されることが見出せる.

次に,金属幅を $w = 0.6 \ \mu m$ に固定し,バッファ層



図 10~~wに対する位相定数

Fig. 10 Phase constant as a function of metal width.



図 11 入射界と TM スーパモード界の重なり積分 (w = 0.6 µm)

Fig. 11 Overlap integral between the incident field and the TM-supermode fields for $w = 0.6 \ \mu m$.

の厚さ T_b についての検討を行う.図 11 に, T_b に対す る,入射界と,TM スーパモード界との重なり積分値 を示す. $T_b = 0.4 \mu m$ 付近で,TM 波の二つのスーパ モードがほぼ均等に励振されている.以上の結果より, 金属幅とバッファ層の厚さをそれぞれ $w = 0.6 \mu m$, $T_b = 0.4 \mu m$ 付近に選ぶことで,高い消光比が得られ ると期待される.

図 12 に,最小結合長付近において得られる消光 比の最大値の等高線を示す.また,図 13 に,図 12 に対応した偏光子長の等高線を示す.各図の横軸と 縦軸はそれぞれ, $w \ge T_b$ を表している.構造値を, $w = 0.6 \,\mu\text{m}$, $T_b = 0.4 \,\mu\text{m}$ 付近に選ぶことで,高い 消光比が得られることを確認できる.以降は,構造値 を, $w = 0.6 \,\mu\text{m}$, $T_b = 0.35 \,\mu\text{m}$ に選び,解析を行う. このとき,偏光子長 12 μm で,30 dBの消光比が得ら



distance.

れている.

図 14 に, 伝搬距離に対する消光比を示す. 消光比 は周期的に極大値をとり, 消光比がピークとなるまで の偏光子長は, TM スーパモードの結合長に等しく



なる.

図 14 には比較のため, $T_b = 0.35 \,\mu m$ の場合の,二次元解析の結果も併記する.両者の結果を比較すると, 消光比の振動幅に大きな差が見られる.二次元解析と 三次元解析では,位相定数,減衰定数が異なり,結果 として,消光比が異なる.特に,二次元解析では,金 属幅 w を変化させて位相整合をとれないため差が大 きくなる.したがって,実際のデバイスの設計に三次 元解析の必要なことが見出せる.換言すると,金属幅 がコア幅に比べて,相対的に十分大きい場合には,二 次元解析でも比較的精度の良い結果が得られる(例え ば,図 10 で TM_s モードの位相定数は,wの増加に 伴い,二次元解析の結果 15.3 rad/ μ m に収束する傾向 を示している).ただし,この場合,位相整合をとる ことは,金属幅の調整ではなく,コアの屈折率の微妙 な調整で行うこととなり,現実的ではない.

4.2 金属の屈折率の波長分散性

前節で得られた最適な構造を用いて,波長特性を評価する.その際,金属の波長分散性を考慮する.図15 に,波長に対するAgの屈折率を示す.比較のため, 文献[14]で示された,屈折率の実験値を併記する.Ag をDrude-Lorentz分散性媒質と仮定することで,実験 値とほぼ等しい屈折率が得られている.以降はAgを Drude-Lorentz分散性媒質として扱い,三次元構造の 偏光子の波長特性を評価する.以下に,Drude-Lorentz 分散式を示す[10].

$$\epsilon(\omega) = \epsilon_{\infty} - \frac{\omega_{\rm D}^2}{\omega(\omega - j\nu_{\rm D})} - \frac{\Delta\epsilon_{\rm L}\omega_{\rm L}^2}{\omega^2 - \omega_{\rm L}^2 - j\nu_{\rm L}\omega}$$
(6)

ここで, ϵ_{∞} は周波数が無限大のときの比誘電率, ω

表 1 Ag の場合の各係数 Table 1 Coefficients for Ag.





Fig. 16 Extinction ratio as a function of wavelength.

は角周波数, $\omega_D \geq \omega_L$ はプラズマ角周波数, $\nu_D \geq \nu_L$ は衝突周波数, $\Delta\epsilon_L$ はLorentz項の重み係数を表している.また,下付き文字のDとLはそれぞれDrude モデルとLorentzモデルの係数であることを示している.Agの場合の各係数を表1に示す.

4.3 波長特性

偏光子長を図 14 において消光比が極大となる距離 付近に選び,消光比の波長特性を評価する.図 16 に, 消光比の波長特性を示す.偏光子長を TM スーパモー ドの最小結合長付近 ($L = 12 \mu$ m)に選ぶことにより, 短い偏光子長で,高い消光比の得られることが見出せ る.この場合,15 dB 以上の消光比が,波長 0.625 μ m から 0.645 μ m の帯域において得られる.

図 14 から予想されるように, 伝搬長が長くなるに つれて,スーパモードの干渉は弱くなり, TM 波の損 失は TM_g モードの損失のみで決定されるようになる. 換言すると,偏光子長を十分長くすれば,波長特性は 広くなるはずである.今,15 dB の消光比を規準とす ると,必要な偏光子長は 100 µm 以上と計算される. 図 16 にはこの場合のデータも付記している.広帯域 特性が得られてはいるが,偏光子長の増加に伴って, TE 波の損失も大きくなり,この場合,約 0.3 dB の損 失が生じる.つまり,偏光子長をスーパモードの最小 結合長に選べば,短い偏光子長のおかげで TE 波の損 失をほとんど無視できる利点が生じる,といえる.

5. む す び

本論文では,導波路に金属膜を装荷した TE 透過の 導波路型偏光子を,三次元セミベクトルビーム伝搬法 を用いて解析した.

はじめに,等価屈折率法を用いて三次元構造の偏光 子を二次元構造で近似し,固有モード特性,消光比を 評価した.消光比が極大となるまでの偏光子長は,固 有モード解析から得られる二つの TM スーパモードの 結合長に一致することを示した.

次に,三次元構造の偏光子を解析し,金属幅とバッ ファ層の厚さの最適化を行った.また,三次元解析と 二次元解析の結果の比較を行い,得られる消光比の異 なることから,三次元解析の必要性を明示した.

最後に,得られた最適な構造を用いて,偏光子の波 長特性を評価した.金属の屈折率の波長分散性を考慮 し,金属を Drude-Lorentz 分散性媒質として扱った. 偏光子長を TM スーパモードの最小結合長付近に選 ぶことで,高い消光比の得られることを示した.偏光 子長が 12 µm のとき,15 dB 以上の消光比が,波長 0.625 µm から 0.645 µm の帯域において得られること を見出した.

謝辞 参照屈折率の複素化に関して御検討頂いた, 柴山純博士に感謝する.本研究は文部科学省科学研究 費(基盤研究 C)の補助を受けた.

文 献

- E.M. Garmire and H. Stoll, "Propagation losses in metal-film-substrate optical waveguides," IEEE J. Quantum Electron., vol.QE-8, no.10, pp.763-766, 1972.
- K. Thyagarajan, S.D. Seshadri, and A.K. Ghatak, "Waveguide polarizer based on resonant tunneling," J. Lightwave Technol., vol.9, no.3, pp.315-317, 1991.
- [3] R.E. Smith and S.N. Houde-Walter, "The migration of bound and leaky solutions to the waveguide dispersion relation," J. Lightwave Technol., vol.11, no.11, pp.1760–1768, 1993.
- [4] T. Nakano, K. Baba, and M. Miyagi, "Insertion loss and extinction ratio of a surface plasmon-polariton polarizer: Theoretical analysis," J. Opt. Soc. Am. B, vol.11, no.10, pp.2030–2035, 1994.
- [5] M. Saini and E.K. Sharma, "Strong effect of output coupling on the performance of metal-clad waveguide polarizers," Opt. Lett., vol.20, no.4, pp.365– 367, 1995.
- [6] C. Chen and L. Wang, "Design of finite-length metalclad optical waveguide polarizer," IEEE J. Quantum

Electron., vol.34, no.7, pp.1089–1097, 1998.

- [7] 山内潤治,駒田隆明,中野久松,"金属装荷導波路型偏光 子の BPM 解析",信学技報,OPE2008-44,2008.
- [8] J. Shibayama, T. Yamazaki, J. Yamauchi, and H. Nakano, "Eigenmode analysis of a light-guiding metal line loaded on a dielectric substrate using the imaginary-distance beam-propagation method," J. Lightwave Technol., vol.23, no.3, pp.1533–1539, 2005.
- [9] D. Yevick and W. Bardyszewsky, "Correspondence of variational finite-difference (relaxation) and imaginary-distance propagation methods for modal analysis," Opt. Lett., vol.17, no.5, pp.329–330, 1992.
- [10] T. Laroche and C. Girard, "Near-field optical properties of single plasmonic nanowires," Appl. Phys. Lett., vol.89, pp.233119(1)-233119(3), 2006.
- [11] J. Yamauchi, Propagating Beam Analysis of Optical Waveguides, Research Studies Press, U.K., 2003.
- [12] J.P. Berenger, "A perfectly matched layer for the absorption of electromagnetic-waves," J. Comput. Phys., vol.114, no.2, pp.185–200, 1994.
- [13] J. Shibayama, T. Takeuchi, N. Goto, J. Yamauchi, and H. Nakano, "Numerical investigation of a Kretschmann-type surface plasmon resonance waveguide sensor," J. Lightwave Technol., vol.25, no.9, pp.2605–2611, 2007.
- [14] E.D. Palik, Handbook of Optical Constants of Solids, Academic Press, New York, 1998.

(平成 20 年 11 月 29 日受付, 21 年 1 月 13 日再受付)



中野 久松 (正員:フェロー)

昭43 法政大・工・電気卒.昭48 同大大 学院博士課程了.昭59 同大教授,現在に 至る.この間,マイクロ波アンテナ,光導 波路等の研究に従事.200 編以上の査読校 閲覧付き論文誌論文,200 編以上の国際シ ンポジウム論文を公表.衛星放送受信用と

して,昭 62 屋外用センタフィードパラボラアンテナ,平 3 室 内用平面アンテナの実用化に成功,ほかにGPS,携帯電話ア ンテナ等の実用化を行う.昭 56 米国シラキュース大客員助教 授.昭 61 年 2 月~9 月カナダ・マニトバ大客員教授.昭 61 年 9 月~62 年 3 月米国カリフォルニア大客員教授.工博.昭 61 カナダにて International Scientific Exchange Award,昭 62 IEE-ICAP アンテナ最優秀論文賞,平 6 IEEE H.A.Wheeler 論文賞受賞.平 18 IEEE AP-S Chen-To Tai Distinguished Educator Award 受賞.著書 "Helical and Spiral Antennas" (Research Studies Press, John Wiley & Sons),共著書 "電 磁波問題解析の実際"(第 3 章,本会)など.IEEE AP-S AdCom 委員 (2000-2002), IEEE Fellow.



山内潤治(正員)

昭 51 法政大・工・電気卒.昭 57 同大大 学院博士課程了.昭 59 都立高専講師.昭 63 法大講師.現在,同大学教授.線状アン テナ,表面波アンテナ,円偏波導波器,円 偏波散乱体,光導波路の数値解法などの研 究に従事.1989 英国電気学会アンテナ伝

搬国際会議最優秀論文賞共同受賞.著書"Propagating Beam Analysis of Optical Waveguides" (Research Studies Press, England). 工博. IEEE,米国光学会各会員.



駒田 隆明 (学生員)

平 19 法政大・工・電子情報卒.現在同 大大学院博士前期課程在学中.光導波路の 数値解析に関する研究に従事.