

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第7部門第3区分  
 【発行日】平成18年6月8日(2006.6.8)

【公開番号】特開2005-223840(P2005-223840A)  
 【公開日】平成17年8月18日(2005.8.18)  
 【年通号数】公開・登録公報2005-032  
 【出願番号】特願2004-32165(P2004-32165)  
 【国際特許分類】

**H 0 4 L 27/38 (2006.01)**

**H 0 4 L 27/22 (2006.01)**

【F I】

H 0 4 L 27/00 G

H 0 4 L 27/22 F

【手続補正書】

【提出日】平成18年4月18日(2006.4.18)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

式(3)は、

【数8】

$$I' = \cos(\Delta\theta) \left[ \{I \cos(\Delta\omega t) - Q \sin(\Delta\omega t)\} + \{I \sin(\Delta\omega t) + Q \cos(\Delta\omega t)\} \tan(\Delta\theta) \right]$$

$$Q' = \cos(\Delta\theta) \left[ \{I \sin(\Delta\omega t) + Q \cos(\Delta\omega t)\} + \{I \cos(\Delta\omega t) + Q \sin(\Delta\omega t)\} \tan(\Delta\theta) \right]$$

... (4)

と書くことができ、これをマトリクスを用いて表現すると、

【数9】

$$(I' \quad Q')$$

$$= (I \cos(\Delta\omega t) - Q \sin(\Delta\omega t) \quad I \sin(\Delta\omega t) + Q \cos(\Delta\omega t)) \cos(\Delta\theta) \begin{pmatrix} 1 & \tan(\Delta\theta) \\ \tan(\Delta\theta) & 1 \end{pmatrix}$$

... (5)

となる。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

したがって、式(5)の両辺に、それぞれ、右から  
【数10】

$$\frac{1}{\cos(\Delta\theta)} \begin{pmatrix} 1 & \tan(\Delta\theta) \\ \tan(\Delta\theta) & 1 \end{pmatrix}^{-1} \dots (6)$$

を乗算して得られるものを( I' ' Q' ' )とすると、  
【数11】

$$\begin{aligned} (I'' \quad Q'') &= (I' \quad Q') \frac{1}{\cos(\Delta\theta)} \begin{pmatrix} 1 & \tan(\Delta\theta) \\ \tan(\Delta\theta) & 1 \end{pmatrix}^{-1} \\ &= (I \cos(\Delta\omega t) - Q \sin(\Delta\omega t) \quad I \sin(\Delta\omega t) + Q \cos(\Delta\omega t)) \end{aligned} \dots (7)$$

となる。式(7)の補正を行うには、図2のように補正処理部16を構成すればよい。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

ここで、直交誤差 が非常に小さい場合、例えば、 $-2.5[\text{deg}]$   $+2.5[\text{deg}]$  の範囲にあるときには、以下の近似式

【数12】

$$\begin{aligned} \frac{1}{1 - \tan^2(\Delta\theta)} \cdot \frac{1}{\cos(\Delta\theta)} &\doteq 1 \\ -\frac{1}{1 - \tan^2(\Delta\theta)} \cdot \frac{\tan(\Delta\theta)}{\cos(\Delta\theta)} &\doteq -\tan(\Delta\theta) \end{aligned} \dots (8)$$

が成り立つから、補正処理部16aは、図3に示すように構成することができる。この補正処理部16aでは、前記  $-\tan(\quad)$  を直交成分  $Q'$  に乗算した信号と同相成分  $I'$  とを加算して補正後の同相成分  $I''$  が取得され、また、前記  $-\tan(\quad)$  を同相成分  $I'$  に乗算した信号と直交成分  $Q'$  とを加算して補正後の直交成分  $Q''$  が取得される。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

式(9)は、

## 【数 1 4】

$$\begin{aligned}
 W_I &= I_R \{ \cos(\Delta\omega t) \cos(\Delta\theta) + \sin(\Delta\omega t) \sin(\Delta\theta) \} - Q_R \{ \sin(\Delta\omega t) \cos(\Delta\theta) - \cos(\Delta\omega t) \sin(\Delta\theta) \} \\
 &= \cos(\Delta\theta) [ I_R \{ \cos(\Delta\omega t) + \sin(\Delta\omega t) \tan(\Delta\theta) \} - Q_R \{ \sin(\Delta\omega t) - \cos(\Delta\omega t) \tan(\Delta\theta) \} ] \\
 W_Q &= I_R \{ \sin(\Delta\omega t) \cos(\Delta\theta) + \cos(\Delta\omega t) \sin(\Delta\theta) \} + Q_R \{ \cos(\Delta\omega t) \cos(\Delta\theta) - \sin(\Delta\omega t) \sin(\Delta\theta) \} \\
 &= \cos(\Delta\theta) [ I_R \{ \sin(\Delta\omega t) + \cos(\Delta\omega t) \tan(\Delta\theta) \} + Q_R \{ \cos(\Delta\omega t) - \sin(\Delta\omega t) \tan(\Delta\theta) \} ] \\
 &\dots (10)
 \end{aligned}$$

と変形することができる。

## 【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0017】

直交誤差 が小さい場合、例えば、 $-2.5 [deg]$   $+2.5 [deg]$  の範囲にあるときには、 $\cos(\quad) \approx 1$  と近似できるから、この場合、式(10)は、

## 【数 1 5】

$$\begin{aligned}
 W_I &= \{ I_R \cos(\Delta\omega t) - Q_R \sin(\Delta\omega t) \} + \{ I_R \sin(\Delta\omega t) + Q_R \cos(\Delta\omega t) \} \tan(\Delta\theta) \\
 W_Q &= \{ I_R \sin(\Delta\omega t) + Q_R \cos(\Delta\omega t) \} + \{ I_R \cos(\Delta\omega t) - Q_R \sin(\Delta\omega t) \} \tan(\Delta\theta) \\
 &\dots (11)
 \end{aligned}$$

と書くことができる。この式(11)は、キャリア周波数誤差により位相が回転し、その後直交誤差が生じていることを示している。このことから、直交誤差を補正した後、キャリア再生(同期検波)を行う必要があることがわかる。

## 【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

ここで、同相成分  $W_I$  および直交成分  $W_Q$  の 2 乗和  $W$  は、

## 【数 1 6】

$$\begin{aligned}
 W &= W_I^2 + W_Q^2 = I_R^2 + Q_R^2 + (I_R^2 + Q_R^2) \tan^2(\Delta\theta) \\
 &\quad + 4 \tan(\Delta\theta) \{ I_R \sin(\Delta\omega t) + Q_R \cos(\Delta\omega t) \} \{ I_R \cos(\Delta\omega t) - Q_R \sin(\Delta\omega t) \} \\
 &\dots (12)
 \end{aligned}$$

となる。また、平均電力  $P_T$  については、加算期間が十分に長ければ、その時間積分( $t$ : 離散化された時間のパラメータ)は、

【数 17】

$$\sum_t P_T = \sum_t (I_R^2 + Q_R^2) \quad \dots \quad (13)$$

となる。式(13)の右辺は、信号が時々刻々と理論上の信号点を推移したときに取得されるべき電力の積分値に相当する。したがって、平均電力  $P_T$  は、変調方式に応じた定数とすることができ、例えば 16QAM の場合、同相成分および直交成分の最大値を  $I_{max}$  ( $= Q_{max}$ ) とすると、 $P_T = 0.556 \cdot 2 I_{max}^2$  とすることができる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

そして、これら式(12)および式(13)から、

【数 18】

$$\begin{aligned} & \sum_t \operatorname{sgn}(W_I) \operatorname{sgn}(W_Q) (W_I^2 + W_Q^2 - P_T) \\ & \doteq \sum_t \left[ 4 \tan(\Delta\theta) |I_R \sin(\Delta\omega t) + Q_R \cos(\Delta\omega t)| |I_R \cos(\Delta\omega t) - Q_R \sin(\Delta\omega t)| \right] \\ & \doteq \tau \tan(\Delta\theta) \quad \dots \quad (14) \end{aligned}$$

が成り立ち、結局、 $\tan(\quad)$  は、

【数 19】

$$\tan(\Delta\theta) = \frac{1}{\tau} \sum_t \operatorname{sgn}(W_I) \operatorname{sgn}(W_Q) (W - P_T) \quad \dots \quad (15)$$

となる。ここで、 $\tau$  は、時定数に相当する係数であり、引込時間とジッタのトレードオフで決定する。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0023】

今、直流成分のオフセットが既に補正されているものと仮定すれば、同相成分  $W_I$  および直交成分  $W_Q$  は、それぞれ、

【数 2 0】

$$\begin{aligned}
 W_I &= L_I \{ I_R \cos(\Delta\omega t - \Delta\theta) - Q_R \sin(\Delta\omega t - \Delta\theta) \} \\
 W_Q &= L_Q \{ I_R \sin(\Delta\omega t + \Delta\theta) + Q_R \cos(\Delta\omega t + \Delta\theta) \}
 \end{aligned}
 \dots (16)$$

となる。そして、同相成分、直交成分の振幅誤差  $L_I$  ,  $L_Q$  に関しては、

【数 2 1】

$$\begin{aligned}
 \sum_t W_I^2 &= \sum_t (L_I^2 I_R^2) = \sum_t (L_I^2 P_{TI}) \\
 \sum_t W_Q^2 &= \sum_t (L_Q^2 Q_R^2) = \sum_t (L_I^2 P_{TQ})
 \end{aligned}
 \dots (17)$$

が成り立つ。ここに、 $P_{TI}$  : 平均電力の同相成分、 $P_{TQ}$  : 平均電力の直交成分である。これら  $P_{TI}$  ,  $P_{TQ}$  は、それぞれ、信号が時々刻々と理論上の信号点を推移したときに取得されるべき電力の同相成分および直交成分の積分値に相当する。

【手続補正 9】

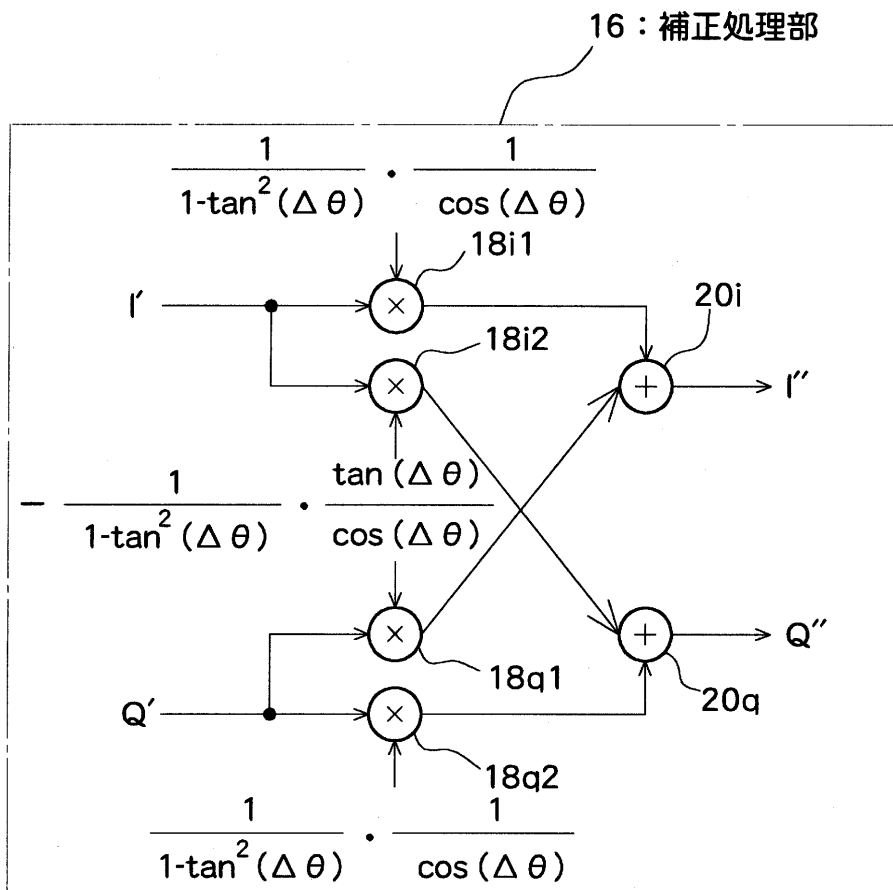
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 2

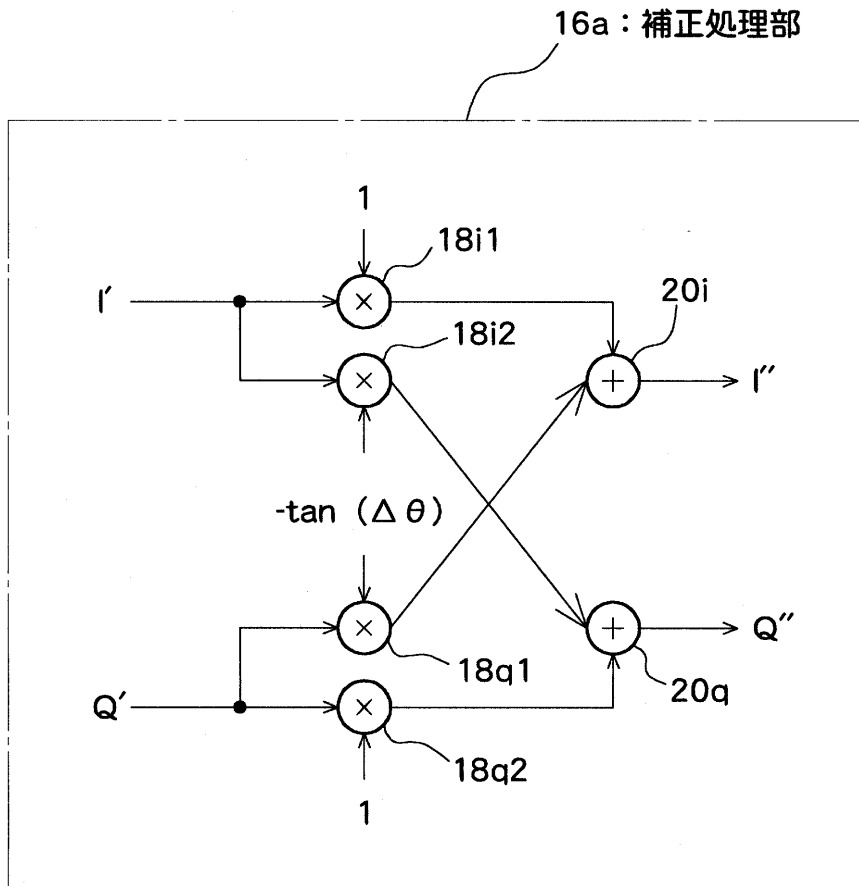
【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 2】



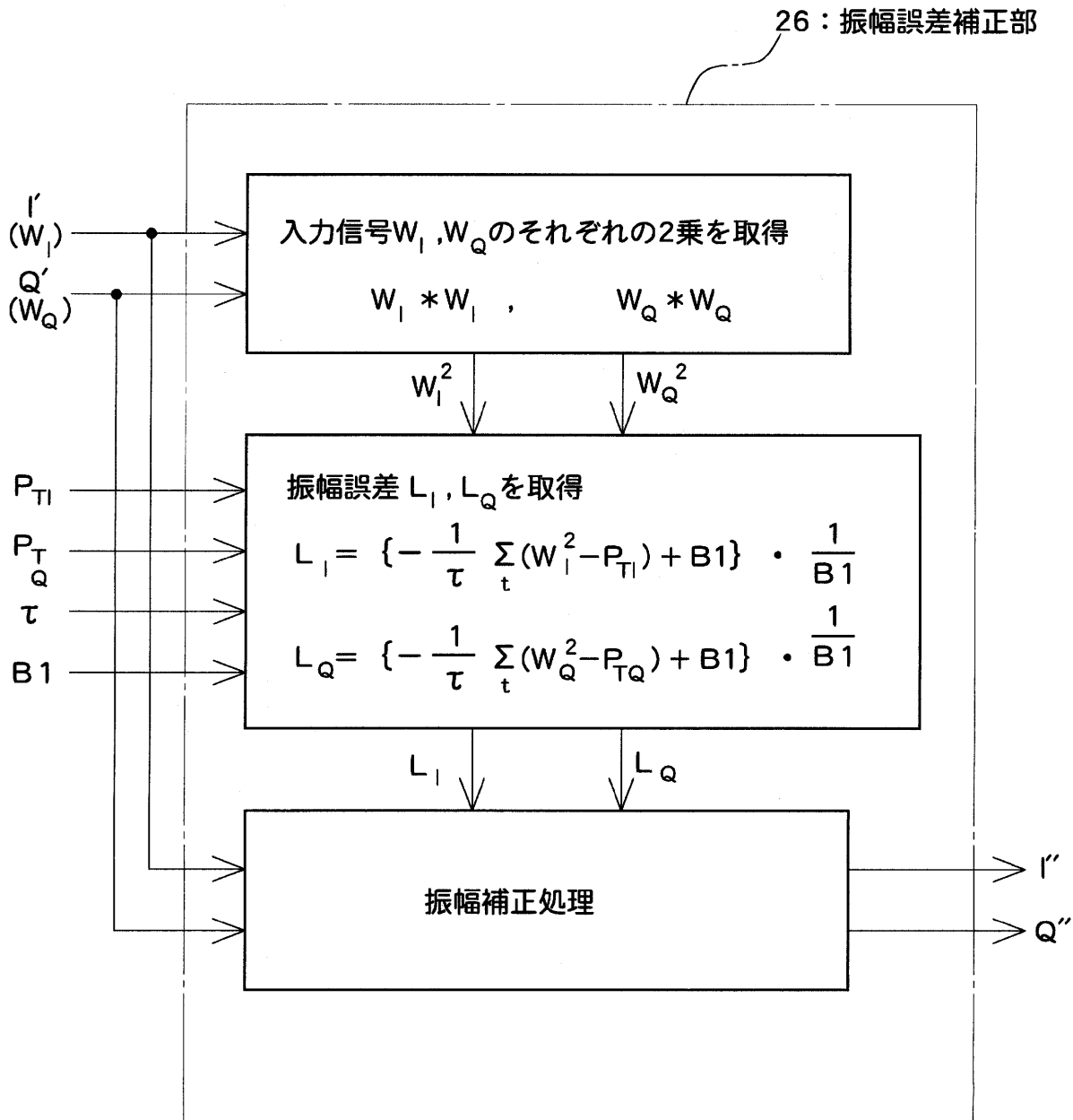
【手続補正 1 0】  
【補正対象書類名】図面  
【補正対象項目名】図 3  
【補正方法】変更  
【補正の内容】  
【図 3】



【手続補正 1 1】  
【補正対象書類名】図面  
【補正対象項目名】図 5  
【補正方法】変更  
【補正の内容】



【 図 7 】



【 手続補正 1 3 】

【 補正対象書類名 】 図面

【 補正対象項目名 】 図 8

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 図 8 】

30 : 準同期検波回路

