

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7686629号
(P7686629)

(45)発行日 令和7年6月2日(2025.6.2)

(24)登録日 令和7年5月23日(2025.5.23)

(51)国際特許分類	F I
G 0 6 F 13/42 (2006.01)	G 0 6 F 13/42 3 1 0
G 0 6 F 13/38 (2006.01)	G 0 6 F 13/38 3 2 0 Z
	G 0 6 F 13/38 3 5 0

請求項の数 9 (全42頁)

(21)出願番号	特願2022-516961(P2022-516961)	(73)特許権者	316005926 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号
(86)(22)出願日	令和3年4月9日(2021.4.9)	(74)代理人	100121131 弁理士 西川 孝
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/014985	(74)代理人	稲本 義雄
(87)国際公開番号	WO2021/215269	(74)代理人	100168686 弁理士 三浦 勇介
(87)国際公開日	令和3年10月28日(2021.10.28)	(72)発明者	高橋 宏雄 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内
審査請求日	令和6年2月15日(2024.2.15)	審査官	松平 英
(31)優先権主張番号	特願2020-77623(P2020-77623)		
(32)優先日	令和2年4月24日(2020.4.24)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 送信装置、受信装置、および通信システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

送信対象のデータをパッキングしたパケットデータに対して、物理層用とは異なる拡張用のパケットヘッダを付加し、伝送経路上における改変を禁止して保護すべき保護範囲として限定されるApplication Specific payloadを生成するApplication Specific payload生成部と、

前記Application Specific payloadに対して、所定の物理層用のパケットヘッダを少なくとも付加して、その物理層用のパケットを生成するパケット生成部とを備え、

複数種類の前記物理層ごとに並列に、複数の前記パケット生成部が設けられており、前記Application Specific payload生成部から複数の前記パケット生成部への前記Application Specific payloadの供給を切り替えるセレクタをさらに備える送信装置。

10

【請求項2】

前記拡張用のパケットヘッダには、前記Application Specific payloadを保護範囲として伝送するために必要となる所定情報が記載される

請求項1に記載の送信装置。

【請求項3】

前記所定情報は、前記パケットデータのデータ長を示すパケットカウントである

請求項2に記載の送信装置。

20

【請求項 4】

前記パケット生成部は、C-PHY用またはD-PHY用の前記パケットを生成して、それぞれ対応する物理層を介してシリアライザに送信し、

前記シリアライザにおいて、C-PHY用またはD-PHY用の前記パケットから前記Application Specific payloadが取得され、A-PHY用の前記パケットが生成されてデシリアライザに送信され、

前記デシリアライザにおいて、A-PHY用の前記パケットからApplication Specific payloadが取得され、C-PHY用またはD-PHY用の前記パケットが生成される

請求項 1 に記載の送信装置。

【請求項 5】

送信対象のデータをパッキングしたパケットデータに対して、物理層用とは異なる拡張用のパケットヘッダが付加され、伝送経路上における改変を禁止して保護すべき保護範囲として限定されるApplication Specific payloadに対して、所定の物理層用のパケットヘッダが少なくとも付加された、その物理層用のパケットを受信するパケット受信部と、

前記パケットから前記Application Specific payloadを取得するApplication Specific payload取得部と

を備え、

複数種類の前記物理層ごとに並列に、複数の前記パケット受信部が設けられており、
複数の前記パケット受信部から前記Application Specific payload取得部への前記Application Specific payloadの供給を切り替えるセレクタ

をさらに備える受信装置。

【請求項 6】

前記拡張用のパケットヘッダには、前記Application Specific payloadを保護範囲として伝送するために必要となる所定情報が記載される

請求項 5 に記載の受信装置。

【請求項 7】

前記所定情報は、前記パケットデータのデータ長を示すパケットカウントである

請求項 6 に記載の受信装置。

【請求項 8】

シリアライザにおいて、C-PHY用またはD-PHY用の前記パケットから前記Application Specific payloadが取得され、A-PHY用の前記パケットが生成されてデシリアライザに送信

され、

前記デシリアライザにおいて、A-PHY用の前記パケットからApplication Specific payloadが取得され、C-PHY用またはD-PHY用の前記パケットが生成され、

C-PHY用またはD-PHY用の前記パケット受信部が、それぞれ対応する物理層を介して前記パケットを受信する

請求項 5 に記載の受信装置。

【請求項 9】

送信対象のデータをパッキングしたパケットデータに対して、物理層用とは異なる拡張用のパケットヘッダを付加し、伝送経路上における改変を禁止して保護すべき保護範囲として限定されるApplication Specific payloadを生成するApplication Specific payload生成部と、

前記Application Specific payloadに対して、所定の物理層用のパケットヘッダを少なくとも付加して、その物理層用のパケットを生成するパケット生成部と

を有し、

複数種類の前記物理層ごとに並列に、複数の前記パケット生成部が設けられており、
前記Application Specific payload生成部から複数の前記パケット生成部への前記Application Specific payloadの供給を切り替えるセレクタ

をさらに有する送信装置と、

10

20

30

40

50

前記パケット生成部から送信されてくる物理層用のパケットを受信するパケット受信部と、

前記パケットから前記Application Specific payloadを取得するApplication Specific payload取得部と

を有し、

複数種類の前記物理層ごとに並列に、複数の前記パケット受信部が設けられており、
複数の前記パケット受信部から前記Application Specific payload取得部への前記Application Specific payloadの供給を切り替えるセレクタ

をさらに有する受信装置と

を備える通信システム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、送信装置、受信装置、および通信システムに関し、特に、より多様な用途に対応するとともに、伝送経路上におけるパケット改変禁止の規定に適應することができるようにした送信装置、受信装置、および通信システムに関する。

【背景技術】

【0002】

現在、規格化が進行中であるCSI(Camera Serial Interface)-2 ver4.0では、物理層にC-PHYを使うパケット構造と、物理層にD-PHYを使うパケット構造との2種類が定義されている。

20

【0003】

また近年、CSI-2規格は、モバイル機器だけに用いられるのではなく、車載やIoT(Internet of Things)など様々な用途に広く用いられるようになった結果、既存のパケット構造では、それらの用途に対応することができないと想定される。そこで、MIPI(Mobile Industry Processor Interface)アライアンスでは、多様な用途に対応させるため、既存のパケットヘッダやパケットフッタなど、パケット構造の拡張を検討している。

【0004】

また、特許文献1では、CSI-2規格を利用して、処理装置と複数の画像センサとを接続する際に、データバスの数を減らすことができるシステムが提案されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2017-211864号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述したように、CSI-2規格におけるパケットのパケット構造を拡張させることが検討されているが、その際に、既存のCSI-2規格の互換性を維持しつつ、より多くの情報を伝達することができるようにして、多様な用途に対応させることが求められている。このとき、伝送経路上においてパケットが改変されることを禁止する規定に違反しないようにすることが必要となる。

40

【0007】

本開示は、このような状況に鑑みてなされたものであり、より多様な用途に対応するとともに、伝送経路上におけるパケット改変禁止の規定に適應することができるようにするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本開示の第1の側面の送信装置は、送信対象のデータをパッキングしたパケットデータに対して、物理層用とは異なる拡張用のパケットヘッダを付加し、伝送経路上における改

50

変を禁止して保護すべき保護範囲として限定されるApplication Specific payloadを生成するApplication Specific payload生成部と、前記Application Specific payloadに対して、所定の物理層用のパケットヘッダを少なくとも付加して、その物理層用のパケットを生成するパケット生成部とを備え、複数種類の前記物理層ごとに並列に、複数の前記パケット生成部が設けられており、前記Application Specific payload生成部から複数の前記パケット生成部への前記Application Specific payloadの供給を切り替えるセレクトタをさらに備える。

【0009】

本開示の第1の側面においては、送信対象のデータをパッキングしたパケットデータに対して、物理層用とは異なる拡張用のパケットヘッダが付加され、伝送経路上における改変を禁止して保護すべき保護範囲として限定されるApplication Specific payloadが生成され、そのApplication Specific payloadに対して、所定の物理層用のパケットヘッダが少なくとも付加されて、その物理層用のパケットが生成される。また、複数種類の前記物理層ごとに並列に、複数のパケット生成部が設けられており、Application Specific payload生成部から複数のパケット生成部へのApplication Specific payloadの供給がセレクトタによって切り替えられる。

10

【0010】

本開示の第2の側面の受信装置は、送信対象のデータをパッキングしたパケットデータに対して、物理層用とは異なる拡張用のパケットヘッダが付加され、伝送経路上における改変を禁止して保護すべき保護範囲として限定されるApplication Specific payloadに対して、所定の物理層用のパケットヘッダが少なくとも付加された、その物理層用のパケットを受信するパケット受信部と、前記パケットから前記Application Specific payloadを取得するApplication Specific payload取得部とを備え、複数種類の前記物理層ごとに並列に、複数の前記パケット受信部が設けられており、複数の前記パケット受信部から前記Application Specific payload取得部への前記Application Specific payloadの供給を切り替えるセレクトタをさらに備える。

20

【0011】

本開示の第2の側面においては、送信対象のデータをパッキングしたパケットデータに対して、物理層用とは異なる拡張用のパケットヘッダが付加され、伝送経路上における改変を禁止して保護すべき保護範囲として限定されるApplication Specific payloadに対して、所定の物理層用のパケットヘッダが少なくとも付加された、その物理層用のパケットが受信され、パケットからApplication Specific payloadが取得される。また、複数種類の物理層ごとに並列に、複数のパケット受信部が設けられており、複数のパケット受信部からApplication Specific payload取得部へのApplication Specific payloadの供給がセレクトタによって切り替えられる。

30

【0012】

本開示の第3の側面の通信システムは、送信対象のデータをパッキングしたパケットデータに対して、物理層用とは異なる拡張用のパケットヘッダが付加され、伝送経路上における改変を禁止して保護すべき保護範囲として限定されるApplication Specific payloadが生成され、Application Specific payloadに対して、所定の物理層用のパケットヘッダを少なくとも付加して、その物理層用のパケットを生成するパケット生成部とを有し、複数種類の前記物理層ごとに並列に、複数の前記パケット生成部が設けられており、前記Application Specific payload生成部から複数の前記パケット生成部への前記Application Specific payloadの供給を切り替えるセレクトタをさらに有する送信装置と、パケット生成部から送信されてくる物理層用のパケットを受信するパケット受信部と、パケットからApplication Specific payloadを取得するApplication Specific payload取得部とを有し、複数種類の前記物理層ごとに並列に、複数の前記パケット受信部が設けられており、複数の前記パケット受信部から前記Application Specific payload取得部への前記Application Specific payloadの供給を切り替えるセレクトタをさらに有する受信装置とを備える。

40

50

【 0 0 1 3 】

本開示の第3の側面においては、送信対象のデータをパッキングしたパケットデータに対して、物理層用とは異なる拡張用のパケットヘッダが付加され、伝送経路上における改変を禁止して保護すべき保護範囲として限定されるApplication Specific payloadが生成され、Application Specific payloadに対して、所定の物理層用のパケットヘッダが少なくとも付加されて、その物理層用のパケットが生成される。また、複数種類の前記物理層ごとに並列に、複数のパケット生成部が設けられており、Application Specific payload生成部から複数のパケット生成部へのApplication Specific payloadの供給がセレクトタによって切り替えられる。そして、送信されてくる物理層用のパケットが受信され、そのパケットからApplication Specific payloadが取得される。また、複数種類の物理層ごとに並列に、複数のパケット受信部が設けられており、複数のパケット受信部からApplication Specific payload取得部へのApplication Specific payloadの供給がセレクトタによって切り替えられる。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図1】本技術を適用した通信システムの第1の実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図2】本技術を適用した通信システムの第2の実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図3】D-PHY用の拡張パケットの全体的なパケット構造の第1の構造例を示す図である

20

【図4】D-PHY用の拡張ショートパケットのパケット構造の第1の構造例を示す図である

【図5】D-PHY用の拡張ロングパケットのパケット構造の第1の構造例を示す図である。

【図6】C-PHY用の拡張パケットの全体的なパケット構造の第1の構造例を示す図である

【図7】C-PHY用の拡張ショートパケットのパケット構造の第1の構造例を示す図である

【図8】C-PHY用の拡張ロングパケットのパケット構造の第1の構造例を示す図である。

【図9】イメージセンサの構成例を示すブロック図である。

30

【図10】アプリケーションプロセッサの構成例を示すブロック図である。

【図11】イメージセンサがパケットを送信する処理を説明するフローチャートである。

【図12】拡張モード送信処理を説明するフローチャートである。

【図13】アプリケーションプロセッサがパケットを受信する処理を説明するフローチャートである。

【図14】拡張モード受信処理を説明するフローチャートである。

【図15】D-PHY用の拡張パケットの全体的なパケット構造の第2の構造例を示す図である。

【図16】D-PHY用の拡張ロングパケットのパケット構造の第2の構造例を示す図である

40

【図17】C-PHY用の拡張ショートパケットのパケット構造の第2の構造例を示す図である。

【図18】C-PHY用の拡張ロングパケットのパケット構造の第2の構造例を示す図である

【図19】D-PHYおよびC-PHYを切り替える構成の変形例を示すブロック図である。

【図20】本技術を適用した通信システムの第3の実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図21】パケット改変禁止の規定に対応するD-PHY用の拡張パケットの構造例を示す図である。

【図22】パケット改変禁止の規定に対応するC-PHY用の拡張パケットの構造例を示す図

50

である。

【図 2 3】パケット改変禁止の規定に対応するA-PHY用の拡張パケットの構造例を示す図である。

【図 2 4】パケット改変禁止の規定に適応したパケット送受信処理を説明するフローチャートである。

【図 2 5】パケット改変禁止の規定に適応したイメージセンサの構成例を示すブロック図である。

【図 2 6】パケット改変禁止の規定に適応したアプリケーションプロセッサの構成例を示すブロック図である。

【図 2 7】本技術を適用したコンピュータの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本技術を適用した具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0016】

<通信システムの構成例>

図 1 は、本技術を適用した通信システムの第 1 の実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【0017】

20

図 1 に示すように、通信システム 1 1 は、イメージセンサ 2 1 およびアプリケーションプロセッサ 2 2 がバス 2 3 を介して接続されて構成される。例えば、通信システム 1 1 は、いわゆるスマートフォンなどのような既存のモバイル機器の内部におけるCSI-2接続に用いられる。

【0018】

イメージセンサ 2 1 は、例えば、レンズや撮像素子（いずれも図示せず）などとともに、拡張モード対応CSI-2送信回路 3 1 が組み込まれて構成される。例えば、イメージセンサ 2 1 は、撮像素子が撮像することで取得した画像の画像データを、拡張モード対応CSI-2送信回路 3 1 によりアプリケーションプロセッサ 2 2 へ送信する。

【0019】

30

アプリケーションプロセッサ 2 2 は、通信システム 1 1 を備えるモバイル機器で実行される各種のアプリケーションに応じた処理を行うLSI (Large Scale Integration) とともに、拡張モード対応CSI-2受信回路 3 2 が組み込まれて構成される。例えば、アプリケーションプロセッサ 2 2 は、イメージセンサ 2 1 から送信されてくる画像データを、拡張モード対応CSI-2受信回路 3 2 により受信し、その画像データに対して、アプリケーションに応じた処理をLSIにより行うことができる。

【0020】

バス 2 3 は、CSI-2の規格に準拠して信号を伝送する通信経路であり、例えば、信号を伝送することが可能な伝送距離は30cm程度となっている。また、バス 2 3 は、図示するように複数本の信号線 (I2C, CLKP/N, D0P/N, D1P/N, D2P/N, D3P/N) によって、イメージセンサ 2 1 およびアプリケーションプロセッサ 2 2 を接続する。

40

【0021】

拡張モード対応CSI-2送信回路 3 1 および拡張モード対応CSI-2受信回路 3 2 は、CSI-2の規格を拡張させた拡張モードでの通信に対応しており、互いに信号の送信および受信を行うことができる。なお、拡張モード対応CSI-2送信回路 3 1 および拡張モード対応CSI-2受信回路 3 2 の詳細な構成については、図 9 および 1 0 を参照して後述する。

【0022】

図 2 は、本技術を適用した通信システムの第 2 の実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【0023】

50

図 2 に示すように、通信システム 1 1 A は、イメージセンサ 2 1 およびシリアルライザ 2 5 がバス 2 4 - 1 を介して接続されるとともに、アプリケーションプロセッサ 2 2 およびデシリアルライザ 2 6 がバス 2 4 - 2 を介して接続されており、シリアルライザ 2 5 およびデシリアルライザ 2 6 がバス 2 7 を介して接続されて構成される。例えば、通信システム 1 1 A は、既存の車載カメラにおける接続に用いられる。

【 0 0 2 4 】

ここで、イメージセンサ 2 1 およびアプリケーションプロセッサ 2 2 は、図 1 のイメージセンサ 2 1 およびアプリケーションプロセッサ 2 2 と同様に構成されており、その詳細な説明は省略する。

【 0 0 2 5 】

バス 2 4 - 1 および 2 4 - 2 は、図 1 のバス 2 3 と同様に、CSI-2 の規格に準拠して信号を伝送する通信経路であり、図示するように複数本の信号線 (HS-GPIO, I2C, CLKP/N, D0P/N, D1P/N, D2P/N, D3P/N) を備えて構成される。

【 0 0 2 6 】

シリアルライザ 2 5 は、CSI-2 受信回路 3 3 および SerDes (Serializer Deserializer) 送信回路 3 4 を備えて構成される。例えば、シリアルライザ 2 5 は、CSI-2 受信回路 3 3 が、拡張モード対応 CSI-2 送信回路 3 1 との間で通常の CSI-2 の規格に準拠した通信を行うことにより、イメージセンサ 2 1 から送信されてくるビット並列の信号を取得する。そして、シリアルライザ 2 5 は、その取得した信号をビット直列に変換して、SerDes 送信回路 3 4 が SerDes 受信回路 3 5 との間で 1 レーンでの通信を行うことにより、その信号をデシリアルライザ 2 6 へ送信する。

【 0 0 2 7 】

デシリアルライザ 2 6 は、SerDes 受信回路 3 5 および CSI-2 送信回路 3 6 を備えて構成される。例えば、デシリアルライザ 2 6 は、SerDes 受信回路 3 5 が、SerDes 送信回路 3 4 との間で 1 レーンでの通信を行うことにより送信されてくるビット直列の信号を取得する。そして、デシリアルライザ 2 6 は、その取得した信号をビット並列に変換して、CSI-2 送信回路 3 6 が、拡張モード対応 CSI-2 受信回路 3 2 との間で通常の CSI-2 の規格に準拠した通信を行うことにより、アプリケーションプロセッサ 2 2 へ送信する。

【 0 0 2 8 】

バス 2 7 は、A-PHY や、FPD (Flat Panel Display)-LINK III などのような規格に準拠して信号を伝送する通信経路であり、例えば、信号を伝送することが可能な伝送距離は 1.5 m 程度となっている。

【 0 0 2 9 】

このように構成される通信システム 1 1 および 1 1 A は、拡張モード対応 CSI-2 送信回路 3 1 および拡張モード対応 CSI-2 受信回路 3 2 により、後述するように拡張されたパケット構造のパケットでデータを送受信することができる。これにより、より多様な用途、例えば、後述するような RAW24 や、SmartROI (Region of Interest)、GLD (Graceful Link Degradation) などに対応することができる。

【 0 0 3 0 】

< パケット構造の第 1 の構造例 >

図 3 乃至図 8 を参照して、拡張モード対応 CSI-2 送信回路 3 1 および拡張モード対応 CSI-2 受信回路 3 2 の間の通信で用いられるパケットのパケット構造の第 1 の構造例について説明する。

【 0 0 3 1 】

図 3 には、物理層が D-PHY である場合に CSI-2 の拡張モードで用いられるパケット (以下、D-PHY 用の拡張パケットと称する) の全体的なパケット構造が示されている。

【 0 0 3 2 】

図 3 に示すように、D-PHY 用の拡張パケットは、パケットヘッダおよびパケットフッタが既存の CSI-2 規格と同一のパケット構造となっている。例えば、パケットヘッダには、仮想チャネルの回線数を示す VC (Virtual Channel)、データの種別を示すデータタイプ

10

20

30

40

50

(DataType)、ペイロードのデータ長を示すWC (Word Count)、VCX/ECCが格納される。また、パケットフッタには、CRC (Cyclic Redundancy Check) が格納される。

【0033】

ここで、既存のCSI-2規格では、パケットヘッダで送信されるデータタイプは、0x38~0x3Fがリザーブと定義されている。そこで、D-PHY用の拡張パケットでは、既存ではリザーブとなっているデータタイプを利用して、受信側で拡張モードを識別するための設定情報が新たに定義される。

【0034】

例えば、データタイプとして、

- ・ DataType[5:3]=3 ' b111の場合、拡張モード
- ・ DataType[2]=Reserve (RES: 将来の拡張のための予約)
- ・ DataType[1:0]=extension mode type (4つの拡張モードを用意)

を定義する。

【0035】

即ち、既存のCSI-2規格ではリザーブと定義されているデータタイプの0x38~0x3Fのうち、例えば、DataType[5:3]が拡張モード設定情報として定義され、DataType[1:0]が拡張タイプ設定情報として定義される。拡張モード設定情報は、拡張モードであるか否かを示し、例えば、DataType[5:3]が3 ' b111である場合には拡張モードであることを示す。また、拡張モードのタイプとして、拡張モード0、拡張モード1、拡張モード2、および拡張モード3の4つのタイプが用意されるとき、拡張タイプ設定情報は、それらのうちの、いずれのタイプであるかを示す。例えば、DataType[1:0]が2 ' b00である場合には、拡張モードのタイプが拡張モード0であることを示す。

【0036】

そして、拡張モード0 (DataType[1:0]=2 ' b00) では、例えば、ペイロードが4つに分離されたパケット構造が定義される。即ち、拡張モード0におけるペイロードは、図3に示すように、拡張パケットヘッダ (ePH: extended Packet Header)、オプション拡張パケットヘッダ (OePH: Optional extended Packet Header)、レガシーペイロード (Legacy Payload)、および、オプション拡張パケットフッタ (OePF: Optional extended Packet Footer) に分離される。なお、拡張パケットヘッダは、繰り返し送信してもよい。

【0037】

拡張パケットヘッダは、既存のCSI-2規格のペイロードに相当する先頭に配置され、拡張モードでは必ず送信する必要がある。例えば、拡張パケットヘッダは、図示するように、SROIの識別フラグ、拡張VC (VirtualChannel)、拡張DataType、OePHの選択フラグ、およびOePFの選択フラグなどの設定情報で構成される。ここで、拡張VCにより、既存のCSI-2規格では4ビットであったVCが8ビットに拡張され、拡張DataTypeにより、既存のCSI-2規格では4ビットであったDataTypeが8ビットに拡張される。

【0038】

例えば、D-PHY用のパケットでは、既存のパケットヘッダのVCが既に4ビット存在しており、拡張パケットヘッダの拡張VCを4ビットと定義することにより、合計で8ビットとすることができる。具体的には、OePH[7:0] = {5 ' h00,RSID,XY_POS,MC}、OePF[3:0] = {3 ' h0,pCRC}と定義することができ、それぞれの用途に必要なパケット送信のON/OFFを制御することができる。

【0039】

オプション拡張パケットヘッダおよびオプション拡張パケットフッタは、用途に応じて選択的に伝送される。

【0040】

レガシーペイロードは、既存のCSI-2の規格と同一のペイロードに相当する。

【0041】

このように、拡張パケットヘッダ、オプション拡張パケットヘッダ、およびオプション

10

20

30

40

50

ナル拡張パケットフッタを必要に応じて設定することで、様々な用途に対応したデータを送信することができるようになる。また、拡張パケットヘッダ、オプション拡張パケットヘッダ、およびオプション拡張パケットフッタで伝送されるデータは、26bit+6bitのECC (Error Correction Code) とする。これにより、既存のパケットヘッダの回路を流用して回路規模の増大を抑制し、かつ、エラー耐性の向上を図ることができる。

【 0 0 4 2 】

このようなD-PHY用の拡張パケットの具体的な適用例として、図4には、物理層がD-PHYである場合にCSI-2の拡張モードで用いられるショートパケット（以下、D-PHY用の拡張ショートパケットと称する）のパケット構造が示されている。同様に、図5には、物理層がD-PHYである場合にCSI-2の拡張モードで用いられるロングパケット（以下、D-PHY用の拡張ロングパケットと称する）のパケット構造が示されている。

10

【 0 0 4 3 】

図4に示すようなD-PHY用の拡張ショートパケットにおいて、パケットヘッダに格納されているデータタイプの拡張タイプ設定情報は、拡張モードのタイプが拡張モード0であること（DT[5:0]=0x1C(5' b111_0_0)）を示している。また、拡張パケットヘッダに格納されているデータタイプのショートパケット設定情報は、ショートパケットであること（DT[7:0]=0x00 (Frame Start Code (Short Packet))）を示している。

【 0 0 4 4 】

このように、拡張モードであり、かつ、拡張パケットヘッダに格納されているデータタイプがDT[7:0]=0x00~0x0Fである場合、拡張ショートパケットとし、オプション拡張パケットヘッダには必ず、拡張ショートパケットのShort Packet Data Fieldを含むデータが伝送される。このShort Packet Data Fieldは、既存のCSI-2の規格で定義されたものと同一である。

20

【 0 0 4 5 】

なお、拡張ショートパケットの送信時には、オプション拡張パケットヘッダのうち、MC (GLD用MessageCount) とRSID (車載用行番号とSourceID) は送信しても良いが、レガシーペイロードとpCRCは不要であるため、送信禁止である。仮に、それらを誤って送信した場合には、受信側で無視される。

【 0 0 4 6 】

そして、図4に示すようなパケット構造の拡張ショートパケットは、既存のCSI-2の規格に従った拡張ショートパケットと比較して、データタイプおよび仮想チャネルのビット幅を拡張することができ、オプション拡張パケットヘッダで定義される様々な用途に対応することができる。また、これらの機能が不要でない場合は、既存のCSI-2の規格に従った拡張ショートパケットを、拡張ロングパケットと一緒に送信するようにしてもよい。

30

【 0 0 4 7 】

図5に示すようなD-PHY用の拡張ロングパケットにおいて、パケットヘッダに格納されているデータタイプの拡張タイプ設定情報は、拡張モードのタイプが拡張モード0であること（DT[5:0]=0x1C(5' b111_0_0)）を示している。また、拡張パケットヘッダに格納されているデータタイプのショートパケット設定情報は、ショートパケット以外であること（DT[7:0]は0x00~0x0F以外 (= 拡張LongPacket)）を示している。従って、拡張ロングパケットでは、Short Packet Data Fieldを含むデータは送信されない。

40

【 0 0 4 8 】

また、拡張パケットヘッダの設定に従い、オプション拡張パケットヘッダ、レガシーペイロード、およびオプション拡張パケットフッタが、既存のCSI-2の規格でのペイロードに格納して伝送される。このように、既存のペイロードに格納して伝送されるため、既存のSerDes送信回路34およびSerDes受信回路35（図2）には、既存のペイロードで伝送される画像データと同様に認識され、そのまま後段に伝送される。

【 0 0 4 9 】

そして、最後段のアプリケーションプロセッサ22は、パケットヘッダのデータタイプDT[5:0]によって、拡張モードと判定することができる。従って、アプリケーションプロ

50

セッサ 2 2 は、ペイロードの中身を、拡張パケットヘッダから順に解釈し、所望の拡張モードのデータを取り出すことができる。

【 0 0 5 0 】

図 6 には、物理層が C-PHY である場合に CSI-2 の拡張モードで用いられるパケット（以下、C-PHY 用の拡張パケットと称する）の全体的なパケット構造が示されている。なお、図 6 に示す C-PHY 用の拡張パケットにおいて、図 3 の D-PHY 用の拡張パケットと共通する構成については説明を省略し、異なる構成について説明を行う。

【 0 0 5 1 】

例えば、C-PHY 用の拡張パケットでは、図 3 の D-PHY 用の拡張パケットと同様に、データタイプで拡張モードを識別し、アプリケーションプロセッサ 2 2 で実行される各アプリケーションに応じたデータは、すべてペイロードに埋め込まれて伝送される。

【 0 0 5 2 】

図 6 に示すように、C-PHY 用の拡張パケットは、既存の CSI-2 規格に従った C-PHY 用のパケットと同様に、パケットヘッダを 2 回伝送し、C-PHY が 16bit を 7symbol に変換する都合上、16bit 単位でデータを並べる。また、ペイロードの先頭には拡張パケットヘッダが配置されるが、仮想チャネルに関しては、C-PHY の場合、既存のパケットヘッダの先頭がその為に Reserve となっていたため、拡張パケットヘッダには仮想チャネルは格納されない。もちろん、D-PHY 用の拡張パケットと同様に、拡張パケットヘッダに仮想チャネルを格納してもよい。

【 0 0 5 3 】

また、オプション拡張パケットヘッダおよびオプション拡張パケットフッタはビット数が多いため、OePHF というフラグを準備し、このフラグが 1 の場合、OePH/OePF 情報が次に伝送される。そして、ePH 情報および OePH 情報の後、拡張パケットヘッダとして CRC を伝送し、同様に構成されるパケットヘッダを 2 回繰り返して伝送する。このように、既存のパケットヘッダが 2 回伝送される仕組みと構造を同じにすることで、回路再利用性およびエラー耐性を両立することができる。

【 0 0 5 4 】

このような C-PHY 用の拡張パケットの具体的な適用例として、図 7 には、物理層が C-PHY である場合に CSI-2 の拡張モードで用いられるショートパケット（以下、C-PHY 用の拡張ショートパケットと称する）のパケット構造が示されている。同様に、図 8 には、物理層が C-PHY である場合に CSI-2 の拡張モードで用いられるロングパケット（以下、C-PHY 用の拡張ロングパケットと称する）のパケット構造が示されている。

【 0 0 5 5 】

なお、図 7 に示す C-PHY 用の拡張ショートパケットは、図 4 に示した D-PHY 用の拡張ショートパケットとパケット構造に大きな差異はなく、図 8 に示す C-PHY 用の拡張ロングパケットは、図 5 に示した D-PHY 用の拡張ロングパケットとパケット構造に大きな差異はない。

【 0 0 5 6 】

< イメージセンサおよびアプリケーションプロセッサの構成例 >

図 9 は、拡張モード対応 CSI-2 送信回路 3 1 を備えるイメージセンサ 2 1 の構成例を示すブロック図である。

【 0 0 5 7 】

図 9 に示すように、イメージセンサ 2 1 は、拡張モード対応 CSI-2 送信回路 3 1 の他に、画素 4 1、AD 変換器 4 2、画像処理部 4 3、画素 CRC 演算部 4 4、物理層処理部 4 5、I2C/I3C スレーブ 4 6、およびレジスタ 4 7 を備えて構成される。また、拡張モード対応 CSI-2 送信回路 3 1 は、パッキング部 5 1、パケットヘッダ生成部 5 2、拡張パケットヘッダ生成部 5 3、拡張パケットフッタ生成部 5 4、選択部 5 5 および 5 6、CRC 演算部 5 7、レーン分配部 5 8、CCI スレーブ 5 9、並びに、コントローラ 6 0 を備えて構成される。

【 0 0 5 8 】

10

20

30

40

50

画素 4 1 は、受光した光の光量に応じたアナログの画素信号を出力し、AD変換器（ADC：Analog-to-Digital Converter）4 2 は、画素 4 1 から出力される画素信号をデジタル変換して画像処理部 4 3 に供給する。画像処理部（ISP：Image Signal Processor）4 3 は、画素信号に基づく画像に対する各種の画像処理を施して得られる画像データを画素CRC演算部 4 4 およびパッキング部 5 1 に供給する。また、画像処理部 4 3 は、画像データが有効であるか否かを示すデータイネーブル信号data_enをパッキング部 5 1 およびコントローラ 6 0 に供給する。

【 0 0 5 9 】

画素CRC演算部 4 4 は、画像処理部 4 3 から供給される画像データにおける画素ごとのCRCを演算して求め、そのCRCを拡張パケットフッタ生成部 5 4 に供給する。

10

【 0 0 6 0 】

物理層処理部 4 5 は、C-PHYおよびD-PHYの両方の物理層処理を実行することができる。例えば、物理層処理部 4 5 は、コントローラ 6 0 から供給されるC層イネーブル信号cphy_enが有効である場合にはC-PHYの物理層処理を実行し、C層イネーブル信号cphy_enが無効である場合にはD-PHYの物理層処理を実行する。そして、物理層処理部 4 5 は、レーン分配部 5 8 により4レーンに分割されたパケットを、アプリケーションプロセッサ 2 2 へ送信する。

【 0 0 6 1 】

I2C/I3Cスレーブ 4 6 は、I2C（Inter-Integrated Circuit）またはI3C（Improved Inter Integrated Circuits）の規格に基づき、アプリケーションプロセッサ 2 2 のI2C/I3Cマスタ 7 2（図 1 0）による主導に従って通信を行う。

20

【 0 0 6 2 】

レジスタ 4 7 には、アプリケーションプロセッサ 2 2 から送信されてくる各種の設定が、I2C/I3Cスレーブ 4 6 およびCCIスレーブ 5 9 を介して書き込まれる。ここで、レジスタ 4 7 に書き込まれる設定としては、例えば、CSI-2規格に従った通信設定や、拡張モードの使用の有無を示す拡張モード設定、拡張モードでの通信で必要となる固定の通信設定などがある。

【 0 0 6 3 】

パッキング部 5 1 は、画像処理部 4 3 から供給される画像データを、パケットのペイロードに格納するパッキング処理を行い、そのペイロードを選択部 5 5 およびレーン分配部 5 8 に供給する。

30

【 0 0 6 4 】

パケットヘッダ生成部 5 2 は、コントローラ 6 0 から供給されるパケットヘッダ生成指示信号ph_goに従って、パケットヘッダの生成が指示されると、パケットヘッダを生成して選択部 5 5 およびレーン分配部 5 8 に供給する。

【 0 0 6 5 】

即ち、パケットヘッダ生成部 5 2 は、パケットで伝送されるデータについて設定された条件を示す設定情報、例えば、データのタイプを示すデータタイプを格納するパケットヘッダを、既存のCSI-2規格に従って生成する。また、パケットヘッダ生成部 5 2 は、パケットで伝送されるデータのタイプを示す設定情報であるデータタイプにおいて、既存のCSI-2規格では未使用と定義されている未使用領域に、拡張ヘッダを使用する拡張モードであるか否かを示す拡張モード設定情報を格納する。さらに、パケットヘッダ生成部 5 2 は、未使用領域に、拡張モードとして用意される複数のタイプの拡張モードのうちの、いずれのタイプであるかを示す拡張タイプ設定情報を格納する。

40

【 0 0 6 6 】

拡張パケットヘッダ生成部 5 3 は、コントローラ 6 0 から供給される拡張パケットヘッダ生成指示信号eph_goおよび拡張パケットヘッダイネーブル信号ePH_enに従って、拡張パケットヘッダおよびオプション拡張パケットヘッダそれぞれを生成し、選択部 5 6 およびレーン分配部 5 8 に供給する。また、拡張パケットヘッダ生成部 5 3 には、イメージセンサ 2 1 の用途に応じて、車載用行番号やソースID（identification）などが供給され

50

、必要に応じて、それらを拡張パケットヘッダまたはオプション拡張パケットヘッダに格納する。

【0067】

即ち、拡張パケットヘッダ生成部53は、パケットヘッダ生成部52により生成されるパケットヘッダとは別に、例えば、図3に示したような設定情報を格納する拡張パケットヘッダを生成する。さらに、拡張パケットヘッダ生成部53は、オプション拡張パケットヘッダを送信する場合、オプション拡張パケットヘッダを送信するか否かを示すオプション拡張パケットヘッダ設定情報(OePH[7:0])として、オプション拡張パケットヘッダを送信することを示すオプション拡張パケットヘッダ設定情報を拡張パケットヘッダに格納し、拡張パケットヘッダに続けてオプション拡張パケットヘッダを生成する。

10

【0068】

拡張パケットフッタ生成部54は、コントローラ60から供給される拡張パケットフッタ生成指示信号epf_goおよび拡張パケットヘッダイネーブル信号ePF_enに従って、オプション拡張パケットフッタを生成し、選択部56およびレーン分配部58に供給する。

【0069】

即ち、拡張パケットフッタ生成部54は、拡張モードにおいて伝送されるパッケージが、既存のCSI-2規格においてペイロードとして伝送されるデータを格納する拡張ロングパケットである場合に、データが格納されるレガシーペイロードに続けて配置されるオプション拡張パケットフッタを生成する。

【0070】

20

また、パケットヘッダ生成部52、拡張パケットヘッダ生成部53、および拡張パケットフッタ生成部54には、コントローラ60からC層イネーブル信号cphy_enが供給される。そして、C層イネーブル信号cphy_enが有効を示している場合、パケットヘッダ生成部52はC-PHY用のパケットヘッダを生成し、拡張パケットヘッダ生成部53はC-PHY用の拡張パケットヘッダおよびオプション拡張パケットヘッダを生成し、拡張パケットフッタ生成部54はC-PHY用のオプション拡張パケットフッタを生成する。一方、C層イネーブル信号cphy_enが無効を示している場合、パケットヘッダ生成部52はD-PHY用のパケットヘッダを生成し、拡張パケットヘッダ生成部53はD-PHY用の拡張パケットヘッダおよびオプション拡張パケットヘッダを生成し、拡張パケットフッタ生成部54はD-PHY用のオプション拡張パケットフッタを生成する。

30

【0071】

選択部55は、コントローラ60から供給されるC層イネーブル信号cphy_enに従って、C層イネーブル信号cphy_enが有効である場合、パケットヘッダ生成部52から供給されるパケットヘッダを選択し、選択部56へ供給する。一方、選択部55は、C層イネーブル信号cphy_enが無効である場合、パッキング部51から供給されるペイロードを選択し、選択部56へ供給する。

【0072】

選択部56は、コントローラ60から供給されるデータ選択信号data_selに従って、選択部55を介して選択的に供給されるパケットヘッダまたはペイロード、拡張パケットヘッダ生成部53から供給される拡張パケットヘッダおよびオプション拡張パケットヘッダ、拡張パケットフッタ生成部54から供給されるオプション拡張パケットフッタのうち、いずれかを選択してCRC演算部57に供給する。

40

【0073】

CRC演算部57は、選択部56を介して選択的に供給されるパケットヘッダ、ペイロード、拡張パケットヘッダ、オプション拡張パケットヘッダ、またはオプション拡張パケットフッタのCRCを演算して求め、そのCRCをレーン分配部58に供給する。

【0074】

レーン分配部58は、コントローラ60の制御に従って、パッキング部51から供給されるペイロード、パケットヘッダ生成部52から供給されるパケットヘッダ、拡張パケットヘッダ生成部53から供給される拡張パケットヘッダおよびオプション拡張パケット

50

ヘッダ、拡張パケットフッタ生成部 5 4 から供給されるオプション拡張パケットフッタ、並びに、CRC演算部 5 7 から供給されるCRCを、CSI-2の規格に従った 4 レーンに分配して、物理層処理部 4 5 に供給する。

【 0 0 7 5 】

CCI (Camera Control Interface) スレーブ 5 9 は、CSI-2の規格に基づき、アプリケーションプロセッサ 2 2 のCCIマスタ 8 8 (図 1 0) による主導に従って通信を行う。

【 0 0 7 6 】

コントローラ 6 0 は、レジスタ 4 7 に記憶されている各種の設定を読み出して、それらの設定に従って、拡張モード対応CSI-2送信回路 3 1 を構成する各ブロックに対する制御を行う。例えば、コントローラ 6 0 は、送信対象のデータの内容に応じて、既存のCSI-2規格に従ったパケット構造のパケットの送信と、拡張モード時におけるパケット構造のパケットの送信との切り替えを制御する。

【 0 0 7 7 】

このようにイメージセンサ 2 1 は構成されており、図 3 乃至図 8 を参照して説明したようなパケット構造の拡張パケットを生成して、アプリケーションプロセッサ 2 2 へ送信することができる。

【 0 0 7 8 】

図 1 0 は、拡張モード対応CSI-2受信回路 3 2 を備えるアプリケーションプロセッサ 2 2 の構成例を示すブロック図である。

【 0 0 7 9 】

図 1 0 に示すように、アプリケーションプロセッサ 2 2 は、拡張モード対応CSI-2受信回路 3 2 の他に、物理層処理部 7 1、I2C/I3Cマスタ 7 2、レジスタ 7 3、およびコントローラ 7 4 を備えて構成される。また、拡張モード対応CSI-2受信回路 3 2 は、パケットヘッダ検出部 8 1、レーン併合部 8 2、解釈部 8 3、選択部 8 4 および 8 5、CRC演算部 8 6、アンパッキング部 8 7、並びに、CCIマスタ 8 8 を備えて構成される。

【 0 0 8 0 】

物理層処理部 7 1 は、C-PHYおよびD-PHYの両方の物理層処理を実行することができる。上述したように、イメージセンサ 2 1 の物理層処理部 4 5 では、C-PHYおよびD-PHYのうちの、いずれか一方の物理層処理が行われ、物理層処理部 7 1 は、物理層処理部 4 5 において実行されたのと同じの物理層処理を実行する。

【 0 0 8 1 】

I2C/I3Cマスタ 7 2 は、I2CまたはI3Cの規格に基づき、イメージセンサ 2 1 のI2C/I3Cスレーブ 4 6 (図 9) との通信を主導して行う。

【 0 0 8 2 】

レジスタ 7 3 には、コントローラ 7 4 により、イメージセンサ 2 1 のレジスタ 4 7 に書き込むべき各種の設定が記録される。

【 0 0 8 3 】

コントローラ 7 4 は、アプリケーションプロセッサ 2 2 を構成する各ブロックに対する制御を行う。

【 0 0 8 4 】

パケットヘッダ検出部 8 1 は、物理層処理部 7 1 から供給されるパケットからパケットヘッダを検出し、パケットヘッダに格納されているデータタイプを確認する。そして、パケットヘッダ検出部 8 1 は、パケットヘッダのデータタイプにおいて、拡張モード設定情報が拡張モードであることを示す場合 (`DataType[5:3]=3 ' b111`)、拡張モードを示す拡張モード検出フラグを、解釈部 8 3、選択部 8 4、および選択部 8 5 に供給する。また、パケットヘッダ検出部 8 1 は、パケットヘッダに基づいて、分割されている 4 レーンの併合を有効とするか否かを示す併合イネーブル信号 `mrg_en` をレーン併合部 8 2 に供給する。

【 0 0 8 5 】

即ち、パケットヘッダ検出部 8 1 は、既存のCSI-2規格に従って、パケットで伝送されるデータについて設定された条件を示す設定情報 (データタイプなど) が格納されるパケ

10

20

30

40

50

ットヘッダを検出する。このとき、パケットヘッダ検出部 8 1 は、パケットで伝送されるデータのタイプを示す設定情報であるデータタイプにおいて、既存のCSI-2規格では未使用と定義されている未使用領域に格納されている、拡張ヘッダを使用する拡張モードであるか否かを示す拡張モード設定情報に従って、拡張モード検出フラグを出力することで、既存のCSI-2規格に従ったパケット構造のパケットの受信と、拡張モード時におけるパケット構造のパケットの受信との切り替えを行わせる。また、パケットヘッダ検出部 8 1 は、既存のCSI-2規格では未使用と定義されているデータタイプの未使用領域に格納されている拡張モードタイプ情報に従って、拡張モードとして用意される複数のタイプの拡張モードのうちの、いずれのタイプの拡張モードであるかを認識する。

【 0 0 8 6 】

レーン併合部 8 2 は、パケットヘッダ検出部 8 1 から供給される併合イネーブル信号 `mr g_en` が有効である場合、物理層処理部 7 1 から供給される 4 レーンに分割されたパケットを併合する。そして、レーン併合部 8 2 は、1 レーンのパケットを解釈部 8 3、選択部 8 4、および選択部 8 5 に供給する。

【 0 0 8 7 】

解釈部 8 3 は、パケットヘッダ検出部 8 1 から供給される拡張モード検出フラグが、拡張モードであることを示している場合、拡張モードのパケット構造に基づいて、レーン併合部 8 2 から供給されるパケットから、拡張パケットヘッダ、オプション拡張パケットヘッダ、およびオプション拡張パケットフッタを読み出す。そして、解釈部 8 3 は、拡張パケットヘッダ、オプション拡張パケットヘッダ、およびオプション拡張パケットフッタに格納されている設定情報を解釈する。

【 0 0 8 8 】

即ち、解釈部 8 3 は、拡張ヘッダとして、既存のCSI-2規格に従ったペイロードの先頭に配置される拡張パケットヘッダを受信し、拡張パケットヘッダに格納されている設定情報を解釈する。また、解釈部 8 3 は、拡張パケットヘッダに格納されているオプション拡張パケットヘッダ設定情報が、用途に応じて選択的に伝送されるオプション拡張パケットヘッダを送信することを示している場合、拡張パケットヘッダに続けてオプション拡張パケットヘッダを受信し、オプション拡張パケットヘッダに格納されている設定情報を解釈する。さらに、解釈部 8 3 は、拡張モードにおいて伝送されるパケットが、既存のCSI-2規格においてペイロードとして伝送されるデータを格納する拡張ロングパケットである場合に、データが格納されるレガシーペイロードに続けて配置されるオプション拡張パケットフッタを受信し、オプション拡張パケットフッタを解釈する。

【 0 0 8 9 】

そして、解釈部 8 3 は、例えば、オプション拡張パケットヘッダに格納されている車載用行番号やソースIDなどを読み出して、後段のLSI (図示せず) へ出力する。

【 0 0 9 0 】

なお、解釈部 8 3 は、パケットヘッダ検出部 8 1 から供給される拡張モード検出フラグが、拡張モードであることを示していない場合には、即ち、既存のパケット構造のパケットが供給されている場合には、上述したような処理を行わずに停止する。

【 0 0 9 1 】

選択部 8 4 は、パケットヘッダ検出部 8 1 から供給される拡張モード検出フラグに従い、既存パケットのパケット構造または拡張パケットのパケット構造に基づいて、選択的に、アンパッキング部 8 7 へデータを供給する。

【 0 0 9 2 】

選択部 8 5 は、パケットヘッダ検出部 8 1 から供給される拡張モード検出フラグに従い、既存パケットのパケット構造または拡張パケットのパケット構造に基づいて、選択的に、CRC演算部 8 6 へデータを供給する。

【 0 0 9 3 】

CRC演算部 8 6 は、選択部 8 5 を介して選択的に供給されるパケットヘッダ、ペイロード、拡張パケットヘッダ、オプション拡張パケットヘッダ、またはオプション拡張パ

10

20

30

40

50

ケットフッタのCRCを演算する。そして、CRC演算部 8 6 は、CRCエラーが検出された場合、その旨を示すcrcエラー検出信号を後段のLSI（図示せず）へ出力する。

【0094】

アンパッキング部 8 7 は、選択部 8 4 を介して選択的に供給されるペイロードに格納されている画像データを取り出すアンパッキング処理を行い、取得した画像データを後段のLSI（図示せず）へ出力する。

【0095】

CCIマスタ 8 8 は、CSI-2の規格に基づき、イメージセンサ 2 1 のCCIスレーブ 5 9（図 9）との通信を主導して行う。

【0096】

このようにアプリケーションプロセッサ 2 2 は構成されており、イメージセンサ 2 1 から送信されてくる拡張パケットを受信して、拡張パケットヘッダ、オプション拡張パケットヘッダ、およびオプション拡張パケットフッタに格納されている設定情報を解釈して、画像データを取得することができる。

【0097】

<通信処理>

図 1 1 乃至図 1 4 を参照して、イメージセンサ 2 1 およびアプリケーションプロセッサ 2 2 で行われる通信処理について説明する。

【0098】

図 1 1 は、イメージセンサ 2 1 がパケットを送信する処理を説明するフローチャートである。

【0099】

例えば、バス 2 3 を介して、イメージセンサ 2 1 がアプリケーションプロセッサ 2 2 に接続されると処理が開始される。ステップ S 1 1 において、コントローラ 6 0 は、アプリケーションプロセッサ 2 2 と通信を開始するにあたって、拡張モードを使用するか否かを判定する。例えば、コントローラ 6 0 は、レジスタ 4 7 に記憶されている拡張モード設定を確認し、拡張モードを使用することを示す拡張モード設定がアプリケーションプロセッサ 2 2 により書き込まれている場合、拡張モードを使用すると判定する。

【0100】

ステップ S 1 1 において、コントローラ 6 0 が、拡張モードを使用しないと判定した場合、処理はステップ S 1 2 に進む。

【0101】

ステップ S 1 2 において、I2C/I3Cスレーブ 4 6 は、アプリケーションプロセッサ 2 2 から（後述する図 1 3 のステップ S 5 4 で）送信されてくる画像データの送信開始命令を受信する。さらに、I2C/I3Cスレーブ 4 6 は、その送信開始命令とともに送信されてくるCSI-2規格に従った通信設定を受信して、CCIスレーブ 5 9 を介してレジスタ 4 7 に書き込む。

【0102】

ステップ S 1 3 において、イメージセンサ 2 1 では、レジスタ 4 7 に記憶されている通信設定に基づいて、既存のCSI-2規格に従ったパケット構造のパケットをアプリケーションプロセッサ 2 2 へ送信する、従来のパケット送信処理が実行される。

【0103】

一方、ステップ S 1 1 において、コントローラ 6 0 が、拡張モードを使用すると判定した場合、処理はステップ S 1 4 に進む。

【0104】

ステップ S 1 4 において、I2C/I3Cスレーブ 4 6 は、拡張モードでの通信で必要となる固定の通信設定（例えば、GLD時のPH/PFのレーンごとのコピーなど）を受信して、CCIスレーブ 5 9 を介してレジスタ 4 7 に書き込む。

【0105】

ステップ S 1 5 において、I2C/I3Cスレーブ 4 6 は、アプリケーションプロセッサ 2 2

10

20

30

40

50

から（後述する図13のステップS57で）送信されてくる画像データの送信開始命令を受信する。さらに、I2C/I3Cスレーブ46は、その送信開始命令とともに送信されてくるCSI-2規格に従った通信設定を受信して、CCIスレーブ59を介してレジスタ47に書き込む。

【0106】

ステップS16において、コントローラ60は、パケットの送信を開始するか否かを判定し、パケットの送信を開始すると判定するまで処理を待機する。

【0107】

そして、ステップS16において、パケットの送信を開始すると判定された場合、処理はステップS17に進み、コントローラ60は、拡張モードで送信すべきデータであるか否かを判定する。ここで、コントローラ60は、送信対象のデータの内容に応じて、例えば、後述するような適用例のユースケースで送信されるようなデータである場合、拡張モードで送信すべきデータであると判定する。

10

【0108】

ステップS17において、コントローラ60が、拡張モードで送信すべきデータであると判定した場合、処理はステップS18に進み、拡張モードに対応した拡張パケットを送信する拡張モード送信処理（図12参照）が行われる。

【0109】

一方、ステップS17において、コントローラ60が、拡張モードで送信すべきデータでないと判定した場合、処理はステップS19に進む。

20

【0110】

ステップS19において、コントローラ60は、ショートパケットを送信するか否かを判定する。例えば、コントローラ60は、フレーム開始時およびフレーム終了時にショートパケットを送信すると判定する。

【0111】

ステップS19において、コントローラ60がショートパケットを送信すると判定した場合、処理はステップS20に進む。ステップS20において、パケットヘッダ生成部52がパケットヘッダを生成して、従来のパケット構造のショートパケットをアプリケーションプロセッサ22へ送信する。

【0112】

一方、ステップS19において、コントローラ60がショートパケットを送信しない（即ち、ロングパケットを送信する）と判定した場合、処理はステップS21に進む。ステップS21において、パッキング部51が画像データをペイロードに格納し、CRC演算部57がCRCを求めることにより、従来のパケット構造のロングパケットを生成して、アプリケーションプロセッサ22へ送信する。

30

【0113】

ステップS18、ステップS20、またはステップS21の処理後、処理はステップS22に進み、コントローラ60は、パケット送信処理を終了する。その後、処理はステップS16に戻り、以下、次のパケットを対象として、同様にパケットを送信する処理が繰り返して行われる。

40

【0114】

図12は、図11のステップS18の処理で行われる拡張モード送信処理を説明するフローチャートである。

【0115】

ステップS31において、パケットヘッダ生成部52は、VCやデータタイプ、WCなどを格納したパケットヘッダを生成し、アプリケーションプロセッサ22へ送信する。このとき、パケットヘッダ生成部52は、パケットヘッダのデータタイプに、拡張モードであることを示す拡張モード設定情報（Data Type[5:3]=3'b111）、および、拡張モードのモード設定が拡張モード0であることを識別する拡張タイプ設定情報（Data Type[1:0]=2'b00）を書き込む。

50

【0116】

ステップS32において、アプリケーションプロセッサ22は、拡張ショートパケットを送信するか否かを判定する。例えば、コントローラ60は、フレーム開始時およびフレーム終了時に拡張ショートパケットを送信すると判定する。

【0117】

ステップS32において、アプリケーションプロセッサ22が、拡張ショートパケットを送信すると判定した場合、処理はステップS33に進む。

【0118】

ステップS33において、拡張パケットヘッダ生成部53は、ペイロードの1バイト目で、データタイプ(DataType[7:0])をショートパケットと設定した拡張パケットヘッダを送信する。このとき、拡張パケットヘッダ生成部53は、拡張パケットヘッダに格納される各種の設定(例えば、OePH[7:0]やOePF[3:0]など)を行う。

10

【0119】

ステップS34において、拡張パケットヘッダ生成部53は、ペイロードの2バイト目に、フレームナンバー(FN:FrameNumber)を格納して送信する。

【0120】

ステップS35において、拡張パケットヘッダ生成部53は、ステップS33で行われた設定(OePH[7:0])に従って、図4に示したようなオプション拡張パケットヘッダを生成して送信する。

【0121】

ステップS36において、CRC演算部57は、CRCを求めて、パケットフッタとして送信する。

20

【0122】

一方、ステップS32において、アプリケーションプロセッサ22が、拡張ショートパケットを送信しない(即ち、ロングパケットを送信する)と判定した場合、処理はステップS37に進む。

【0123】

ステップS37において、拡張パケットヘッダ生成部53は、ペイロードの1バイト目で、データタイプ(DataType[7:0])をショートパケット以外と設定した拡張パケットヘッダを送信する。このとき、拡張パケットヘッダ生成部53は、拡張パケットヘッダに格納される各種の設定(例えば、OePH[7:0]やOePF[3:0]など)を行う。

30

【0124】

ステップS38において、拡張パケットヘッダ生成部53は、ステップS37で行われた設定(OePH[7:0])に従って、図5に示したようなオプション拡張パケットヘッダを生成して送信する。

【0125】

ステップS39において、パッキング部51は、画像処理部43から供給される画像データをパッキングし、レガシーペイロードを生成して送信する。

【0126】

ステップS40において、拡張パケットフッタ生成部54は、ステップS37で行われた設定(OePF[3:0])に従って、図4に示したようなオプション拡張パケットフッタを生成して送信する。

40

【0127】

ステップS41において、CRC演算部57は、CRCを求めて、パケットフッタとして送信する。

【0128】

そして、ステップS36またはS41の処理後、拡張モード送信処理は終了される。

【0129】

以上のように、イメージセンサ21は、拡張ショートパケットまたは拡張ロングパケットを生成して送信することができる。

50

【 0 1 3 0 】

図 1 3 は、アプリケーションプロセッサ 2 2 がパケットを受信する処理を説明するフローチャートである。

【 0 1 3 1 】

例えば、バス 2 3 を介して、イメージセンサ 2 1 がアプリケーションプロセッサ 2 2 に接続されると処理が開始される。ステップ S 5 1 において、コントローラ 7 4 は、イメージセンサ 2 1 の初期設定（例えば、物理層として C-PHY および D-PHY のどちらを使用するかなど）をレジスタ 7 3 に書き込み、CCI マスタ 8 8 を介して I2C/I3C マスタ 7 2 によりイメージセンサ 2 1 へ送信する。これにより、その初期設定が、イメージセンサ 2 1 のレジスタ 4 7 に書き込まれる。

10

【 0 1 3 2 】

ステップ S 5 2 において、コントローラ 7 4 は、イメージセンサ 2 1 が拡張モードに対応しているか否かを認識する。例えば、コントローラ 7 4 は、I2C/I3C マスタ 7 2 によりイメージセンサ 2 1 のレジスタ 4 7 に記憶されている設定値（例えば、拡張 PH/PF 対応 capability）を取得することで、イメージセンサ 2 1 が拡張モードに対応しているか否かを認識することができる。または、コントローラ 7 4 は、例えば、マニュアルなどによる入力に基づいて、事前に、イメージセンサ 2 1 が拡張モードに対応しているか否かを認識することができる。

【 0 1 3 3 】

ステップ S 5 3 において、コントローラ 7 4 は、イメージセンサ 2 1 が拡張モードに対応しており、かつ、アプリケーションプロセッサ 2 2 が実行するアプリケーションによって拡張モードの使用が求められているか否かを判定する。

20

【 0 1 3 4 】

ステップ S 5 3 において、コントローラ 7 4 が、イメージセンサ 2 1 が拡張モードに対応していない、または、拡張モードの使用が求められていないと判定した場合、処理はステップ S 5 4 に進む。

【 0 1 3 5 】

ステップ S 5 4 において、コントローラ 7 4 は、I2C/I3C マスタ 7 2 により画像データの送信開始命令をイメージセンサ 2 1 へ送信する。このとき、コントローラ 7 4 は、CSI-2 規格に従った通信設定も送信させる。

30

【 0 1 3 6 】

ステップ S 5 5 において、アプリケーションプロセッサ 2 2 では、ステップ S 5 4 で送信した通信設定に基づいて、既存の CSI-2 規格に従ったパケット構造のパケットを受信する、従来のパケット受信処理が行われる。

【 0 1 3 7 】

一方、ステップ S 5 3 において、コントローラ 7 4 が、イメージセンサ 2 1 が拡張モードに対応しており、かつ、アプリケーションプロセッサ 2 2 が実行するアプリケーションによって拡張モードの使用が求められていると判定した場合、処理はステップ S 5 6 に進む。

【 0 1 3 8 】

ステップ S 5 6 において、I2C/I3C マスタ 7 2 は、拡張モードでの通信が開始される前に、拡張モードでの通信に必要な固定の通信設定を送信する。これにより、その固定の通信設定が、イメージセンサ 2 1 のレジスタ 4 7 に書き込まれる（図 1 1 のステップ S 1 4）。

40

【 0 1 3 9 】

ステップ S 5 7 において、コントローラ 7 4 は、I2C/I3C マスタ 7 2 により画像データの送信開始命令をイメージセンサ 2 1 へ送信する。このとき、コントローラ 7 4 は、CSI-2 規格に従った通信設定も送信させる。

【 0 1 4 0 】

ステップ S 5 8 において、パケットヘッダ検出部 8 1 は、物理層処理部 7 1 から供給さ

50

れるデータを確認することによりパケットの受信を開始したか否かを判定し、パケットの受信を開始したと判定するまで処理を待機する。例えば、パケットヘッダ検出部 8 1 は、物理層処理部 7 1 から供給されるデータからパケットヘッダを検出した場合、パケットの受信を開始したと判定する。

【 0 1 4 1 】

ステップ S 5 8 において、パケットヘッダ検出部 8 1 が、パケットの受信を開始したと判定した場合、処理はステップ S 5 9 に進む。

【 0 1 4 2 】

ステップ S 5 9 において、パケットヘッダ検出部 8 1 は、ステップ S 5 8 で検出したパケットヘッダのデータタイプを確認して、受信を開始したパケットが拡張モードに対応した拡張パケットであるか否かを判定する。例えば、パケットヘッダ検出部 8 1 は、パケットヘッダのデータタイプにおいて、拡張モード設定情報が拡張モードであることを示す場合 (DataType[5:3]=3 ' b111)、受信を開始したパケットが拡張パケットであると判定する。

10

【 0 1 4 3 】

ステップ S 5 9 において、パケットヘッダ検出部 8 1 が、受信を開始したパケットが拡張パケットであると判定した場合、処理はステップ S 6 0 に進み、拡張パケットを受信する拡張モード受信処理 (図 1 4 参照) が行われる。

【 0 1 4 4 】

一方、ステップ S 5 9 において、パケットヘッダ検出部 8 1 が、受信を開始したパケットが拡張パケットでないと判定した場合、処理はステップ S 6 1 に進む。

20

【 0 1 4 5 】

ステップ S 6 1 において、パケットヘッダ検出部 8 1 は、ステップ S 5 8 で検出したパケットヘッダのデータタイプ (DataType[5:0]) を確認して、受信を開始したパケットがショートパケットであるか否かを判定する。

【 0 1 4 6 】

ステップ S 6 1 において、パケットヘッダ検出部 8 1 が、受信を開始したパケットがショートパケットであると判定した場合、処理はステップ S 6 2 に進む。ステップ S 6 2 において、パケットヘッダ検出部 8 1 は、イメージセンサ 2 1 から送信されてくる従来のパケット構造のショートパケットを受信する。

30

【 0 1 4 7 】

一方、ステップ S 6 1 において、パケットヘッダ検出部 8 1 が、受信を開始したパケットがショートパケットでない (即ち、ロングパケットの受信を開始している) と判定した場合、処理はステップ S 6 3 に進む。ステップ S 6 3 において、アンパッキング部 8 7 は、イメージセンサ 2 1 から送信されてくる従来のパケット構造のロングパケットのペイロードを受信して画像データを取り出し、CRC演算部 8 6 は、パケットヘッダに続けて送信されてくる WC + 1 バイト目を CRC として受信する。

【 0 1 4 8 】

ステップ S 6 0、ステップ S 6 2、またはステップ S 6 3 の処理後、処理はステップ S 6 4 に進み、コントローラ 7 4 は、パケット受信処理を終了する。その後、処理はステップ S 5 8 に戻り、以下、次のパケットを対象として、同様にパケットを受信する処理が繰り返して行われる。

40

【 0 1 4 9 】

図 1 4 は、図 1 3 のステップ S 6 0 の処理で行われる拡張モード受信処理を説明するフローチャートである。

【 0 1 5 0 】

ステップ S 7 1 において、パケットヘッダ検出部 8 1 は、拡張モードのモード設定が拡張モード 0 であるか否かを判定する。例えば、パケットヘッダ検出部 8 1 は、パケットヘッダのデータタイプにおいて、拡張タイプ設定情報が拡張モード 0 であることを示す場合 (DataType[1:0] = 2 ' b00)、拡張モードのモード設定が拡張モード 0 であると判定する

50

。

【0151】

ステップS71において、パケットヘッダ検出部81が、拡張モードのモード設定が拡張モード0であると判定した場合、処理はステップS72に進む。ステップS72において、解釈部83は、ペイロードの1バイト目を拡張パケットヘッダとして受信する。

【0152】

ステップS73において、解釈部83は、ステップS72で受信した拡張パケットヘッダのデータタイプ(DataType[7:0])を確認して、受信を開始したパケットが拡張ショートパケットであるか否かを判定する。

【0153】

ステップS73において、解釈部83が、拡張ショートパケットであると判定した場合、処理はステップS74に進む。ステップS74において、解釈部83は、ステップS72で受信した拡張パケットヘッダに格納されている設定(OePH[7:0])に従って、オプション拡張パケットヘッダを受信する。

【0154】

ステップS75において、CRC演算部86は、オプション拡張パケットヘッダに続けて送信されてくるWC+1バイト目をCRCとして受信する。

【0155】

一方、ステップS73において、解釈部83が、拡張ショートパケットでない(即ち、拡張ロングパケットの受信を開始している)と判定した場合、処理はステップS76に進む。ステップS76において、解釈部83は、ステップS72で受信した拡張パケットヘッダに格納されている設定(OePH[7:0])に従って、オプション拡張パケットヘッダを受信する。

【0156】

ステップS77において、アンパッキング部87は、イメージセンサ21から送信されてくる拡張ロングパケットのレガシーペイロードを受信して画像データを取り出す。

【0157】

ステップS78において、解釈部83は、ステップS72で受信した拡張パケットヘッダに格納されている設定(OePF[3:0])に従って、オプション拡張パケットフッタを受信する。

【0158】

ステップS79において、CRC演算部86は、オプション拡張パケットフッタに続けて送信されてくるWC+1バイト目をCRCとして受信する。

【0159】

そして、ステップS71で拡張モードのモード設定が拡張モード0でないと判定した場合、ステップS75の処理後、またはステップS79の処理後、拡張モード受信処理は終了される。

【0160】

以上のように、アプリケーションプロセッサ22は、拡張ショートパケットまたは拡張ロングパケットを受信して、データを取得することができる。

【0161】

<パケット構造の第2の構造例>

図15乃至図18を参照して、拡張モード対応CSI-2送信回路31および拡張モード対応CSI-2受信回路32の間の通信で用いられるパケットのパケット構造の第2の構造例について説明する。

【0162】

上述の図3乃至図8に示した第1の構造例では、既存のCSI-2規格の互換性を維持することを重視して、パケットヘッダおよびパケットフッタが既存のCSI-2規格と同一のパケット構造とし、拡張パケットヘッダ、オプション拡張パケットヘッダ、およびオプション拡張パケットフッタによりパケット構造の拡張が図られている。これに対し、以下で

10

20

30

40

50

説明する第2の構造例では、パケットヘッダおよびパケットフッタを既存のCSI-2規格と異なるものとし、拡張パケットヘッダおよび拡張パケットフッタによりパケット構造の拡張が図られる。

【0163】

図15には、物理層がD-PHYである場合にCSI-2の拡張モードで用いられるショートパケット（以下、D-PHY用の拡張ショートパケット）のパケット構造が示されている。

【0164】

図15に示すD-PHY用の拡張ショートパケットは、図4に示した第1の構造例のD-PHY用の拡張ショートパケットと同様に、既存のCSI-2規格と同一のパケットヘッダに格納されるデータタイプによって拡張モードが識別される。

【0165】

一方、図15に示すD-PHY用の拡張ショートパケットでは、パケットヘッダのデータタイプの次の16ビットに、既存のCSI-2規格に従ったショートパケットと同様に、ショートパケットデータフィールドにフレームナンバーが格納される。そして、パケットヘッダに続いて、図4に示した拡張パケットヘッダと同様に構成される拡張パケットヘッダが送信される。

【0166】

従って、受信側となるアプリケーションプロセッサ22は、拡張パケットヘッダに格納されているデータタイプを解釈して、拡張ショートパケットである場合に、パケットヘッダのデータフィールドにフレームナンバーが格納されていることを判別することができる。

【0167】

なお、図15に示すD-PHY用の拡張ショートパケットにおけるオプション拡張パケットヘッダは、図4に示した第1の構造例のD-PHY用の拡張ショートパケットにおけるオプション拡張パケットヘッダと同様に構成される。しかしながら、オプション拡張パケットヘッダは、ペイロードに埋め込まれないパケット構造となっていることより、最後にCRCを付与する必要はない。

【0168】

図16には、物理層がD-PHYである場合にCSI-2の拡張モードで用いられるロングパケット（以下、D-PHY用の拡張ロングパケット）のパケット構造が示されている。

【0169】

図16に示すD-PHY用の拡張ロングパケットでは、拡張データはペイロードに埋め込まず、パケットヘッダまたはパケットフッタの一部として伝送される。従って、先頭のパケットヘッダのWCは既存規格と同様に、あくまでペイロードのバイト長を示す。

【0170】

図17には、物理層がC-PHYである場合にCSI-2の拡張モードで用いられるショートパケット（以下、C-PHY用の拡張ショートパケット）のパケット構造が示されている。

【0171】

図17に示すC-PHY用の拡張ショートパケットにおける拡張部分は、あくまで既存のCSI-2規格に従ったパケットヘッダの拡張として伝送されるため、フレームナンバーの後に拡張パケットヘッダなど拡張部分が挿入される。そして、既存のCSI-2規格と同様に、パケットヘッダはCRCで終了する。さらに、これらを、SYNCを挟んで2回伝送するパケット構造は、既存のCSI-2規格に従ったショートパケットと同様である。

【0172】

図18には、物理層がC-PHYである場合にCSI-2の拡張モードで用いられるロングパケット（以下、C-PHY用の拡張ロングパケット）のパケット構造が示されている。

【0173】

図18に示すC-PHY用の拡張ロングパケットは、上述したように、先頭のパケットヘッダのWCは既存規格と同様に、あくまでペイロードのバイト長を示す点で、図8に示した第1の構造例のC-PHY用の拡張ロングパケットと差異がある。

【0174】

10

20

30

40

50

以上のように図 1 5 乃至図 1 8 に示す第 2 の構造例の拡張パケットのパケット構造により、第 1 の構造例の拡張パケットのパケット構造（図 3 乃至図 8）と同様に、従来よりも多様な用途に対応することが可能となる。

【 0 1 7 5 】

ただし、第 2 の構造例の拡張パケットは、既存のペイロードに拡張データが埋め込まれずに、既存のパケットヘッダやフッタが拡張されるパケット構造となっている。このため、第 2 の構造例の拡張パケットのパケット構造を採用する場合には、第 1 の構造例の拡張パケットのパケット構造を採用する場合と比較して、従来から用いられている通信システムから変更が必要となるような影響を最小限とすることができない。即ち、例えば、既存の SerDes 送信回路 3 4 が SerDes 受信回路 3 5（図 2）に対する変更が必要となる。

10

【 0 1 7 6 】

以上のように、第 1 の構造例の拡張パケットを採用することで、車載など多彩な用途への対応することができ、かつ、従来から用いられている通信システムから変更が必要となるような影響を最小限として、車載システムを構築することができる。

【 0 1 7 7 】

また、第 2 の構造例の拡張パケットを採用することで、従来から用いられている通信システムから変更が必要となるものの、車載など多彩な用途への対応することができる。

【 0 1 7 8 】

< イメージセンサおよびアプリケーションプロセッサの変形例 >

図 1 9 を参照して、イメージセンサおよびアプリケーションプロセッサの変形例について説明する。

20

【 0 1 7 9 】

上述した図 9 のイメージセンサ 2 1 および図 1 0 のアプリケーションプロセッサ 2 2 を構成する各ブロックは、D-PHY 用および C-PHY 用のパケットの両方に対応して処理を行うように構成されていた。これに対し、例えば、D-PHY 用のパケットを専用に処理を行うブロックと、C-PHY 用のパケットを専用に処理を行うブロックとの両方を備え、それぞれで処理を切り替えるようにしてもよい。

【 0 1 8 0 】

図 1 9 の A に示すイメージセンサ 2 1 A は、D 層処理ブロック部 1 0 1、C 層処理ブロック部 1 0 2、切り替え部 1 0 3、およびコントローラ 6 0 を備えて構成される。

30

【 0 1 8 1 】

D 層処理ブロック部 1 0 1 は、図 9 のイメージセンサ 2 1 を構成するブロックのうち、D-PHY 用のパケットを専用に処理を行うブロックを有している。C 層処理ブロック部 1 0 2 は、図 9 のイメージセンサ 2 1 を構成するブロックのうち、C-PHY 用のパケットを専用に処理を行うブロックを有している。切り替え部 1 0 3 は、コントローラ 6 0 による制御に従って、物理層に D-PHY を用いる場合には、D 層処理ブロック部 1 0 1 において生成される D-PHY 用のパケットを出力し、物理層に C-PHY を用いる場合には、C 層処理ブロック部 1 0 2 において生成される C-PHY 用のパケットを出力するように切り替えを行う。

【 0 1 8 2 】

図 1 9 の B に示すアプリケーションプロセッサ 2 2 A は、切り替え部 1 1 1、D 層処理ブロック部 1 1 2、C 層処理ブロック部 1 1 3、およびコントローラ 7 4 を備えて構成される。

40

【 0 1 8 3 】

切り替え部 1 1 1 は、コントローラ 7 4 による制御に従って、イメージセンサ 2 1 A から送信されてくるパケットを、D 層処理ブロック部 1 1 2 および C 層処理ブロック部 1 1 3 の一方に供給するように切り替えを行う。D 層処理ブロック部 1 1 2 は、図 1 0 のアプリケーションプロセッサ 2 2 を構成するブロックのうち、D-PHY 用のパケットを専用に処理を行うブロックを有している。C 層処理ブロック部 1 1 3 は、図 1 0 のアプリケーションプロセッサ 2 2 を構成するブロックのうち、C-PHY 用のパケットを専用に処理を行うブロックを有している。

50

【0184】

このように構成されるイメージセンサ21Aおよびアプリケーションプロセッサ22Aでは、通信を開始する前に、コントローラ60およびコントローラ74の間で、使用する物理層を設定することができる。そして、例えば、物理層にD-PHYが用いられる場合には、D層処理ブロック部101において生成されるD-PHY用のパケットが切り替え部103を介して送信され、切り替え部111を介してD層処理ブロック部112に供給されて処理される。また、例えば、物理層にC-PHYが用いられる場合には、C層処理ブロック部102において生成されるC-PHY用のパケットが切り替え部103を介して送信され、切り替え部111を介してC層処理ブロック部113に供給されて処理される。

【0185】

< 拡張パケットの適用例 >

上述した拡張パケットは、例えば、以下のようなユースケースに適用することが検討されている。

【0186】

例えば、拡張パケットは、より高精細な画像(RAW24)を伝送するようなユースケースに適用することが検討される。

【0187】

例えば、画像データをRAW形式で送信する際に、既存のCSI-2規格に従ってパケットヘッダに格納されるデータタイプとして、RAW6, RAW7, RAW8, RAW10, RAW12, RAW14, RAW16、およびRAW20が定義されている。これに対し、近年、車載カメラを用いた自動運転に対応するため、より高精細な画像の伝送が期待されている。そこで、拡張パケットを適用してデータタイプのビット数を拡張することで、例えば、拡張パケットヘッダのデータタイプに、より高精細なRAW24を定義することが可能となる。

【0188】

また、拡張パケットは、画面上の注目画像領域のみを伝送する技術であるSmartROIに適用することが検討される。

【0189】

例えば、現在、スタジアムや空港などには多数のカメラが設置されている。これらのカメラで撮像した画像の全体が、カメラからインターネットなどのネットワークを経由してクラウドサーバに伝送される場合、インターネットの帯域不足や、クラウド側の計算量またはデータ量の増大などが発生することが想定される。そのため、エッジ(カメラ側)で注目画像領域のみを切り出し、その注目画像領域を伝送することで、インターネットの帯域不足や、クラウド側の計算量またはデータ量の増大などを抑制することが期待される。

【0190】

このようなSROIを伝送する場合、注目画像領域が画面全体のどこに相当するか受信側に伝えるため、矩形領域(ROI)の左上の座標を一緒に伝送する必要がある。また、受信側からの命令で、所定のタイミングで、撮像画面全体のデータを送る必要がある。従って、例えばフレーム単位でSROI画像と、画像全体(既存のパケットヘッダ)のデータが混在することになる。

【0191】

そこで、拡張パケットを適用することで、例えば、X座標およびY座標それぞれ16bit以上の座標データを伝送することが可能となる。

【0192】

さらに、拡張パケットは、チャネル劣化した場合においても帯域やレーン数を減らして通信を継続するGLDに適用するユースケースが検討される。なお、GLDは、CSI-2 ver3.0で検討されている提案である。

【0193】

例えば、自動運転では、衝突時にカメラを繋ぐケーブルの一部が断線したとしても、断線していないケーブルを使用して通信を継続し、自動的に、安全帯に退避した後に車両を停止することが求められる。そのため、車載用カメラインタフェースが断線検出機能を少

10

20

30

40

50

なくとも備え、画面上の何行目の情報が示す行番号（16bit）や、どのカメラから送られたことを示すSourceID（8bit）、伝送番号を示すメッセージカウンタ（16bit）などの情報が必要になる。さらに、上述したようなSROIと組み合わせて使用される場合には、フレーム単位で、これらの情報が伝送されることが考えられる。

【0194】

そこで、拡張パケットを適用することで、これらの情報を伝送することが可能となる。

【0195】

< E2E protectionに適應した構成例 >

図20乃至図26を参照して、伝送経路上におけるパケット改変等を禁止する規定に適應した構成例について説明する。

10

【0196】

例えば、上述の図2を参照して説明したような構成の通信システム11Aにおいて、イメージセンサ21とアプリケーションプロセッサ22とでインタフェースが異なっている場合、伝送経路上においてパケットを変換することが必要となる。つまり、イメージセンサ21の物理層がD-PHYであって、アプリケーションプロセッサ22の物理層がC-PHYである構成の場合、例えば、デシリアライザ26においてD-PHY用からC-PHY用にパケットを変換することが必要となる。

【0197】

このように、デシリアライザ26においてパケット変換が行われてしまう構成では、例えば、ISO26262（Functional Safety）が定める規定、即ち、伝送経路上におけるパケット改変等を禁止する規定（以下、E2E(End-to-End) protectionと称する）に違反することになる。

20

【0198】

図20は、本技術を適用した通信システムの第3の実施の形態として、E2E protectionに適應した通信システム201の構成例を示すブロック図である。

【0199】

図20に示すように、通信システム201は、イメージセンサ211、シリアライザ212、デシリアライザ213、およびアプリケーションプロセッサ214が接続されて構成される。なお、図20は、SERDESがA-PHYの場合を例として記載しているが、FPD-LINK3等のような他のSERDES規格を用いて接続される場合も含まれる。その他、SERDES規格においては、CIS-2のフォーマット（少なくともApplication Specific payload）を保ったまま、当該SERDES規格に基づいて通信が行われてもよい。また、SERDESにおいては、物理層処理部237および247はA-PHY以外にも他のSERDES規格の物理層処理部を複数含んでいてもよく、アプリケーションに応じて、物理層処理部を切り替えることができる。

30

【0200】

イメージセンサ211は、拡張モード対応CSI-2送信回路221、C-PHYあるいはD-PHY、またはその両方に対応した物理層処理部（以下、C/D-PHY物理層処理部と称する）222、I2CあるいはI3C、またはその両方に対応したスレーブ（以下、I2C/I3Cスレーブと称する）223、並びに、CCIスレーブ224を少なくとも有している。

40

【0201】

シリアライザ212は、CSI-2受信回路231、C/D-PHY物理層処理部232、I2C/I3Cマスタ233、CCIマスタ234、CSI-2用A-PHYパケット生成部235、CCI用A-PHYパケット送受信部236、並びに、A-PHYに対応した物理層処理部237を少なくとも有している。例えば、シリアライザ212では、C-PHY用またはD-PHY用のパケットがA-PHY用のパケットに変換され、この変換は、レジスタ設定などに基づいて決められる。

【0202】

デシリアライザ213は、CSI-2送信回路241、C/D-PHY物理層処理部242、I2C/I3Cスレーブ243、CCIスレーブ244、CSI-2用A-PHYパケット受信部245、CCI用A-PHYパケット送受信部246、A-PHYに対応した物理層処理部247を少なくとも有し

50

ている。例えば、デシリアライザ 2 1 3 では、A-PHY用のパケットがC-PHY用またはD-PHY用のパケットに変換され、この変換は、レジスタ設定などに基づいて決められる。

【 0 2 0 3 】

アプリケーションプロセッサ 2 1 4 は、拡張モード対応CSI-2受信回路 2 5 1、C/D-PHY物理層処理部 2 5 2、I2C/I3Cマスタ 2 5 3、並びに、CCIマスタ 2 5 4 を少なくともも有している。

【 0 2 0 4 】

このように通信システム 2 0 1 は構成されており、上述したような構造の拡張パケットがイメージセンサ 2 1 1 から送信されて、アプリケーションプロセッサ 2 1 4 で受信される。ここで、イメージセンサ 2 1 1 の物理層処理部 2 2 2 がD-PHYに対応し、アプリケーションプロセッサ 2 2 の物理層処理部 2 5 2 がC-PHYに対応するように通信システム 2 0 1 が構成されていても、E2E protectionに違反しないようにすることが必要となる。

10

【 0 2 0 5 】

そこで、通信システム 2 0 1 は、E2E protectionに適應することができるように、E2E protectionの保護範囲を、アプリケーションに特有のペイロードであるApplication Specific payload (以下、ASペイロードと称する) に限定する。即ち、ASペイロードは、A-PHY用のパケットからC-PHY用またはD-PHY用のパケットへの変換時や、C-PHY用またはD-PHY用のパケットからA-PHY用のパケットへの変換時に変更を加えることが禁止される。

【 0 2 0 6 】

図 2 1 には、E2E protectionに対応するように拡張されたD-PHY用の拡張パケットの構造例が示されている。

20

【 0 2 0 7 】

図示するように、D-PHY用の拡張パケットは、拡張パケットヘッダ (ePH)、パケットデータ、および拡張パケットフッタ (ePF) からなるASペイロードが、E2E protectionの保護範囲として限定される。

【 0 2 0 8 】

そして、拡張パケットヘッダには、E2E protectionの保護範囲をASペイロードに限定した場合に必要となる所定情報が記載される。例えば、拡張パケットヘッダに記載される所定情報として、パケットデータのデータ長を同定することができるようにするために、ASペイロードに格納されるデータのデータ長を示すパケットカウントPC (Packet Count) が追加される。即ち、パケットデータは、パケットカウントPCで定められたバイト数となる。また、拡張パケットヘッダに記載される所定情報として、仮想チャネルの回線数を示すバーチャルチャネルVC (Virtual Channel) が、既存のパケットヘッダからコピーされる。

30

【 0 2 0 9 】

図 2 2 には、E2E protectionに対応するように拡張されたC-PHY用の拡張パケットの構造例が示されている。

【 0 2 1 0 】

図示するように、C-PHY用の拡張パケットは、D-PHY用の拡張パケットと同様に、拡張パケットヘッダ (ePH)、パケットデータ、および拡張パケットフッタ (ePF) からなるASペイロードが、E2E protectionの保護範囲として限定される。そして、拡張パケットヘッダには、D-PHY用の拡張パケットと同様に、E2E protectionの保護範囲をASペイロードに限定した場合に必要となる所定情報として、パケットカウントPCおよびバーチャルチャネルVCが記載される。

40

【 0 2 1 1 】

図 2 3 には、E2E protectionに対応するように拡張されたA-PHY用の拡張パケットの構造例が示されている。

【 0 2 1 2 】

図示するように、A-PHY用の拡張パケットにおいても、拡張パケットヘッダ (ePH)、

50

パケットデータ、および拡張パケットフッタ (ePF) からなるASペイロードが、E2E protectionの保護範囲として限定される。

【0213】

ここで、通信システム201は、図20を参照して説明したように、イメージセンサ211からシリアライザ212に送信されたD-PHY用またはC-PHY用の拡張パケットからA-PHY用の拡張パケットが生成される。従って、A-PHY用の拡張パケットの拡張パケットヘッダには、パケットカウントPCおよびバーチャルチャネルVCが既に記載されている。

【0214】

このようなパケット構造を採用することで、通信システム201は、伝送経路上においてASペイロードが改変されることを回避して、E2E protectionを順守することが可能となる。なお、図21乃至図23に示したパケット構造は、図3乃至図8および図15乃至図18に示したようなパケット構造の該当するパケットと部分的に置き換えて用いることができ、パケット生成の一部が置き換えられる。

10

【0215】

図24は、E2E protectionに適応したパケット送受信処理を説明するフローチャートである。

【0216】

例えば、パケットデータに格納するデータ (例えば、画像データなど) が拡張モード対応CSI-2送信回路221に供給されると処理が開始される。そして、ステップS101において、イメージセンサ211では、拡張モード対応CSI-2送信回路221が、供給されたデータをパケットデータに格納する。さらに、拡張モード対応CSI-2送信回路221は、上述の図21または図22に示したようにバーチャルチャネルVCおよびパケットカウントPCを記載した拡張パケットヘッダを生成する。そして、拡張モード対応CSI-2送信回路221は、パケットデータに対して、拡張パケットヘッダを付加するとともに、拡張パケットフッタを付加することにより、ASペイロードを生成する。

20

【0217】

ステップS102において、拡張モード対応CSI-2送信回路221は、ステップS101で生成したASペイロードに対して、C-PHY用またはD-PHY用のパケットヘッダとC-PHY用またはD-PHY用のパケットフッタとを付加することにより、C-PHY用またはD-PHY用の拡張パケットを生成する。そして、拡張モード対応CSI-2送信回路221は、C/D-PHY物理層処理部222を介して、C-PHY用またはD-PHY用の拡張パケットをシリアライザ212に送信する。

30

【0218】

ステップS103において、シリアライザ212では、CSI-2受信回路231が、C/D-PHY物理層処理部232を介して、ステップS102でイメージセンサ211から送信されてくるC-PHY用またはD-PHY用の拡張パケットを受信する。そして、CSI-2受信回路231は、受信した拡張パケットからパケットヘッダおよびパケットフッタを除いたASペイロードを取得し、ASペイロードをそのままCSI-2用A-PHYパケット生成部235に供給する。

【0219】

ステップS104において、シリアライザ212では、CSI-2用A-PHYパケット生成部235が、CSI-2受信回路231から供給されたASペイロードに対して、A-PHY用のパケットヘッダとA-PHY用のパケットフッタを付加することにより、A-PHY用の拡張パケットを生成する。そして、CSI-2用A-PHYパケット生成部235は、A-PHYに対応した物理層処理部237を介して、A-PHY用の拡張パケットをデシリアライザ213に送信する。

40

【0220】

ステップS105において、デシリアライザ213では、CSI-2用A-PHYパケット受信部245が、A-PHYに対応した物理層処理部247を介して、ステップS104でシリアライザ212から送信されてくるA-PHY用の拡張パケットを受信する。そして、CSI-2用A-PHYパケット受信部245は、受信した拡張パケットからパケットヘッダおよびパケッ

50

トフッタを除いたASペイロードを取得し、ASペイロードをそのままCSI-2送信回路241に供給する。

【0221】

ステップS106において、CSI-2送信回路241は、ステップS105でCSI-2用A-PHYパケット受信部245から供給されたASペイロードに対して、C-PHY用またはD-PHY用のパケットヘッダとC-PHY用またはD-PHY用のパケットフッタとを付加することにより、C-PHY用またはD-PHY用の拡張パケットを生成する。そして、CSI-2送信回路241は、C/D-PHY物理層処理部242を介して、C-PHY用またはD-PHY用の拡張パケットをアプリケーションプロセッサ214に送信する。

【0222】

ステップS107において、アプリケーションプロセッサ214では、拡張モード対応CSI-2受信回路251が、C/D-PHY物理層処理部252を介して、ステップS106でデシリアライザ213から送信されてくるC-PHY用またはD-PHY用の拡張パケットを受信する。そして、拡張モード対応CSI-2受信回路251は、受信した拡張パケットからパケットヘッダおよびパケットフッタを除いたASペイロードを取得して、ASペイロードのパケットデータに格納されている各種のデータを、後段のLSI(図示せず)へ出力する。その後、E2E protectionに適應したパケット送受信処理は終了され、次の拡張パケットを対象として、同様の処理が繰り返して行われる。

【0223】

以上のように、通信システム201は、E2E protectionに適應したパケット送受信処理を実行することによって、伝送経路上でASペイロードを改変することなく、拡張パケットを送受信することができる。このとき、例えば、イメージセンサ211の物理層がD-PHYであって、アプリケーションプロセッサ214の物理層がC-PHYである場合であっても、即ち、それぞれのインタフェースが異なっている場合であっても、E2E protectionを順守することができる。

【0224】

図25は、イメージセンサ211の詳細な構成例を示すブロック図である。なお、図25に示すイメージセンサ211において、図9のイメージセンサ21と共通する構成には、同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0225】

即ち、イメージセンサ211は、図9のイメージセンサ21と同様に、画素41、AD変換器42、画像処理部43、レジスタ47、およびコントローラ60を備えて構成される。また、イメージセンサ211が備えるI2C/I3Cスレーブ223およびCCIスレーブ224は、図9のI2C/I3Cスレーブ46およびCCIスレーブ59にそれぞれ対応する。

【0226】

そして、イメージセンサ211は、拡張モード対応CSI-2送信回路221および物理層処理部222を備えており、物理層処理部222は、A-PHY、C-PHY、およびD-PHYに対応している。

【0227】

拡張モード対応CSI-2送信回路221は、コントローラ60およびCCIスレーブ224の他、ASペイロード生成部301、セレクタ302、A-PHYパケット生成部303、C-PHYパケット生成部304、D-PHYパケット生成部305、およびセレクタ306を備えて構成される。

【0228】

ASペイロード生成部301は、E2E protectionの保護範囲として限定されるASペイロードを生成して、セレクタ302に出力する。例えば、ASペイロード生成部301は、パッキング部311、拡張パケットヘッダ生成部312、および拡張パケットフッタ生成部313を有している。

【0229】

パッキング部311は、送信対象のデータとして画像処理部43から供給される画像デ

10

20

30

40

50

ータをパッキングし、パケットカウントPCで定められたバイト数のパケットデータを生成する。例えば、コントローラ60が、レジスタ47に記憶されている設定値（例えば、画像サイズなど）に従って、パッキング部311が生成するパケットデータのバイト数を制御することができる。

【0230】

拡張パケットヘッダ生成部312は、例えば、図21乃至図23を参照して説明したように、パケットカウントPCおよびバーチャルチャネルVCを記載した拡張パケットヘッダを生成して、パケットデータに付加する。拡張パケットフッタ生成部313は、拡張パケットフッタを生成してパケットデータに付加する。

【0231】

セレクタ302は、コントローラ60の制御に従って、ASペイロード生成部301から供給されるASペイロードの出力先として、並列に設けられるA-PHYパケット生成部303、C-PHYパケット生成部304、およびD-PHYパケット生成部305のうちの1つを選択する。

【0232】

A-PHYパケット生成部303は、セレクタ302を介して供給されるASペイロードからA-PHY用の拡張パケットを生成して、セレクタ306に出力する。例えば、A-PHYパケット生成部303は、AAL生成部321、A-PHY用パケットヘッダ生成部322、およびA-PHY用パケットフッタ生成部323を有している。

【0233】

例えば、AAL（A-PHY Adaptive Layer）生成部321は、ASペイロード生成部301で生成されたASペイロードを、Adaptive Layerと称される階層で380byteごとに分割する。そして、分割後のASペイロードに対して、A-PHY用パケットヘッダ生成部322がA-PHY用のパケットヘッダを付加し、A-PHY用パケットフッタ生成部323がA-PHY用のパケットフッタを付加する。

【0234】

C-PHYパケット生成部304は、セレクタ302を介して供給されるASペイロードからC-PHY用の拡張パケットを生成して、セレクタ306に出力する。例えば、C-PHYパケット生成部304は、C-PHY用パケットヘッダ生成部331、C-PHY用パケットフッタ生成部332、およびC-PHY用レーン分配部333を有している。

【0235】

例えば、ASペイロード生成部301で生成されたASペイロードに対して、C-PHY用パケットヘッダ生成部331がC-PHY用のパケットヘッダを付加し、C-PHY用パケットフッタ生成部332がC-PHY用のパケットフッタを付加する。そして、C-PHY用レーン分配部333は、C-PHY用の拡張パケットを、CSI-2の規格に従った3レーンに分配する。

【0236】

D-PHYパケット生成部305は、セレクタ302を介して供給されるASペイロードからD-PHY用の拡張パケットを生成して、セレクタ306に出力する。例えば、D-PHYパケット生成部305は、D-PHY用パケットヘッダ生成部341、D-PHY用パケットフッタ生成部342、およびD-PHY用レーン分配部343を有している。

【0237】

例えば、ASペイロード生成部301で生成されたASペイロードに対して、D-PHY用パケットヘッダ生成部341がD-PHY用のパケットヘッダを付加し、D-PHY用パケットフッタ生成部342がD-PHY用のパケットフッタを付加する。そして、D-PHY用レーン分配部343は、D-PHYの拡張パケットを、CSI-2の規格に従った4レーンに分配する。

【0238】

セレクタ306は、コントローラ60の制御に従って、物理層処理部222に供給される拡張パケットの出力元として、並列に設けられるA-PHYパケット生成部303、C-PHYパケット生成部304、およびD-PHYパケット生成部305のうちの1つを選択する。

【0239】

10

20

30

40

50

そして、物理層処理部 2 2 2 は、A-PHYパケット生成部 3 0 3 からA-PHY用の拡張パケットが供給された場合には、1レーンでA-PHY用の拡張パケットを送信する。また、物理層処理部 2 2 2 は、C-PHYパケット生成部 3 0 4 からC-PHY用の拡張パケットが供給された場合には、3レーンでC-PHY用の拡張パケットを送信する。また、物理層処理部 2 2 2 は、D-PHYパケット生成部 3 0 5 からD-PHY用の拡張パケットが供給された場合には、4レーンでD-PHY用の拡張パケットを送信する。

【0 2 4 0】

以上のように構成されるイメージセンサ 2 1 1 は、ASペイロード生成部 3 0 1 が、セレクタ 3 0 2 を介して、A-PHYパケット生成部 3 0 3、C-PHYパケット生成部 3 0 4、およびD-PHYパケット生成部 3 0 5 に接続されるように拡張モード対応CSI-2送信回路 2 2 1 が構成される。これにより、イメージセンサ 2 1 1 は、A-PHY用の拡張パケット、C-PHY用の拡張パケット、およびD-PHY用の拡張パケットで共通するASペイロードを、1つのASペイロード生成部 3 0 1 で生成することができる。即ち、A-PHYパケット生成部 3 0 3、C-PHYパケット生成部 3 0 4、およびD-PHYパケット生成部 3 0 5 でASペイロード生成部 3 0 1 を共有することができ、これにより回路規模の縮小を図ることができる。従って、イメージセンサ 2 1 1 の小型化を実現することができる。

【0 2 4 1】

図 2 6 は、アプリケーションプロセッサ 2 1 4 の詳細な構成例を示すブロック図である。なお、図 2 6 に示すアプリケーションプロセッサ 2 1 4 において、図 1 0 のアプリケーションプロセッサ 2 2 と共通する構成には、同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0 2 4 2】

即ち、アプリケーションプロセッサ 2 1 4 は、図 1 0 のアプリケーションプロセッサ 2 2 と同様に、レジスタ 7 3、およびコントローラ 7 4 を備えて構成される。なお、コントローラ 7 4 は、ソフトウェアにより実現してもよい。また、アプリケーションプロセッサ 2 1 4 が備えるI2C/I3Cマスタ 2 5 3およびCCIマスタ 2 5 4は、図 1 0 のI2C/I3Cマスタ 7 2およびCCIマスタ 8 8 にそれぞれ対応する。

【0 2 4 3】

そして、アプリケーションプロセッサ 2 1 4 は、拡張モード対応CSI-2受信回路 2 5 1 および物理層処理部 2 5 2 を備えており、物理層処理部 2 5 2 は、A-PHY、C-PHY、およびD-PHYに対応している。

【0 2 4 4】

拡張モード対応CSI-2受信回路 2 5 1 は、CCIマスタ 2 5 4 の他、セレクタ 4 0 1、A-PHYパケット受信部 4 0 2、C-PHYパケット受信部 4 0 3、D-PHYパケット受信部 4 0 4、セレクタ 4 0 5、およびASペイロード受信部 4 0 6 を備えて構成される。

【0 2 4 5】

セレクタ 4 0 1 は、物理層処理部 2 5 2 から供給される拡張パケットの出力先として、並列に設けられるA-PHYパケット受信部 4 0 2、C-PHYパケット受信部 4 0 3、およびD-PHYパケット受信部 4 0 4 のうちの 1 つを選択する。

【0 2 4 6】

A-PHYパケット受信部 4 0 2 は、セレクタ 4 0 1 を介して供給されるA-PHY用の拡張パケットを受信して、セレクタ 4 0 5 に出力する。例えば、A-PHYパケット受信部 4 0 2 は、A-PHY用パケットヘッダ解釈部 4 1 1、A-PHY用パケットフッタ検証部 4 1 2、およびAAL処理部 4 1 3 を有している。

【0 2 4 7】

例えば、A-PHY用パケットヘッダ解釈部 4 1 1 は、A-PHY用のパケットヘッダに記載されている内容を解釈して、A-PHY用の拡張パケットの受信に必要な処理を行い、A-PHY用パケットフッタ検証部 4 1 2 は、A-PHY用のパケットフッタを用いてエラーの有無を検証する。そして、AAL処理部 4 1 3 は、図 2 5 のAAL生成部 3 2 1 において分割されたAdaptive Layerを結合する処理を行う。

10

20

30

40

50

【 0 2 4 8 】

C-PHYパケット受信部 4 0 3 は、セレクタ 4 0 1 を介して供給されるC-PHY用の拡張パケットを受信して、セレクタ 4 0 5 に出力する。例えば、C-PHYパケット受信部 4 0 3 は、C-PHY用レーン併合部 4 2 1、C-PHY用パケットヘッダ解釈部 4 2 2、およびC-PHY用パケットフッタ検証部 4 2 3 を有している。

【 0 2 4 9 】

例えば、C-PHY用レーン併合部 4 2 1 は、CSI-2の規格に従って3レーンに分配されて物理層処理部 2 5 2 を介して供給されるC-PHY用の拡張パケットを併合する。そして、C-PHY用パケットヘッダ解釈部 4 2 2 は、C-PHY用のパケットヘッダに記載されている内容を解釈して、C-PHY用の拡張パケットの受信に必要な処理を行い、C-PHY用パケットフッタ検証部 4 2 3 は、C-PHY用のパケットフッタを用いてエラーの有無を検証する。

10

【 0 2 5 0 】

D-PHYパケット受信部 4 0 4 は、セレクタ 4 0 1 を介して供給されるD-PHY用の拡張パケットを受信して、セレクタ 4 0 5 に出力する。例えば、D-PHYパケット受信部 4 0 4 は、D-PHY用レーン併合部 4 3 1、D-PHY用パケットヘッダ解釈部 4 3 2、およびD-PHY用パケットフッタ検証部 4 3 3 を有している。

【 0 2 5 1 】

例えば、D-PHY用レーン併合部 4 3 1 は、CSI-2の規格に従って4レーンに分配されて物理層処理部 2 5 2 を介して供給されるD-PHY用の拡張パケットを併合する。そして、D-PHY用パケットヘッダ解釈部 4 3 2 は、D-PHY用のパケットヘッダに記載されている内容を解釈して、D-PHY用の拡張パケットの受信に必要な処理を行い、D-PHY用パケットフッタ検証部 4 3 3 は、D-PHY用のパケットフッタを用いてエラーの有無を検証する。

20

【 0 2 5 2 】

セレクタ 4 0 5 は、ASペイロード受信部 4 0 6 に供給される拡張パケットの出力元として、並列に設けられるA-PHYパケット受信部 4 0 2、C-PHYパケット受信部 4 0 3、およびD-PHYパケット受信部 4 0 4 のうちの1つを選択する。

【 0 2 5 3 】

ASペイロード受信部 4 0 6 は、図 2 5 のASペイロード生成部 3 0 1 に対応して、アンパッキング部 4 4 1、拡張パケットヘッダ解釈部 4 4 2、および拡張パケットフッタ検証部 4 4 3 を有している。アンパッキング部 4 4 1 は、パッキング部 3 1 1 によりパッキングされた画像データをアンパッキングする。拡張パケットヘッダ解釈部 4 4 2 は、拡張パケットヘッダ生成部 3 1 2 において生成された拡張パケットヘッダを解釈し、例えば、パケットカウンタPCおよびバーチャルチャネルVCを読み出す。拡張パケットフッタ検証部 4 4 3 は、拡張パケットフッタ生成部 3 1 3 により付加された拡張パケットフッタを用いてエラーの有無を検証する。そして、ASペイロード受信部 4 0 6 は、セレクタ 4 0 5 を介して供給されるパケットデータに格納されている各種のデータ、例えば、画像データ、車載用行番号やSourceIDなど、CRCエラーなどを、後段のLSI (図示せず) へ出力する。

30

【 0 2 5 4 】

以上のように構成されるアプリケーションプロセッサ 2 1 4 は、ASペイロード受信部 4 0 6 が、セレクタ 4 0 5 を介して、A-PHYパケット受信部 4 0 2、C-PHYパケット受信部 4 0 3、およびD-PHYパケット受信部 4 0 4 に接続されるように拡張モード対応CSI-2受信回路 2 5 1 が構成される。これにより、アプリケーションプロセッサ 2 1 4 は、A-PHY用の拡張パケット、C-PHY用の拡張パケット、およびD-PHY用の拡張パケットで共通するASペイロードを、1つのASペイロード受信部 4 0 6 で受信することができる。即ち、A-PHYパケット受信部 4 0 2、C-PHYパケット受信部 4 0 3、およびD-PHYパケット受信部 4 0 4 でASペイロード受信部 4 0 6 を共有することができ、これにより回路規模の縮小を図ることができる。従って、アプリケーションプロセッサ 2 1 4 の小型化を実現することができる。

40

【 0 2 5 5 】

< コンピュータの構成例 >

50

次に、上述した一連の処理（通信方法）は、ハードウェアにより行うこともできるし、ソフトウェアにより行うこともできる。一連の処理をソフトウェアによって行う場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、汎用のコンピュータ等にインストールされる。

【0256】

図27は、上述した一連の処理をプログラムにより実行するコンピュータのハードウェアの構成例を示すブロック図である。

【0257】

コンピュータにおいて、CPU（Central Processing Unit）501、ROM（Read Only Memory）502、RAM（Random Access Memory）503、およびEEPROM（Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory）504は、バス505により相互に接続されている。バス505には、さらに、入出力インタフェース506が接続されており、入出力インタフェース506が外部に接続される。

10

【0258】

以上のように構成されるコンピュータでは、CPU501が、例えば、ROM502およびEEPROM504に記憶されているプログラムを、バス505を介してRAM503にロードして実行することにより、上述した一連の処理が行われる。また、コンピュータ（CPU501）が実行するプログラムは、ROM502に予め書き込んでおく他、入出力インタフェース506を介して外部からEEPROM504にインストールしたり、更新したりすることができる。

20

【0259】

ここで、本明細書において、コンピュータがプログラムに従って行う処理は、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に行われる必要はない。すなわち、コンピュータがプログラムに従って行う処理は、並列的あるいは個別に実行される処理（例えば、並列処理あるいはオブジェクトによる処理）も含む。

【0260】

また、プログラムは、1のコンピュータ（プロセッサ）により処理されるものであっても良いし、複数のコンピュータによって分散処理されるものであっても良い。さらに、プログラムは、遠方のコンピュータに転送されて実行されるものであっても良い。

【0261】

さらに、本明細書において、システムとは、複数の構成要素（装置、モジュール（部品）等）の集合を意味し、すべての構成要素が同一筐体中にあるか否かは問わない。したがって、別個の筐体に収納され、ネットワークを介して接続されている複数の装置、及び、1つの筐体の中に複数のモジュールが収納されている1つの装置は、いずれも、システムである。

30

【0262】

また、例えば、1つの装置（または処理部）として説明した構成を分割し、複数の装置（または処理部）として構成するようにしてもよい。逆に、以上において複数の装置（または処理部）として説明した構成をまとめて1つの装置（または処理部）として構成されるようにしてもよい。また、各装置（または各処理部）の構成に上述した以外の構成を付加するようにしてももちろんよい。さらに、システム全体としての構成や動作が実質的に同じであれば、ある装置（または処理部）の構成の一部を他の装置（または他の処理部）の構成に含めるようにしてもよい。

40

【0263】

また、例えば、本技術は、1つの機能を、ネットワークを介して複数の装置で分担、共同して処理するクラウドコンピューティングの構成をとることができる。

【0264】

また、例えば、上述したプログラムは、任意の装置において実行することができる。その場合、その装置が、必要な機能（機能ブロック等）を有し、必要な情報を得ることができるようにすればよい。

50

【0265】

また、例えば、上述のフローチャートで説明した各ステップは、1つの装置で実行する他、複数の装置で分担して実行することができる。さらに、1つのステップに複数の処理が含まれる場合には、その1つのステップに含まれる複数の処理は、1つの装置で実行する他、複数の装置で分担して実行することができる。換言するに、1つのステップに含まれる複数の処理を、複数のステップの処理として実行することもできる。逆に、複数のステップとして説明した処理を1つのステップとしてまとめて実行することもできる。

【0266】

なお、コンピュータが実行するプログラムは、プログラムを記述するステップの処理が、本明細書で説明する順序に沿って時系列に実行されるようにしても良いし、並列に、あるいは呼び出しが行われたとき等の必要なタイミングで個別に実行されるようにしても良い。つまり、矛盾が生じない限り、各ステップの処理が上述した順序と異なる順序で実行されるようにしてもよい。さらに、このプログラムを記述するステップの処理が、他のプログラムの処理と並列に実行されるようにしても良いし、他のプログラムの処理と組み合わせられて実行されるようにしても良い。

10

【0267】

なお、本明細書において複数説明した本技術は、矛盾が生じない限り、それぞれ独立に単体で実施することができる。もちろん、任意の複数の本技術を併用して実施することもできる。例えば、いずれかの実施の形態において説明した本技術の一部または全部を、他の実施の形態において説明した本技術の一部または全部と組み合わせられて実施することもできる。また、上述した任意の本技術の一部または全部を、上述していない他の技術と併用して実施することもできる。

20

【0268】

<構成の組み合わせ例>

なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

送信対象のデータをパッキングしたパケットデータに対して、物理層用とは異なる拡張用のパケットヘッダを付加し、伝送経路上における改変を禁止して保護すべき保護範囲として限定されるApplication Specific payloadを生成するApplication Specific payload生成部と、

30

前記Application Specific payloadに対して、所定の物理層用のパケットヘッダを少なくとも付加して、その物理層用のパケットを生成するパケット生成部とを備える送信装置。

(2)

前記拡張用のパケットヘッダには、前記Application Specific payloadを保護範囲として伝送するために必要となる所定情報が記載される

上記(1)に記載の送信装置。

(3)

前記所定情報は、前記パケットデータのデータ長を示すパケットカウントである

上記(2)に記載の送信装置。

40

(4)

複数種類の前記物理層ごとに並列に、複数の前記パケット生成部が設けられており、前記Application Specific payload生成部から複数の前記パケット生成部への前記Application Specific payloadの供給を切り替えるセレクタ

をさらに備える上記(1)から(3)までのいずれかに記載の送信装置。

(5)

前記パケット生成部は、C-PHY用またはD-PHY用の前記パケットを生成して、それぞれ対応する物理層を介してシリアライザに送信し、

前記シリアライザにおいて、C-PHY用またはD-PHY用の前記パケットから前記Application Specific payloadが取得され、A-PHY用の前記パケットが生成されてデシリアライ

50

ザに送信され、

前記デシリアライザにおいて、A-PHY用の前記パケットからApplication Specific payloadが取得され、C-PHY用またはD-PHY用の前記パケットが生成される

上記(1)から(4)までのいずれかに記載の送信装置。

(6)

送信対象のデータをパッキングしたパケットデータに対して、物理層用とは異なる拡張用のパケットヘッダが付加され、伝送経路上における改変を禁止して保護すべき保護範囲として限定されるApplication Specific payloadに対して、所定の物理層用のパケットヘッダが少なくとも付加された、その物理層用のパケットを受信するパケット受信部と、

前記パケットから前記Application Specific payloadを取得するApplication Specific payload取得部と

を備える受信装置。

(7)

前記拡張用のパケットヘッダには、前記Application Specific payloadを保護範囲として伝送するために必要となる所定情報が記載される

上記(6)に記載の受信装置。

(8)

前記所定情報は、前記パケットデータのデータ長を示すパケットカウントである

上記(7)に記載の受信装置。

(9)

複数種類の前記物理層ごとに並列に、複数の前記パケット受信部が設けられており、複数の前記パケット受信部から前記Application Specific payload取得部への前記Application Specific payloadの供給を切り替えるセレクタ

をさらに備える上記(6)から(8)までのいずれかに記載の受信装置。

(10)

シリアライザにおいて、C-PHY用またはD-PHY用の前記パケットから前記Application Specific payloadが取得され、A-PHY用の前記パケットが生成されてデシリアライザに送信され、

前記デシリアライザにおいて、A-PHY用の前記パケットからApplication Specific payloadが取得され、C-PHY用またはD-PHY用の前記パケットが生成され、

C-PHY用またはD-PHY用の前記パケット受信部が、それぞれ対応する物理層を介して前記パケットを受信する

上記(6)から(9)までのいずれかに記載の受信装置。

(11)

送信対象のデータをパッキングしたパケットデータに対して、物理層用とは異なる拡張用のパケットヘッダを付加し、伝送経路上における改変を禁止して保護すべき保護範囲として限定されるApplication Specific payloadを生成するApplication Specific payload生成部と、

前記Application Specific payloadに対して、所定の物理層用のパケットヘッダを少なくとも付加して、その物理層用のパケットを生成するパケット生成部と

を有する送信装置と、

前記パケット生成部から送信されてくる物理層用のパケットを受信するパケット受信部と、

前記パケットから前記Application Specific payloadを取得するApplication Specific payload取得部と

を有する受信装置と

を備える通信システム。

【0269】

なお、本実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。また、本明細書に記載された効果は

10

20

30

40

50

あくまで例示であって限定されるものではなく、他の効果があってもよい。

【符号の説明】

【0270】

11 通信システム, 21 イメージセンサ, 22 アプリケーションプロセッサ,
23 および 24 バス, 25 シリアライザ, 26 デシリアライザ, 27 バス,
31 拡張モード対応CSI-2送信回路, 32 拡張モード対応CSI-2受信回路, 33 CS
I-2受信回路, 34 SerDes送信回路, 35 SerDes受信回路, 36 CSI-2送信回
路, 41 画素, 42 AD変換器, 43 画像処理部, 44 画素CRC演算部, 4
5 物理層処理部, 46 I2C/I3Cスレーブ, 47 レジスタ, 51 パッキング部,
52 パケットヘッダ生成部, 53 拡張パケットヘッダ生成部, 54 拡張パケット
フッタ生成部, 55 および 56 選択部, 57 CRC演算部, 58 レーン分配部,
59 CCIスレーブ, 60 コントローラ, 71 物理層処理部, 72 I2C/I3Cマス
タ, 73 レジスタ, 74 コントローラ, 81 パケットヘッダ検出部, 82 レ
ーン併合部, 83 解釈部, 84 および 85 選択部, 86 CRC演算部, 87 ア
ンパッキング部, 88 CCIマスタ

10

20

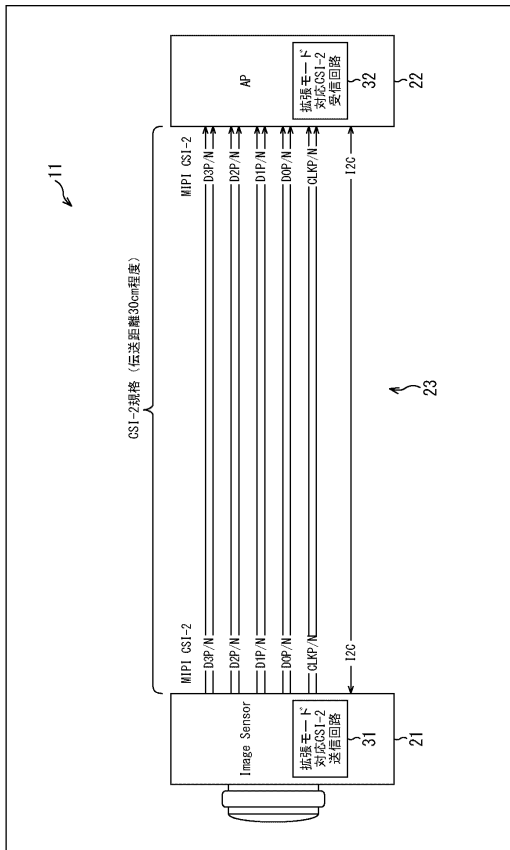
30

40

50

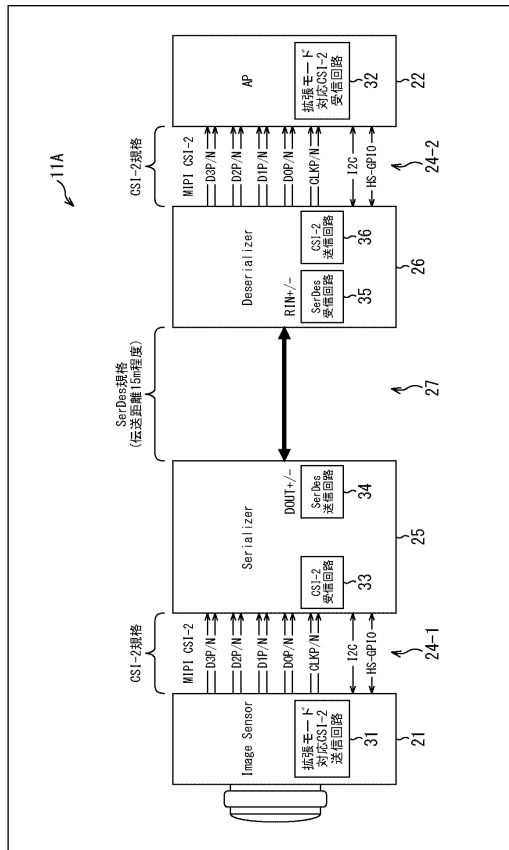
【 図 面 】
【 図 1 】

FIG. 1



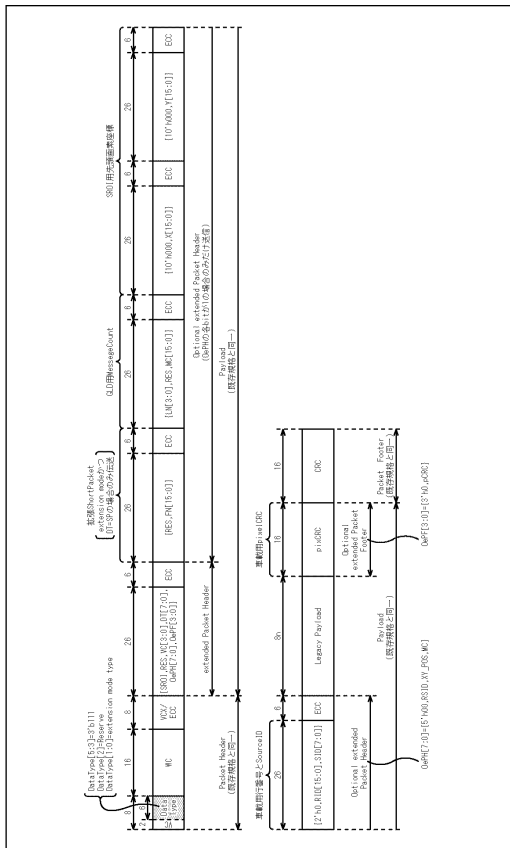
【 図 2 】

FIG. 2



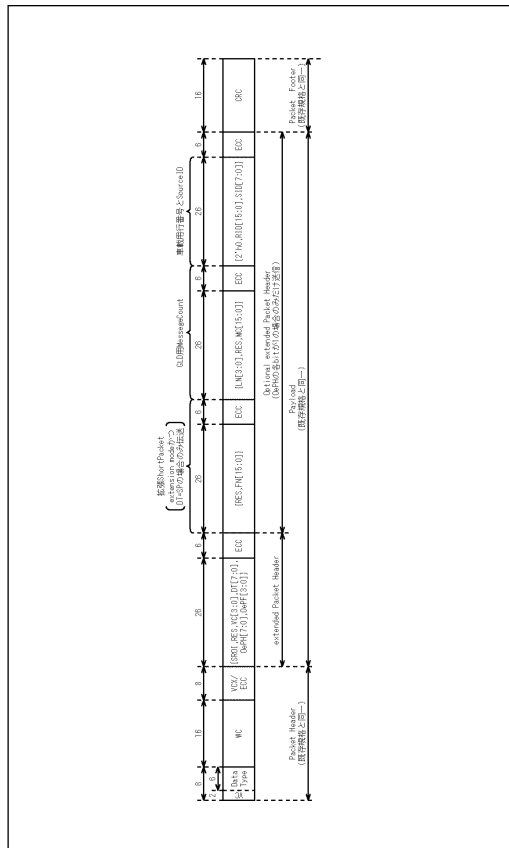
【 図 3 】

FIG. 3



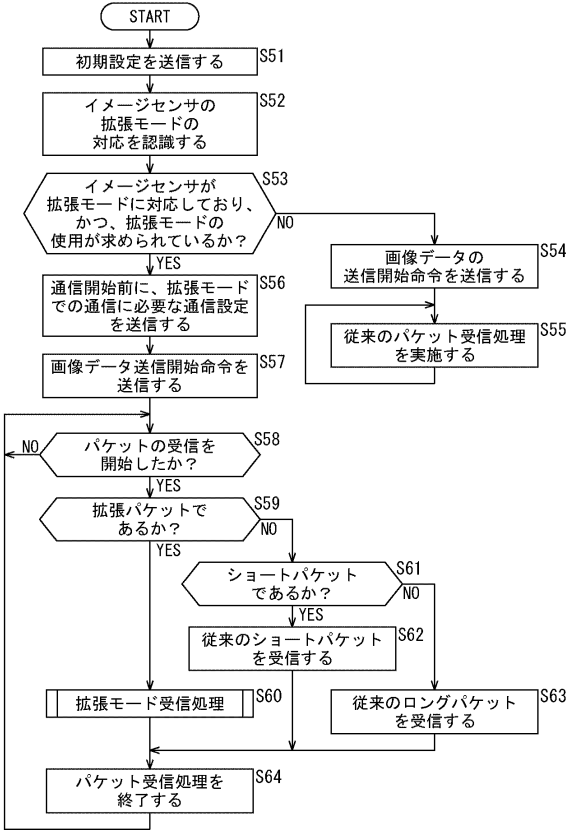
【 図 4 】

FIG. 4



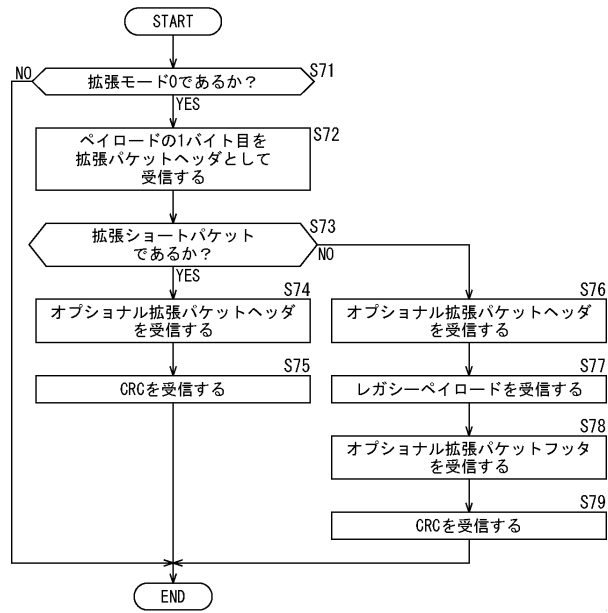
【図 13】

FIG. 13



【図 14】

FIG. 14

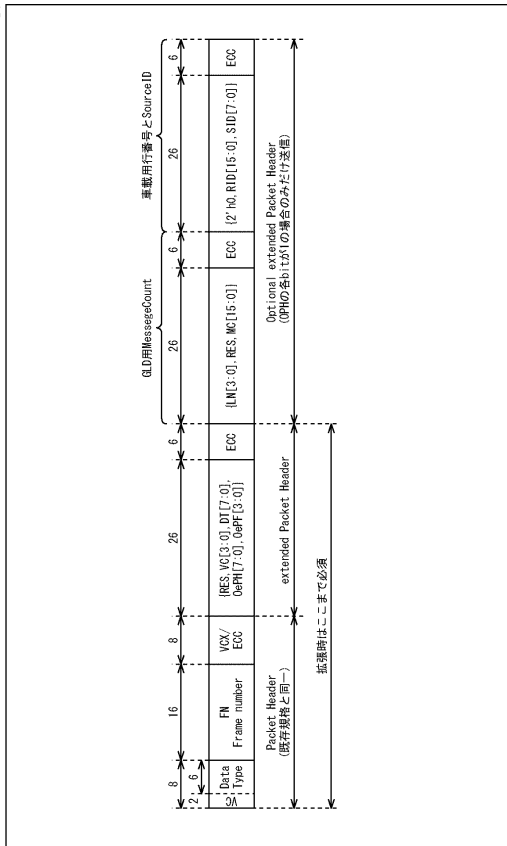


10

20

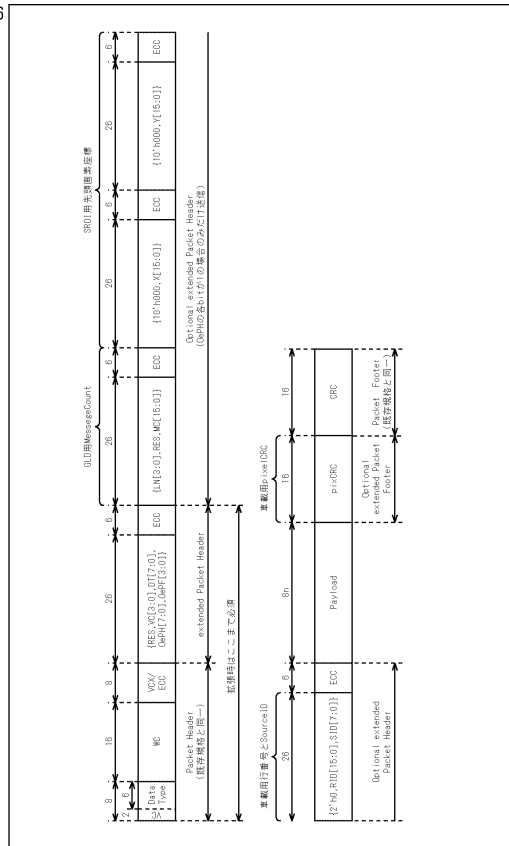
【図 15】

FIG. 15



【図 16】

FIG. 16



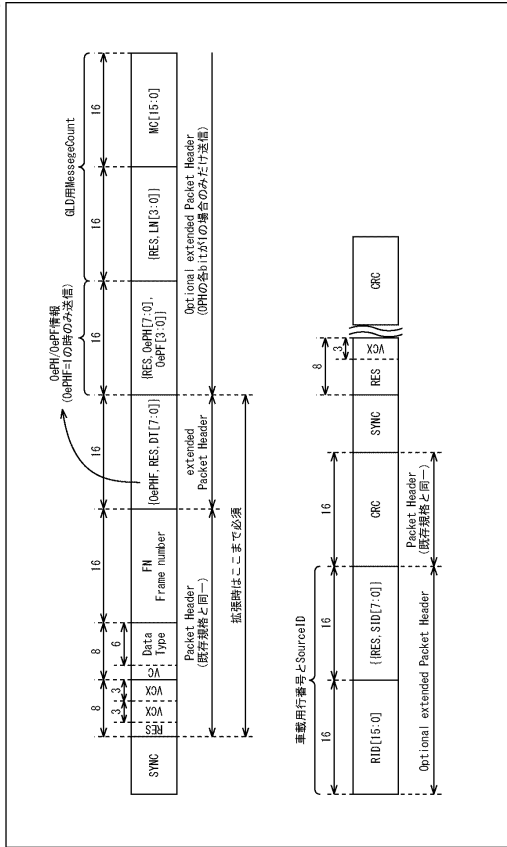
30

40

50

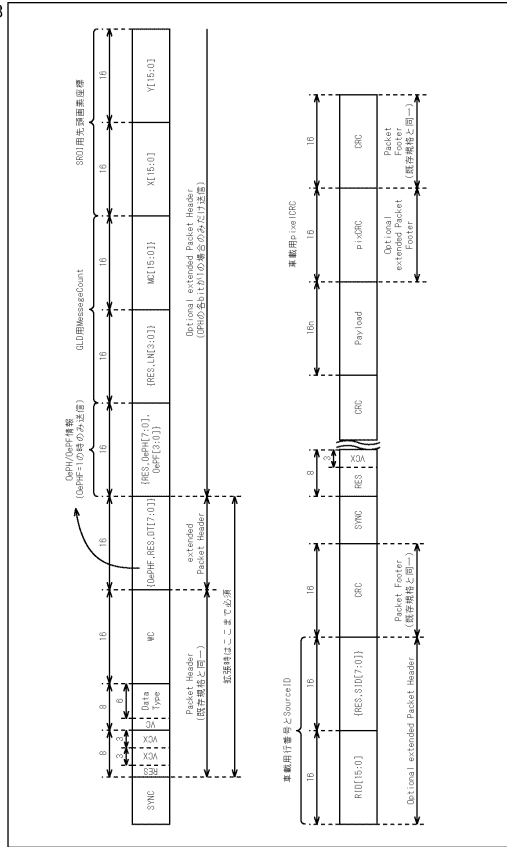
【図 17】

FIG. 17



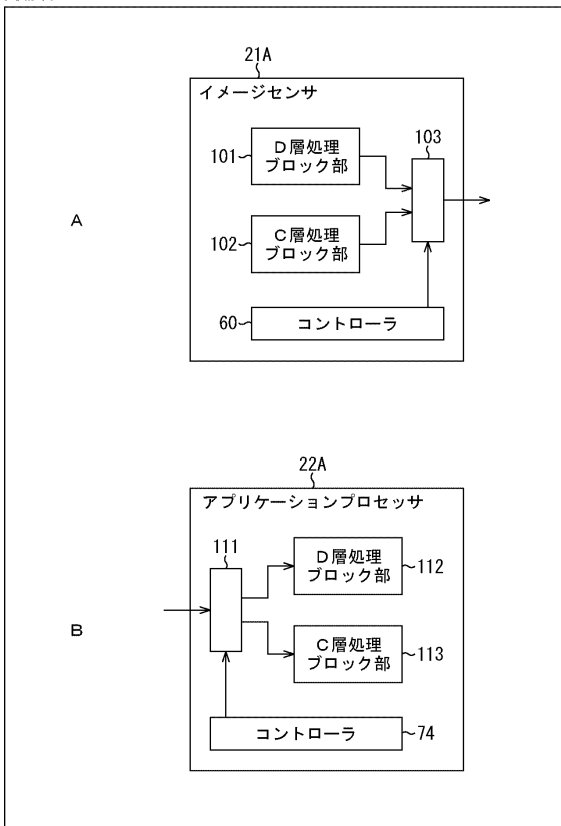
【図 18】

FIG. 18



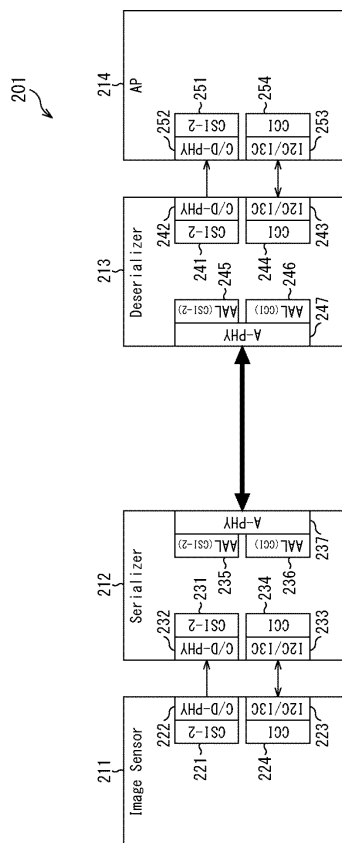
【図 19】

FIG. 19



【図 20】

FIG. 20



10

20

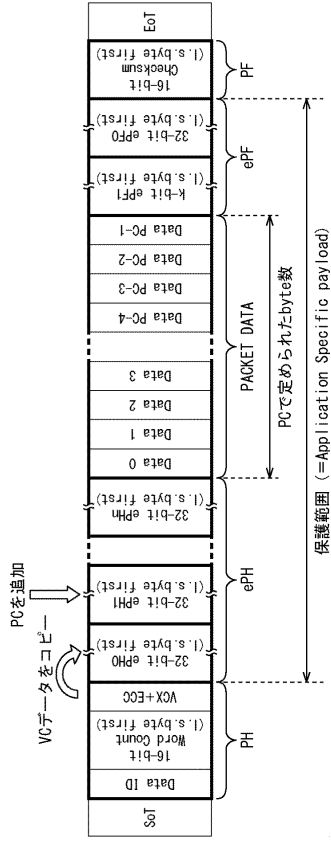
30

40

50

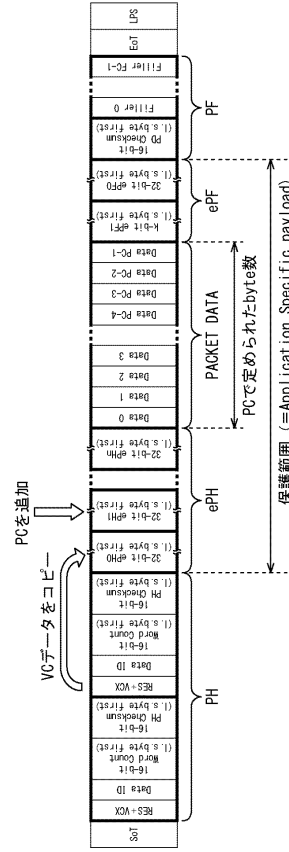
【図 2 1】

FIG. 21



【図 2 2】

FIG. 22

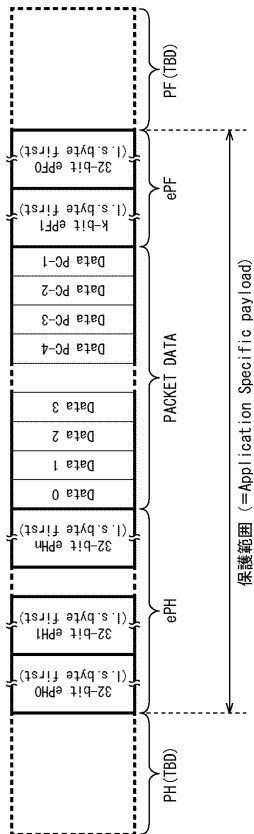


10

20

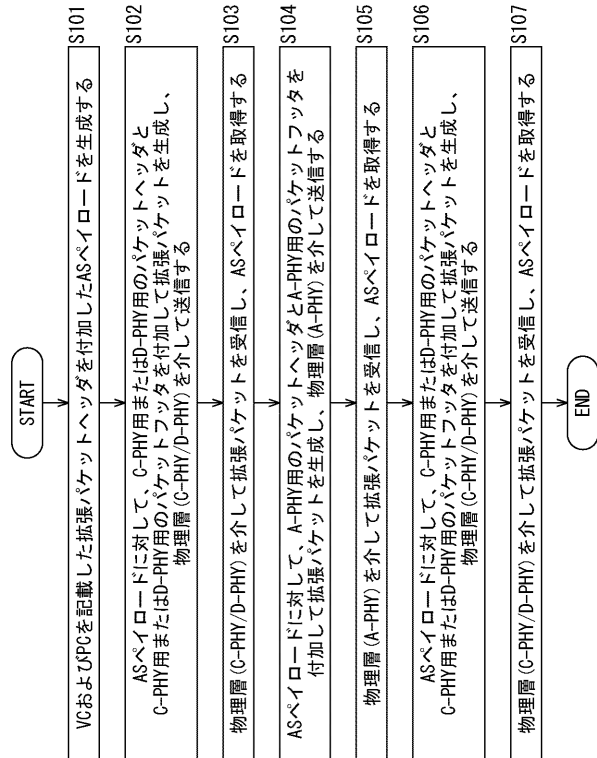
【図 2 3】

FIG. 23



【図 2 4】

FIG. 24



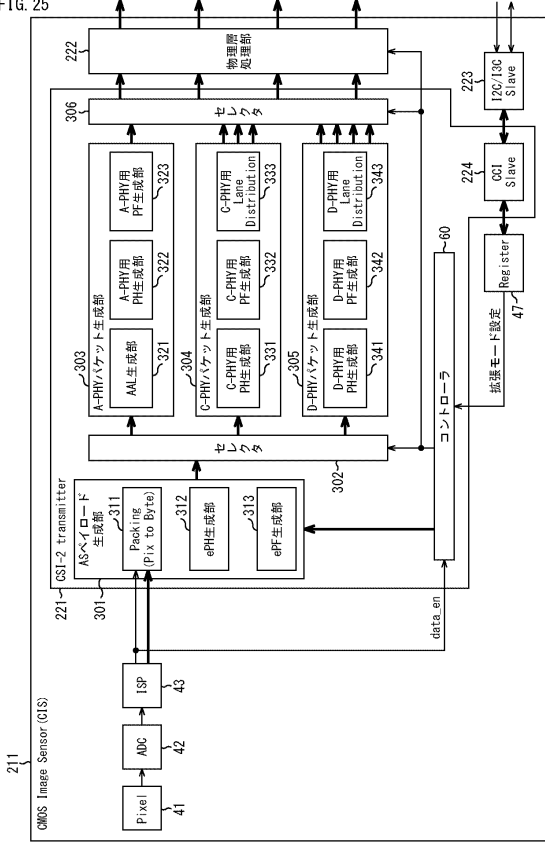
30

40

50

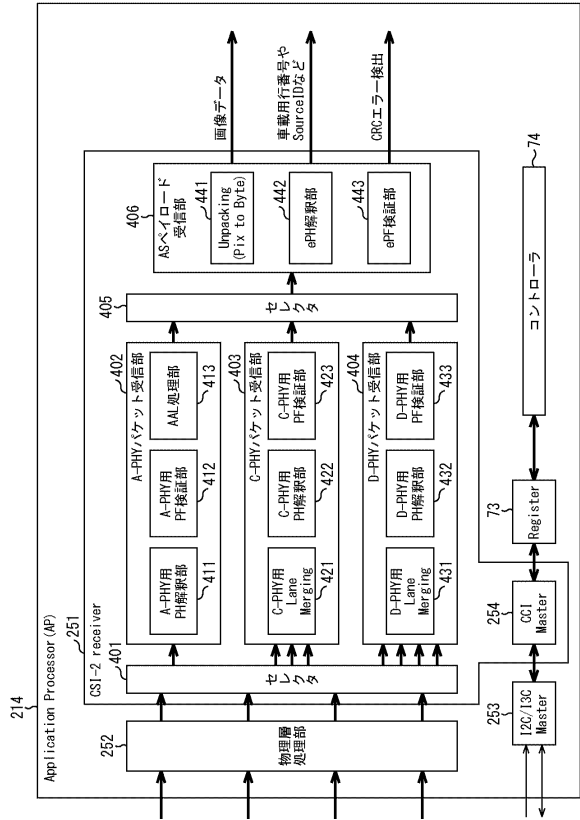
【図 25】

FIG. 25



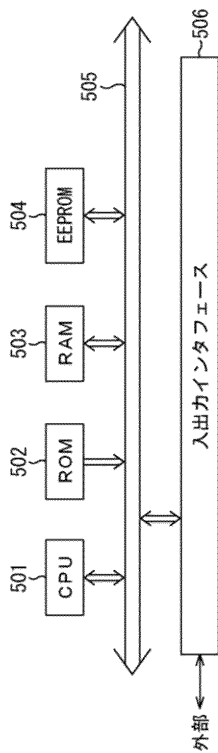
【図 26】

FIG. 26



【図 27】

FIG. 27



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2020/0082370(US, A1)
YI, Yang et al., Project: IEEE P802.15 Working Group for Wireless Perso, [online], 米国, IEEE, 2018年09月, [検索日: 2021年6月29日]、インターネット<URL:https://mentor.ieee.org/802.15/dcn/18/15-18-0458-00-004z-inclusion-of-uw-secure-service-information-element.ppt>

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G06F13/00 - 13/14
13/20 - 13/42
H04L12/00 - 12/28
12/44 - 12/66
45/00 - 49/9057