

平成 22 年度 春期
エンベデッドシステムスペシャリスト試験
午後 I 問題

試験時間

12:30 ~ 14:00 (1 時間 30 分)

注意事項

1. 試験開始及び終了は、監督員の時計が基準です。監督員の指示に従ってください。
2. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開いて中を見てはいけません。
3. この注意事項は、問題冊子の裏表紙に続きます。必ず読んでください。
4. 答案用紙への受験番号などの記入は、試験開始の合図があってから始めてください。
5. 問題は、次の表に従って解答してください。

問題番号	問 1	問 2, 問 3
選択方法	必須	1 問選択

6. 答案用紙の記入に当たっては、次の指示に従ってください。
 - (1) B 又は HB の黒鉛筆又はシャープペンシルを使用してください。
 - (2) 受験番号欄に、受験番号を記入してください。正しく記入されていない場合は、採点されません。
 - (3) 生年月日欄に、受験票に印字されているとおりの生年月日を記入してください。正しく記入されていない場合は、採点されないことがあります。
 - (4) 選択した問題については、次の例に従って、選択欄の問題番号を○印で囲んでください。

なお、○印がない場合は、採点の対象になりません。2 問とも○印で囲んだ場合は、はじめの 1 問について採点します。

〔問 3 を選択した場合の例〕

選択欄	
必須	問 1
1 問選択	問 2
	問 3

- (5) 解答は、問題番号ごとに指定された枠内に記入してください。
- (6) 解答は、丁寧な字ではっきりと書いてください。読みにくい場合は、減点の対象になります。

注意事項は問題冊子の裏表紙に続きます。
こちら側から裏返して、必ず読んでください。

問1 通信機能をもつ宅配荷物受取システムに関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

A社は、通信機能をもつマンション向けの宅配荷物受取システム（以下、受取システムという）を開発している。受取システムは、受取人が留守の場合に、宅配業者が配達した荷物を受取システムの荷物ボックス（以下、ボックスという）に入れておき、受取人に着荷を知らせることで荷物の受渡しを行うものである。

〔受取システムの構成〕

受取システムの構成を図1に示す。受取システムは、制御部、4台の荷物部及びマンションの各住戸内にある表示器で構成されている。制御部には、プリンタ、LCD及び操作盤がある。操作盤は、着荷キー、受取キー及びテンキーを備えている。4台の荷物部には、1～4の番号が付与されている。各荷物部には、鍵がついた複数のボックスがある。ボックスには、システム全体で重複しないように決められたボックス番号が付与されている。制御部と荷物部、及び荷物部と荷物部は、シリアル回線で接続されている。

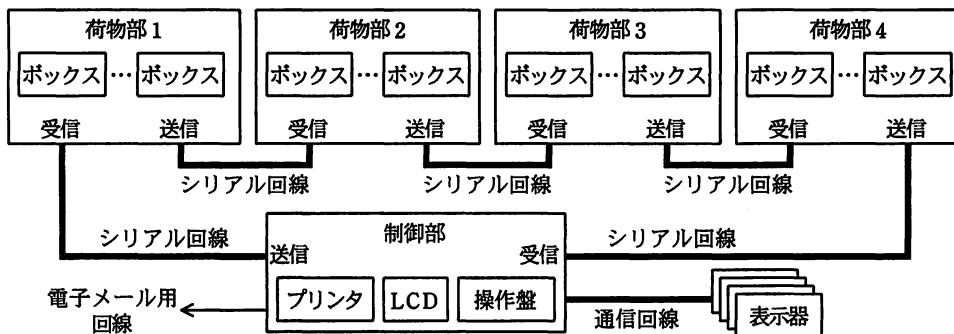


図1 受取システムの構成

〔受取システムの動作概要〕

(1) 荷物の着荷

- ① 着荷キーを押した後、空いているボックスに荷物を入れると、LCDにボックス番号が表示される。その後、受取人の住戸番号と事前に決められている宅配業者

ID と宅配業者の暗証番号を入力する。

- ② 制御部は、荷物が入ったボックスの施錠指示を荷物部に送信する。送信後、着荷日時、宅配業者名、受取人氏名、マンション名、住戸番号及びボックス番号が記載された伝票を発行する。
- ③ 荷物部は、施錠指示を受信すると、荷物が入ったボックスを施錠する。
- ④ 制御部は、伝票発行後、宅配業者名、着荷日時、住戸番号と受取システムが決めた重複しない着荷番号からなる荷物データを電子メールで受取人に通知し、さらに、表示器にその荷物データを送信する。
- ⑤ 表示器は、荷物データを受け取るとその内容を表示し、削除指示を受信するまで荷物データを保持する。
- ⑥ 複数の着荷があるときは、①～⑤を荷物ごとに繰り返す。

(2) 荷物の取出し

- ① 受取キーを押し、住戸番号を入力すると、その住戸あてのすべての荷物の着荷日時及び宅配業者名が LCD に表示される。その後、その住戸の暗証番号及び通知された着荷番号を入力する。
- ② 制御部は、該当の荷物が入っているボックス番号を LCD に表示すると同時にそのボックスの解錠指示を送信する。
- ③ 荷物部は、解錠指示を受信すると該当のボックスを解錠する。
- ④ 荷物部は、ボックスから荷物が取り出されると、制御部に荷物の取出し通知を送信する。
- ⑤ 制御部は、荷物の取出し通知を受信すると荷物が取り出されたことを LCD に表示する。その後、表示器に、該当する荷物データの削除指示を送信する。
- ⑥ 表示器は、荷物データの削除指示を受信すると、保持している該当の荷物データを削除する。
- ⑦ 複数の荷物を取り出すときは、①～⑥を荷物ごとに繰り返す。

〔各部の機能概要〕

(1) 制御部

- ・制御部は、受取システム全体を制御する。
- ・荷物部や表示器との通信機能、及び電子メール配信機能をもつ。

(2) 荷物部

- ・ボックスには、荷物の有無を検出するセンサがある。
- ・荷物がボックスに入れられたときとボックスから取り出されたときに、制御部にボックス番号と荷物の有無を通知する。
- ・制御部からの指示によって指定されたボックスの施錠や解錠を行う。

(3) 表示器

- ・マンションの各住戸に1台ずつあり、制御部と通信回線で接続されている。
- ・制御部から送られてきた荷物データを表示する。複数の荷物データを保持しているときは、荷物の個数及び保持しているデータの中で最後に受信した荷物データを表示する。
- ・制御部からの削除指示が来るまで、その荷物データを保持する。

〔制御部と荷物部の通信〕

(1) パケットの概要

- ・パケットのサイズは常に一定である。
- ・制御部はパケットの所定の位置に、次の内容を書き入れることができる。
 - ① ボックス番号
 - ② ボックスの施錠指示又は解錠指示
- ・荷物部はパケットの所定の位置に、次の内容を書き入れることができる。
 - ① ボックス番号
 - ② ボックスへの荷物の入庫通知、又はボックス内の荷物の取出し通知

(2) 制御部の動作

- ・一定周期でパケットを送信する。このとき、荷物部が内容を書き入れるべき位置には空のデータを書き入れる。
- ・制御部から送信すべきデータがない場合は、所定の位置に空のデータを書き入れる。
- ・各荷物部を経由して戻ってきたパケットを受信する。

(3) 荷物部の動作

- ・受信したパケットが自分のボックスあてのとき、その内容を取り込む。
- ・受信したパケットが自分のボックスあてであってもなくても、次の方法でパケットを送信する。

- ① 送信する内容がない場合は、受信したパケットをそのまま送信する。
- ② 送信する内容がある場合は、受信したパケットの所定の位置にその内容を載せて送信する。ただし、その位置に既に空でないデータが載せられている場合は、受信したパケットをそのまま送信する。送信する内容は、次のパケットに載せて送信する。

設問 1 受取システムの仕様について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 荷物を取り出すときに、住戸の暗証番号と受取システムが決めた着荷番号を入力させているが、なぜ、暗証番号だけにしないのか。セキュリティの観点から、その理由を 40 字以内で述べよ。
- (2) 制御部と荷物部の通信は、制御部が送信したパケットが制御部に戻ってくる通信方式を採用しているが、この方式によって、どのようなことが検知できるか。35 字以内で述べよ。

設問 2 制御部と荷物部との通信について、(1)、(2)に答えよ。

制御部や荷物部が、パケットの送信を開始してから相手はそのパケットの受信を完了するまで、常に 1.6 ミリ秒の時間がかかる。

荷物部が、パケットの受信を完了した後、自分のボックスあてのパケットかどうかの判断終了まで 1 ミリ秒かかる。判断終了後、自分のボックスあてであるかどうかにかかわらず荷物部が送信パケットを準備し、送信を開始するまでに 1 ミリ秒かかる。

- (1) 制御部がパケットの送信を開始してから、各荷物部を経由して戻ってきたパケットの受信を完了するまでに何ミリ秒かかるか。答えは小数第 2 位を四捨五入して、小数第 1 位まで求めよ。
- (2) 荷物部 2 のボックスに荷物が入れられてから、荷物部 2 がその内容を載せたパケットの送信を開始するまでに、最も時間がかかるのはどのような場合か。45 字以内で述べよ。ただし、このときほかの荷物部は、パケットにデータを載せていないものとする。

設問 3 制御部のタスクについて、(1)～(3)に答えよ。

制御部のタスクの機能概要を表に、制御部のタスク関連図を図 2 に示す。

表 制御部のタスクの機能概要

タスク名	機能概要
メイン	システム全体の制御を行う。
着荷	着荷処理を行う。
取出し	取出し処理を行う。
キー入力	キー入力を行う。
データ管理	住戸番号、着荷日時、ボックス番号、着荷番号、宅配業者 ID などのデータ生成や削除を行う。また、受取人や宅配業者の暗証番号の管理も行う。
LCD 表示	LCD にデータを表示する。
荷物部通信	荷物部との通信を行う。
メール送信	電子メールの送信を行う。
表示器通信	表示器との通信を行う。
印刷	印刷を行う。

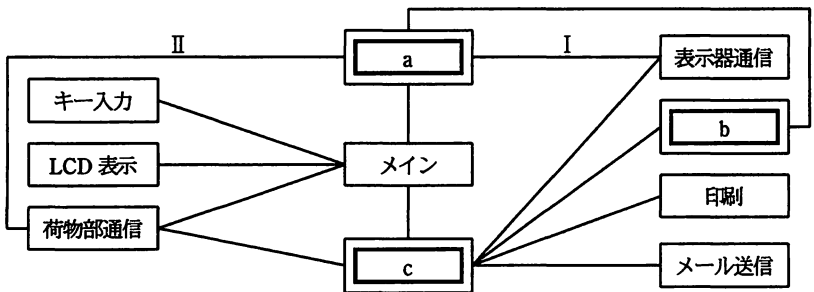


図 2 制御部のタスク関連図

- (1) 図 2 中の a ～ c に入れる適切なタスク名を答えよ。
- (2) 図 2 中の I で送信されるメッセージに含まれる情報として、住戸番号と荷物データの削除指示のほかに必要な荷物データの情報を答えよ。
- (3) 図 2 中の II で、荷物部通信タスクが受信するメッセージに含まれる情報を二つ答えよ。

問2 天体望遠鏡と PC からなる可搬型パーソナル天体観測システムに関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

B社は、屋外で手軽に天体観測を楽しむことができる可搬型パーソナル天体観測システム（以下、観測システムという）を開発することになった。この観測システムは天体望遠鏡と PC とを USB I/F で接続し、PC 上の観測支援ソフトウェアで天体望遠鏡の向きを制御しながら、PC 画面上に天体の動画像を表示する。天体望遠鏡の向きは図1に示す方位角と図2に示す仰角で定まり、天体望遠鏡に搭載されている MPU がモータを制御して、天体望遠鏡を指定方向に向ける。

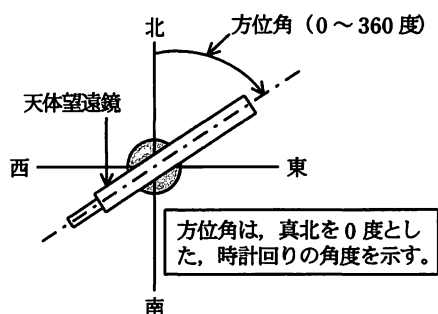


図1 天体望遠鏡の方位角

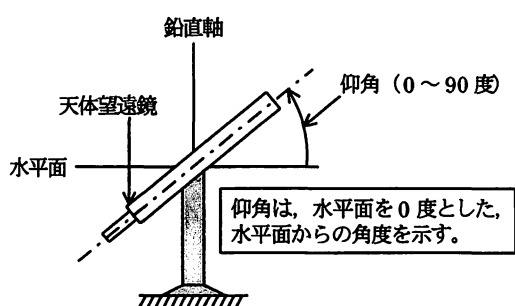


図2 天体望遠鏡の仰角

天体望遠鏡のハードウェア構成要素とその説明を表1に、PC と天体望遠鏡との間で送受信されるメッセージの一部を表2に示す。

表1 天体望遠鏡のハードウェア構成要素とその説明

構成要素	説明
方位角モータ	天体望遠鏡を方位角方向に、左右に回転させるためのステッピングモータ。MPU から駆動パルスを毎秒 200 パルス出力する。また、1 パルス出力することによって、天体望遠鏡は 0.03 度回転する。
仰角モータ	天体望遠鏡を仰角方向に、上下に回転させるためのステッピングモータ。パルス数や回転角度などは、方位角モータと同様である。
GPS レシーバ	天体望遠鏡の位置（緯度及び経度）を測位する。
方位角センサ	天体望遠鏡の方位角を計測する。精度は 0.1 度である。
仰角センサ	天体望遠鏡の仰角を計測する。精度は 0.1 度である。
CCD カメラ	観測対象となる天体を撮影する。
USB I/F	PC と通信する。

表2 PC と天体望遠鏡との間で送受信されるメッセージの一部

メッセージ	機能
位置通知	天体望遠鏡から PC に対して、設置位置の緯度情報及び経度情報を通知する。
初期調整完了	PC から天体望遠鏡に対して、初期調整の完了を通知する。
向き制御要求	PC から天体望遠鏡に対して、方位角及び仰角によって向きを指示する。
微動要求	PC から天体望遠鏡に対して、上下又は左右方向へ 0.03 度回転することを指示する。

観測中の PC の画面イメージ、及び画面の説明を、図3に示す。

観測システムには、初期調整モード及び観測モードの二つのモードがある。各モードの説明文中の①～④は図3のエリア又はボタンを示す。

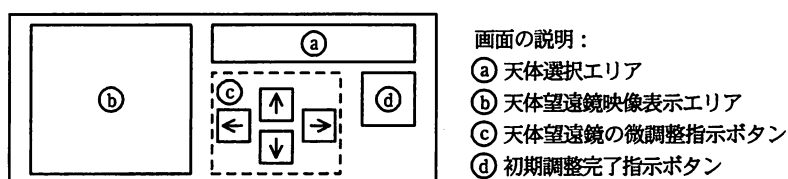


図3 観測中の PC の画面イメージ、及び画面の説明

〔初期調整モード〕

天体望遠鏡が水平に設置され、動作を開始すると、天体望遠鏡は、緯度情報及び経度情報を位置通知メッセージによって PC に送信し、観測システムは初期調整モードになる。

初期調整モードでは、次に示す手順で、方向決めの基準となる天体（以下、基準天体という）を利用し、天体望遠鏡が向いている正しい方位角及び仰角を得る。

- ① 観測者が①を使用して、基準天体を選択する。PC は 0.01 度の精度で計算した基準天体の方位角及び仰角を、向き制御要求メッセージによって天体望遠鏡に送信する。
- ② 天体望遠鏡は向き制御要求メッセージを受信すると、方位角センサ及び仰角センサを使用して角度を計測しながら、指定された方位角及び仰角に向きを合わせる。
- ③ ②の中央に基準天体をとらえていない場合、観測者は③を使用して、PC から微動要求メッセージを送信し、天体望遠鏡を上下又は左右方向に 0.03 度ずつ回転させ、基準天体が②の中央に位置するように天体望遠鏡の向きを微調整する。

- ④ 微調整完了後、観測者が④を使用して調整完了を指示すると、PCは0.01度の精度でその時刻の基準天体の方向を再計算し、初期調整完了メッセージによって、その方位角及び仰角を天体望遠鏡に送信する。
- ⑤ 天体望遠鏡は初期調整完了メッセージを受信すると、メッセージに含まれる方位角及び仰角をメモリ上の領域（以下、方向記憶領域という）に記憶し、観測システムは観測モードに移行する。

〔観測モード〕

観測対象の天体（以下、観測天体という）を観測するためのモードである。観測モードでは、次に示す手順で観測天体を追尾する。

- ① 観測者が④を使用して観測天体を選択すると、PCが観測天体の方向を0.01度の精度で計算し、向き制御要求メッセージによって観測天体の方位角及び仰角を天体望遠鏡に送信する。
- ② 天体望遠鏡は向き制御要求メッセージを受信すると、方向記憶領域の値と、指示された向きデータとの差分を変位量として天体望遠鏡を回転し、方向記憶領域の値を回転後の天体望遠鏡の向きに更新する。
- ③ 天体望遠鏡が観測天体の方向を向いた後、PCが一定周期で観測天体の方位角及び仰角を、向き制御要求メッセージで天体望遠鏡に送信することによって、観測天体を自動的に追尾する。

天体望遠鏡のタスク一覧を表3に示す。

表3 天体望遠鏡のタスク一覧

タスク名	機能概要
モード管理	天体望遠鏡のモードを管理する。PC から向き制御要求、微動要求を受信すると、モードに対応したタスクに振り分ける。
初期調整モード	初期調整モードにおいて天体望遠鏡の向きを制御する。初期調整完了を受信すると、メッセージに含まれる方位角及び仰角を方向記憶領域に記憶する。
観測モード	観測モードにおいて天体望遠鏡の向きを制御する。制御後、方向記憶領域の値を更新する。
GPS	測位要求を受信すると、緯度及び経度の測位情報を取得し、終了応答を依頼タスクに送信する。
向き制御	向き制御要求を受信すると、方位角モータ及び仰角モータを制御して、指定された向きに天体望遠鏡を回転させた後、終了応答を依頼タスクに送信する。
センサ	向き測定要求を受信すると、方位角センサ及び仰角センサを使用して、天体望遠鏡が現在向いている方位角及び仰角を測定し、終了応答を依頼タスクに送信する。
USB 通信	USB による PC との通信を制御する。

設問1 観測システムの仕様について、(1)，(2)に答えよ。

- (1) 図4に示す初期調整モードのシーケンス図において、a ～
c に入れる適切なメッセージ名を答えよ。

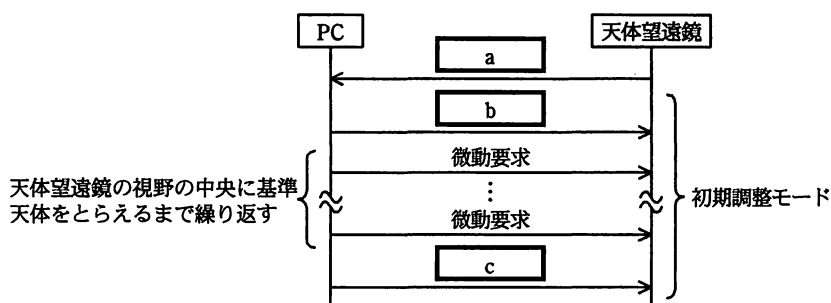


図4 初期調整モードのシーケンス図

- (2) 次の記述中の d ～ g に入れる適切な数値を求めよ。答えは小数第3位を四捨五入して、小数第2位まで求めよ。

観測モードにおいて、方向記憶領域の方位角が 86.77 度、仰角が 12.43 度とする。PC から、方位角 121.31 度、仰角 35.82 度の向き制御要求を受けた場合、天体望遠鏡の最小回転角度が 0.03 度なので、指示された角度に最も近い角度に

回転する。すなわち，天体望遠鏡は方位角を時計回りに d 度，仰角を上方向へ e 度回転した後，方位角 f 度，仰角 g 度を方向記憶領域の値とする。

設問 2 天体望遠鏡のソフトウェア設計について，(1)，(2)に答えよ。

- (1) 図 5 に示す天体望遠鏡のタスク構成図中の h ～ k に入る適切なタスク名を答えよ。

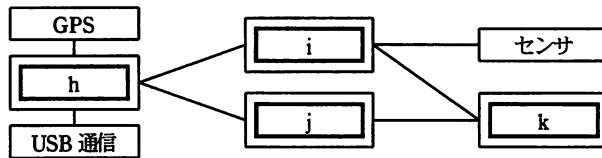


図 5 天体望遠鏡のタスク構成図

- (2) 向き制御タスクの設計に関する次の記述中の ℓ ～ n に入る適切な字句，又は数値を答えよ。n は小数第 2 位を四捨五入して，小数第 1 位まで求めよ。ここで，方位角モータ，仰角モータは駆動パルスと同時に出力し，同時に回転できるものとする。

向き制御タスクが向き制御要求を受けると，方位角モータ，仰角モータに出力するパルス数及び ℓ を 1 ミリ秒ごとに実行されるタイマ割込みハンドラに設定する。タイマ割込みハンドラは，各モータに毎秒 200 パルス出力するために，m 回の割込みごとに，各モータに 1 パルス出力し，これを必要回数繰り返す。方位角を 32.43 度，仰角を 15.33 度変位させる向き制御要求を受信した場合，この方法で天体望遠鏡の向きの変更を完了するまでに最短で n 秒かかることになる。

設問 3 観測モードにおいて、振動などによって天体望遠鏡の向きが変わり、向き制御が正常に行えなくなったことを検出するために、向き異常検出タスクを天体望遠鏡に追加する。

- ・向き異常検出タスクは、観測システムが観測モードになると起動される。向き異常を検出すると、モード管理タスクに向き異常検出通知を送信した後、停止する。
- ・モード管理タスクは向き異常検出通知を受信すると、PC に向き異常検出メッセージを送信し、天体望遠鏡は初期調整モードに移行する。
- ・向き異常の判定は、方向記憶領域の値とセンサタスクから受信した向きデータとを 1 秒ごとに比較し、その差が定められたしきい値以内かどうかで決定する。
- ・観測モードタスクが天体望遠鏡の向きを制御する際は、(ア) 向き異常検出タスクに異常検出停止要求を送信して向き異常検出処理を停止し、向きの制御が完了したら異常検出開始要求を送信して再開する。

- (1) 下線 (ア) の処理を行うのは、向き異常を誤検出してしまうことを防止するためであるが、向き異常検出処理を停止しない場合、なぜ向き異常を誤検出してしまうのか。55 字以内で述べよ。
- (2) 向き異常検出タスクが停止状態にあるとき、観測モードタスクが異常検出停止要求を送信する場合がある。それはどのような条件で発生するか。60 字以内で述べよ。

問3 LED 照明器具に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

C 社は、天井に取り付けるタイプの LED 照明器具（以下、シーリングライトという）を開発することになった。その仕様は次のとおりである。

〔シーリングライトの機能〕

シーリングライトには、次の機能を設定する。

- ・明るさを、16 段階で設定できるようにする。
- ・色合いは、白色に近い色合いの昼白色、青みを帯びた色合いの昼光色、赤みを帯びた色合いの電球色から選択できるようにする。
- ・選択した色合いを、16 段階で補正できるようにする。

〔シーリングライトのシステム構成〕

シーリングライトのシステム構成を図1に示す。システム全体は大きく分けて、シーリング部と、照度計を内蔵したリモコン部とで構成する。シーリング部は、LED 部、LED 部の発光を制御するためのタイマを内蔵した MCU、及びリモコン通信部の三つの部分から成る。LED 部は白色 LED 部と三原色の各 LED 部（R 色 LED 部、G 色 LED 部、B 色 LED 部）、及び温度センサで構成する。三原色の各 LED 部は色合いを変化させるために使用する。

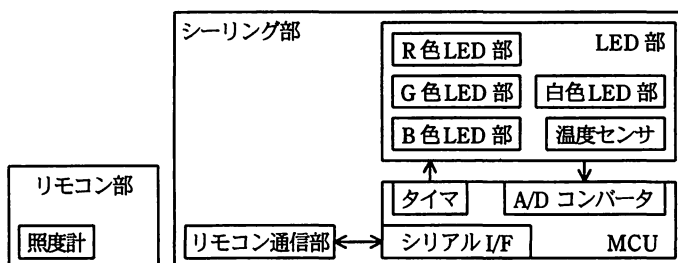


図1 シーリングライトのシステム構成

〔タイマの動作・制御〕

LED はタイマの PWM 出力で制御する。白色 LED 部の制御回路の詳細を図2に示す。PWM 出力の周期は比較回路1のレジスタで指定し、PWM 出力の High レベル期

間を比較回路 2 のレジスタで指定する。タイマによる制御は、次の方法で行う。

16 ビットカウンタの値が比較回路 1 のレジスタの値と一致すると、次のクロックで RS 型フリップフロップ（以下、RS-F/F という）をセットし、16 ビットカウンタをクリアして 0 からカウントを続ける。一方、16 ビットカウンタの値が比較回路 2 のレジスタの値と一致すると、次のクロックで RS-F/F をリセットする。

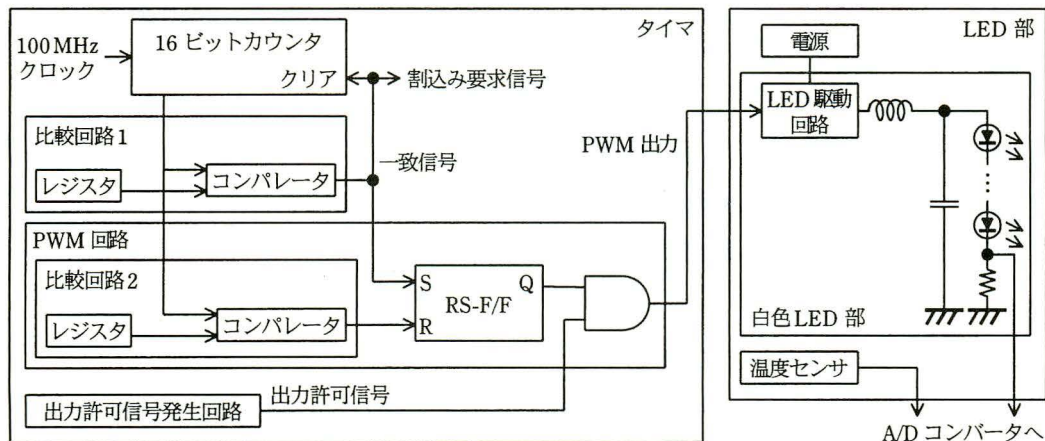


図2 白色LED部の制御回路の詳細

〔LEDの明るさ制御〕

白色、R色、G色、及びB色のLEDはそれぞれ、独立した四つのタイマのPWM出力によって制御される。PWM出力でLED駆動回路を制御して、直列に接続されたLEDを発光させる。各色が指定された明るさの比になるようにPWM出力を制御することによって、指定された色合いにする。PWM出力のタイミング例を図3に示す。LED発光期間のLED電流が一定に保たれるようにPWM出力のデューティ比を制御する。また、シーリングライトの明るさは2.5ミリ秒周期の中でのLED発光期間の長さによって制御する。

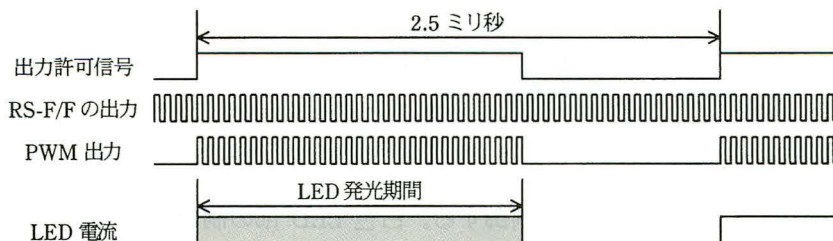


図3 PWM出力のタイミング例

[LED の特性]

LED の明るさは流す電流によって変化するが、電流と明るさの関係は色によって異なる。また、電流は同じでも、温度が変化すると LED の明るさは変化し、その変化の割合も色によって異なる。その例として、R 色、G 色、B 色の各 LED に対して人間が感じる明るさの相対的な値（以下、相対視感度という）の特性を、電流、電圧、周囲の温度について図 4～6 に示す。図 5 から、電圧が少し変動しただけで LED の明るさが大きく変化するので、電圧による制御は適さないことが読み取れる。

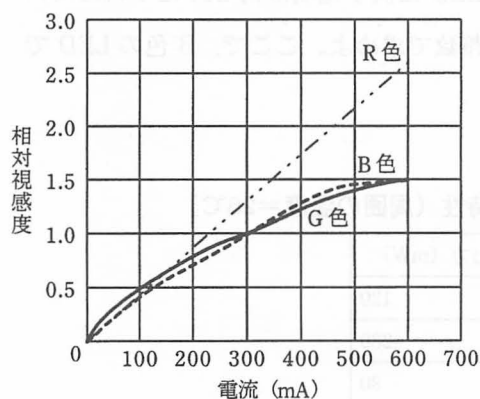


図 4 電流による相対視感度の特性
(周囲の温度=25℃)

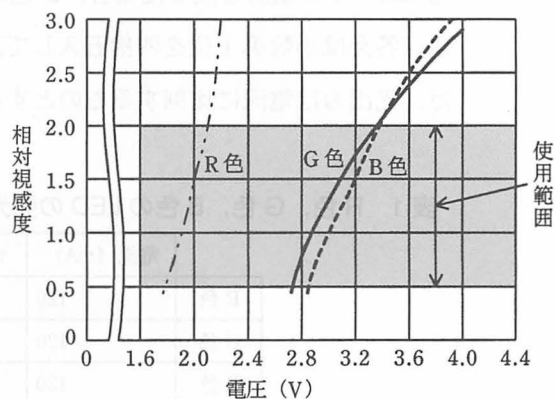


図 5 電圧による相対視感度の特性
(周囲の温度=25℃)

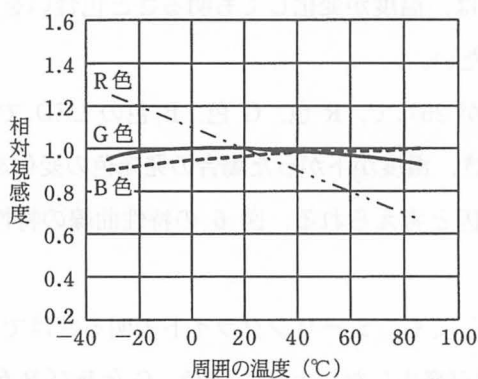


図 6 周囲の温度による相対視感度の特性

設問 1 シーリングライトの発光制御について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 昼白色で発光させるには、すべての LED を使用して、全体として昼白色になるようにする。これに対し、青みを帯びた昼光色を発光させる方法を 20 字以内で述べよ。
- (2) 使用する予定の R 色、G 色、B 色の LED の発光特性（周囲の温度＝25℃）を、表 1 に示す。白色を発光させるには R 色、G 色、B 色の LED の発光エネルギー（以下、光出力という）の比を 3 : 7 : 1 にする必要がある。R 色の LED に 120 mA の電流を流した場合、B 色の LED に流す電流は何 mA にすればよいか。答えは小数第 1 位を四捨五入して、整数で求めよ。ここで、B 色の LED では、光出力は電流に比例するものとする。

表 1 R 色、G 色、B 色の LED の発光特性（周囲の温度＝25℃）

	電流 (mA)	光出力 (mW)
R 色	120	120
G 色	120	280
B 色	120	80

- (3) 図 4～6 の特性を考慮して、LED に流す電流を制御する。周囲の温度が 0～50℃の範囲ならば、温度が変化しても明るさと色合いをできるだけ変化させないように制御したい。
- (a) 周囲の温度が 25℃で、R 色、G 色、B 色の LED で白色になるように設定されているとき、温度が下がった場合の発光色の変化を 10 字以内で述べよ。また、その原因と考えられる、図 6 の特性曲線の特性を、30 字以内で述べよ。
- (b) 温度が変化しても、シーリングライトの明るさはできるだけ変化させないで、(a)の問題が発生しないように R 色、G 色及び B 色の LED をそれぞれ制御したい。温度が低くなったとき、温度センサからのデータの変化で B 色の LED に対して行うべき制御を、図 4～6 の特性曲線を参考にして 20 字以内で述べよ。

設問2 タイマのPWM出力によってLEDの発光を制御する方法について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) LEDに流れる電流を電圧に変換し、得られた電圧値を10ビットのA/Dコンバータを介して読み出した値が、あらかじめ設定した範囲に収まるようにソフトウェアでPWM出力のデューティ比を制御する。そのために、出力許可信号をHighレベルに設定してから実際にA/Dコンバータからの読出しを開始するまでに、LED発光期間の半分の時間を待つようにした。これは、電流がどのような状態になるまで待つようにしたのか。10字以内で述べよ。
- (2) LEDは色によって特性の違いがあり、同じ電流を流しても同じ明るさにはならない。そこで、リモコンに内蔵されている照度計を利用して、特性の違いを補正することにした。照度計は、G色を中心に、R色、B色も十分にカバーする特性をもっているものとする。点灯開始時に各色を順番に点灯させ、LEDの明るさをそれぞれ測定することにした。各色を同時ではなく、順番に測定する理由を30字以内で述べよ。
- (3) タイマの比較回路1のレジスタには、999を設定する。
 - (a) このとき、LED発光期間におけるPWM出力の周期は何マイクロ秒になるか。答えは小数第1位を四捨五入して、整数で求めよ。
 - (b) LED発光期間におけるPWM出力のデューティ比を75%にするために、比較回路2に設定すべき値を答えよ。

設問 3 シーリングライトの市場での競争力を強化して需要を高めるために、寿命の延長とコスト低減を検討した。これらの検討事項について、(1)、(2)に答えよ。

(1) 半導体である LED の寿命は、表 2 に示す温度パラメタの逆数に比例する。

LED 内部の温度が 95℃のときの寿命を 100,000 時間とする。ここで、寿命は、LED の明るさが初期値の 70%以下になった時点までの経過時間とする。

LED 内部の温度が 65℃のときの寿命は、何千時間となるか。答えは、100 時間のけたを四捨五入して求めよ。

表 2 温度パラメタ

LED 内部の温度 (℃)	35	45	55	65	75	85	95
温度パラメタ	0.20	0.46	1	2.1	4.1	8.0	15

(2) 寿命の延長とコスト低減のために、消費電力が小さくて安価な LED を数多く使用して、白色 LED 部を 4 系統に分割し、電力消費を分散させることにした。この場合、現状の MCU ではタイマ数が不足することから、MCU に必要な数のタイマを内蔵した ASIC を開発することにした。

(a) LED 部全体を駆動するために必要なタイマ数は合計何組か。

(b) 最初は、図 2 に示すタイマを必要な数だけそろえようとした。しかし、ASIC の消費電力と使用ゲート数に無駄が多いという指摘があったので、ある部分の回路だけを必要な数だけそろえることにした。ある部分の回路とは何か答えよ。

〔メモ用紙〕

7. 途中で退室する場合には、手を挙げて監督員に合図し、答案用紙が回収されてから静かに退室してください。

退室可能時間	13:10 ～ 13:50
--------	---------------

8. 問題に関する質問にはお答えできません。文意どおり解釈してください。
9. 問題冊子の余白などは、適宜利用して構いません。
10. 試験時間中、机上に置けるもの及び使用できるものは、次のものに限ります。
なお、会場での貸出しは行っていません。
受験票、黒鉛筆又はシャープペンシル、鉛筆削り、消しゴム、定規、時計（アラームなど時計以外の機能は使用不可）、ハンカチ、ティッシュ
これら以外は机上に置けません。使用もできません。
11. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰ることができます。
12. 答案用紙は、いかなる場合でも提出してください。回収時に提出しない場合は、採点されません。
13. 試験時間中にトイレへ行きたくなったり、気分が悪くなったりした場合は、手を挙げて監督員に合図してください。
14. 午後Ⅱの試験開始は 14:30 ですので、14:10 までに着席してください。

試験問題に記載されている会社名又は製品名は、それぞれ各社の商標又は登録商標です。

なお、試験問題では、TM 及び ® を明記していません。