

【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 2 区分
 【発行日】平成 29 年 8 月 10 日 (2017.8.10)

【公開番号】特開 2016-157907 (P2016-157907A)
 【公開日】平成 28 年 9 月 1 日 (2016.9.1)
 【年通号数】公開・登録公報 2016-052
 【出願番号】特願 2015-36812 (P2015-36812)
 【国際特許分類】

H 0 1 L 21/66 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/66 M

【手続補正書】

【提出日】平成 29 年 7 月 3 日 (2017.7.3)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体の光導電率を、前記半導体に照射する光の強度を変化させて測定する第 1 ステップと、

前記光の強度と前記光導電率との関係を用いて、過剰少数キャリアのトラッピングによる影響が無視できる領域であるノントラッピング領域を特定する第 2 ステップと、

前記ノントラッピング領域における前記光導電率の値を用いて、前記過剰少数キャリアの実効ライフタイムを求める第 3 ステップと、

を有することを特徴とする過剰少数キャリアキャリアの実効ライフタイム測定方法。

【請求項 2】

前記光の強度が、特定の第 1 強度から、該第 1 強度よりも 10 sun 以上大きい第 2 強度まで変化したときに、前記第 1 強度から前記第 2 強度までの範囲における、前記光導電率の前記光の強度に対する微分係数の最小値を A、最大値を B、平均値を C としたときに、 $(B - A) / C \geq 1.0$ であるとき、前記第 1 強度から前記第 2 強度までの範囲をノントラッピング領域とすることを特徴とする請求項 1 に記載の過剰少数キャリアキャリアの実効ライフタイム測定方法。

【請求項 3】

前記ノントラッピング領域における、過剰少数キャリア密度のキャリア対生成率に対する平均変化率、または、前記ノントラッピング領域における、前記過剰少数キャリア密度の前記キャリア対生成率に対する微分係数、を用いて、前記過剰少数キャリアの前記実効ライフタイムを求めることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の過剰少数キャリアキャリアの実効ライフタイム測定方法。

【請求項 4】

前記ノントラッピング領域における、前記過剰少数キャリア密度の前記キャリア対生成率に対する前記平均変化率、または、前記ノントラッピング領域における、前記過剰少数キャリア密度の前記キャリア対生成率に対する前記微分係数、を前記過剰少数キャリアの前記実効ライフタイムとすることを特徴とする請求項 3 に記載の過剰少数キャリアキャリアの実効ライフタイム測定方法。

【請求項 5】

強度を変化させて光を半導体に照射する光照射手段と、

前記半導体に照射した前記光の強度を測定する光測定手段と、
前記半導体の光導電率を測定する光導電率測定手段と、
前記光の強度と前記光導電率との関係を用いて、過剰少数キャリアのトラッピングによる影響が無視できる領域であるノントラッピング領域を特定する、ノントラッピング領域算出回路と、
前記ノントラッピング領域における前記光導電率の値を用いて、前記過剰少数キャリアの実効ライフタイムを求める、実効ライフタイム算出回路と、
を有することを特徴とする過剰少数キャリアキャリアの実効ライフタイム測定装置。

【請求項 6】

前記光の強度が、特定の第 1 強度から、該第 1 強度よりも 10 sun 以上大きい第 2 強度まで変化したときに、前記第 1 強度から前記第 2 強度までの範囲における、前記光導電率の前記光の強度に対する微分係数の最小値を A、最大値を B、平均値を C としたときに、 $(\frac{B - A}{C} - 1) > 0$ であるとき、前記第 1 強度から前記第 2 強度までの範囲をノントラッピング領域とすることを特徴とする請求項 5 に記載の過剰少数キャリアキャリアの実効ライフタイム測定装置。

【請求項 7】

前記実効ライフタイム算出回路は、前記ノントラッピング領域における、過剰少数キャリア密度のキャリア対生成率に対する平均変化率、または、前記ノントラッピング領域における、前記過剰少数キャリア密度の前記キャリア対生成率に対する微分係数、を用いて、前記過剰少数キャリアの前記実効ライフタイムを算出することを特徴とする請求項 5 または請求項 6 に記載の過剰少数キャリアキャリアの実効ライフタイム測定装置。

【請求項 8】

前記実効ライフタイム算出回路は、前記ノントラッピング領域における、前記過剰少数キャリア密度の前記キャリア対生成率に対する前記平均変化率、または、前記ノントラッピング領域における、前記過剰少数キャリア密度の前記キャリア対生成率に対する前記微分係数、を算出し、それを前記過剰少数キャリアの前記実効ライフタイムとすることを特徴とする請求項 7 に記載の過剰少数キャリアキャリアの実効ライフタイム測定装置。

【手続補正 2】

【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】

本実施形態の過剰少数キャリアの実効ライフタイム測定方法では、照射光強度の低い領域に現れる、光導電率の照射光強度に対する増加率（傾き）が非常に大きく、さらにこの増加率（傾き）が照射光強度の増加とともに小さくなっていく非線形性の強い領域をトラッピング領域とし、照射光強度の高い領域における比較的線形な領域をノントラッピング領域として識別し、ノントラッピング領域のデータから過剰少数キャリアの実効ライフタイムを求める。なお、具体的には、照射光強度が、特定の第 1 強度から、第 1 強度よりも 10 sun 以上大きい第 2 強度まで変化したときに、第 1 強度から第 2 強度までの範囲における、光導電率の光の強度に対する微分係数の最小値を A、最大値を B、平均値を C としたときに、 $(\frac{B - A}{C} - 1) > 0$ であるとき、第 1 強度から第 2 強度までの範囲をノントラッピング領域とする。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0024】

【数 3】

$$G = \frac{0.038[Acm^{-2}sun^{-1}] \times f_{abs} I_{ph}}{qt} \quad (3)$$

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0033】

また、本実施形態の過剰少数キャリアの実効ライフタイム測定方法は、光の強度が、特定の第1強度から、第1強度よりも10sun以上大きい第2強度まで変化したときに、第1強度から第2強度までの範囲における、光導電率の光の強度に対する微分係数の最小値をA、最大値をB、平均値をCとしたときに、 $(B - A) / C \geq 1.0$ であるとき、第1強度から第2強度までの範囲をノントラッピング領域とする。これにより、ノントラッピング領域を容易に特定することができる。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0040

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0040】

ノントラッピング領域算出回路13は、入力された光の強度と光導電率との関係を用いて、過剰少数キャリアのトラッピングによる影響が無視できる領域であるノントラッピング領域を算出して特定し、そのデータを実効ライフタイム算出回路14へ出力する。詳細には、光の強度が、特定の第1強度から、第1強度よりも10sun以上大きい第2強度まで変化したときに、第1強度から第2強度までの範囲における、光導電率の光の強度に対する微分係数の最小値をA、最大値をB、平均値をCとしたときに、 $(B - A) / C \geq 1.0$ であるとき、第1強度から第2強度までの範囲をノントラッピング領域とする。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0042】

制御回路15は、光照射手段11、光導電率測定手段12、図示せぬ光測定手段、ノントラッピング領域算出回路13および実効ライフタイム算出回路14を制御する。なお、光導電率測定手段12の光導電率算出回路、ノントラッピング領域算出回路13、実効ライフタイム算出回路14および制御回路15は、CPUやメモリによって構成することができる。また、ノントラッピング領域の算出や実効ライフタイムの算出は、前述した過剰少数キャリアの実効ライフタイム測定方法で説明した種々の数式を用いて行う。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0044

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0044】

また、本実施形態の過剰少数キャリアの実効ライフタイム測定装置は、光の強度が、特

定の第 1 強度から、第 1 強度よりも 10 sun 以上大きい第 2 強度まで変化したときに、第 1 強度から第 2 強度までの範囲における、光導電率の光の強度に対する微分係数の最小値を A、最大値を B、平均値を C としたときに、 $(\underline{B} - \underline{A}) / C \geq 1.0$ であるとき、第 1 強度から第 2 強度までの範囲をノントラッピング領域とする。これにより、ノントラッピング領域を容易に特定することができる。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0049

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0049】

次に、図 2 のグラフにおいてノントラッピング領域を特定した。詳細には、照射光強度が、特定の第 1 強度から、第 1 強度よりも 10 sun 以上大きい第 2 強度まで変化したときに、第 1 強度から第 2 強度までの範囲における、光導電率の光の強度に対する微分係数の最小値を A、最大値を B、平均値を C としたときに、 $(\underline{B} - \underline{A}) / C \geq 1.0$ であるとき、第 1 強度から第 2 強度までの範囲をノントラッピング領域とした。この場合、 10 sun 以上の領域がノントラッピング領域となった。